



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Departamento de Ingeniería Mecánica

ME56B Taller de Diseño

INFORME FINAL

Unidad de Transporte Mineral

Rodrigo Madariaga
Felipe Soto

8 de Julio, 2008

Índice

1. Introducción	1
1.1. Definición del Problema	1
2. Objetivos	2
2.1. Objetivos Generales	2
2.2. Objetivos Particulares	2
3. Proceso y Layout	3
3.1. Layout de la Instalación Portuaria	3
3.2. Esquema de la Unidad	4
3.3. Componentes Mecánicos	4
4. Mineral y Descarga	6
4.1. Propiedades del Mineral	6
4.2. Cantidad de Descarga	7
5. Diseño de la Correa	8
5.1. Diseño del Proceso	8
5.2. Diseño de la Geometría	9
5.3. Diseño Mecánico	10
5.3.1. Ancho y velocidad de correa	10
5.3.2. Polines	13
5.4. Diseño Motriz	16
5.4.1. Análisis de Tensiones y Potencia Requerida de la Correa	16
5.4.2. Selección del Motor	16
5.4.3. Selección de la Correa	16
5.4.4. Polea Motriz	16
5.4.5. Selección del Reductor	17
5.4.6. Variador de Frecuencia	17
6. Accesorios	18
6.1. Raspador	18
6.2. Contrapeso	18

6.3. Alineadores de correa	19
6.4. Chute y Skirtboards	20
6.4.1. Chute	20
6.4.2. Skirtboards	21
6.5. Equipos de Seguridad	22
6.6. Apiladora	22
6.6.1. Tripper y Transferencia	23
7. Bibliografía	24
A. Cálculo de tensión y potencia requerida	25
B. Selección de motor	28
C. Tipo de correa	34
D. Reductor	37
E. Variador de Frecuencia	39
F. Informe de la Visita al Puerto de Ventanas	41

Capítulo 1

Introducción

En el siguiente informe se presenta el informe final de diseño de una Instalación Portuaria en la que se descarga mineral, en especial Carbón. Este informe se centrará en la mejora del diseño de la unidad de transporte del mineral desde el barco al sector de acopio. Su desarrollo se basa en la actividad semestral del curso Taller de Diseño.

1.1. Definición del Problema

Diseñar una instalación portuaria que descarga mineral y otros productos.

Capítulo 2

Objetivos

2.1. Objetivos Generales

Para la instalación portuaria se deberán diseñar las siguientes unidades:

1. Grúas de Descarga Carbón
2. Grúas de Descarga Graneles.
3. Unidad de Transferencia y Transporte Piping.
4. Grúas de Descarga Container
5. Unidad de Transporte de Carbón por Correas.
6. Sistema de Red Contra Incendio.
7. Sistema de Agua.
8. Sistema Eléctrico.

2.2. Objetivos Particulares

La unidad seleccionada por este grupo de trabajo es el sistema transporte por correas. Se deben diseñar o seleccionar los siguientes equipos:

1. Sistema de Acopio.
2. Chutes de Alimentación y Descarga.
3. Unidades Apiladoras de Carbón.
4. Correas Transportadoras.

Capítulo 3

Proceso y Layout

3.1. Layout de la Instalación Portuaria

La instalación incorpora descarga de combustibles, containers, graneles, carbón y otros servicios. Para la descarga de combustibles se requiere una unidad de transferencia con el bargo y luego su transporte a los lugares de almacenamiento a través de piping. Las descargas de graneles y carbón, en cambio, se requieren grúas de extracción del barco que depositen en los chutes que alimentan la correas de transporte que a su vez descargarán en lugares de acopio determinando por el producto. Para la descarga de containers se requiere grúas que transporten los containers desde el barco a un primer patio de almacenamiento. También, las diferentes actividades de descarga van acompañadas por sistemas de servicios como redes contra incendio, agua y electricidad. Un esquema de las diferentes unidades se puede extraer del diagrama de las instalaciones del Puerto Ventana apreciables en la figura F.2 a continuación:

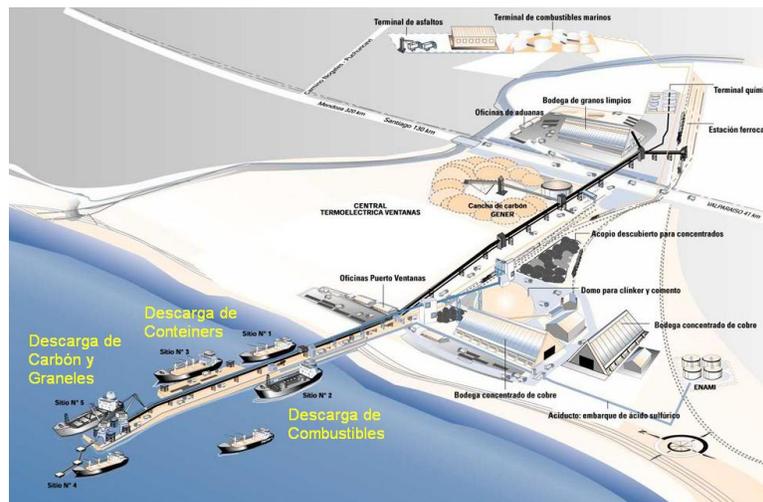


Figura 3.1: Diagrama del puerto Ventana.

De la experiencia de los puertos implementados en el país y de las dimensiones de los barcos que transportan carbón y granel se ha estimado que las dimensiones de Eslora y Calado para el atraque de dichos barcos de esta instalación portuaria serán:

Eslora : 250[m].

Calado : 10[m].

3.2. Esquema de la Unidad

Para comprensión del sistema de la unidad de transporte de carbón, en la figura 3.2 evidencia la interacción, dentro de la instalación, de las correas transportadoras. Se puede apreciar un grupo de componentes que se asocia a los componentes mecánicos de la correa que están en contacto con el carbón. Estos son los chutes de carga y descarga, la grúa de descarga del barco y la grúa de apilamiento en la zona de acopio.

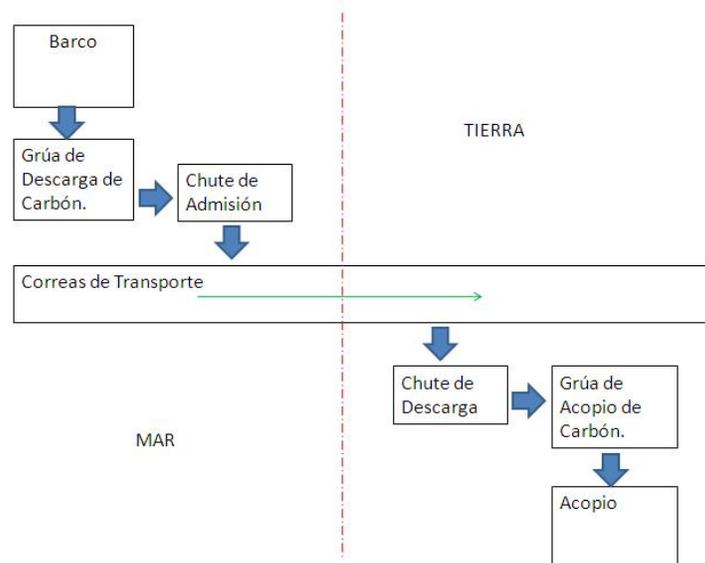


Figura 3.2: Esquema del transporte del carbón.

3.3. Componentes Mecánicos

En la figura 3.3 se aprecia un esquema donde están integrados los principales componentes mecánicos que interaccían directamente con las correas.

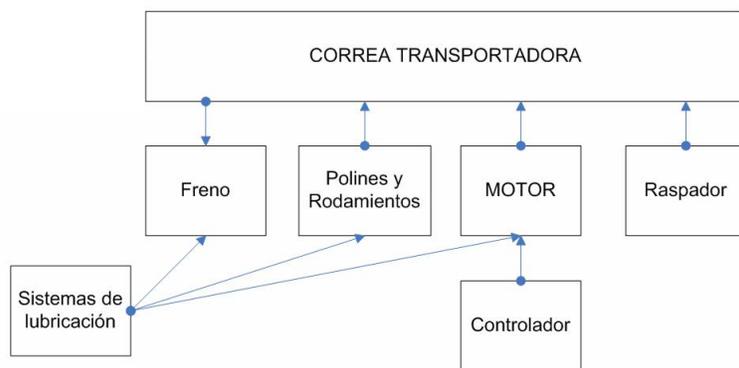


Figura 3.3: Esquema de interacción de componentes mecánicos.

Se puede apreciar que los componentes mecánicos más importantes están asociados al sistema de tracción de la correa, estos componentes son el Motor y el Freno, parte de esto son también los polines, los cuales se asocian muy bien a la estructura que soporta la correa. Otro componente muy importante, que no es común para todos, pero si existe en cada uno es el sistema de lubricación. Este, si bien, se puede asociar a un proceso de mantenimiento, dadas las condiciones de operación de una correa (ambiente muy abrasivo), conviene considerarlo como uno de los componentes mecánicos.

No se considera dentro del esquema pero es importante considerar la cubierta de la correa como parte de la estructura, que solventará los problemas climáticos a los que esté sometido la unidad y el mineral.

Capítulo 4

Mineral y Descarga

4.1. Propiedades del Mineral

Las propiedades del material a transportar fueron consideradas de acuerdo a un proveedor de referencia. Para este estudio, este proveedor es *Adaro-Envirocoal* [1], el cual se escogió por proveer un carbón subbituminoso con bajo contenido de azufre y por estar dentro de las opciones rentativas del mercado chileno.

Las propiedades más relevantes para el cálculo de la unidad se muestran a continuación:

Tabla 4.1: Propiedades del Carbón de Adaro-Envirocoal:

Análisis	Promedio
Carbón fijo	40.5%
Mat. Volátiles	42.0%
Humedad total	25.0%
Ceniza	1.0%
Total sulfuros	0.1%
LVH	5250[kcal/kg]
Densidad	0.83[ton/m ³]

Tabla 4.2: Granulometría Carbón Adaro-Envirocoal.

Granulometría[mm]	Proporción %
+50	2%
50-31.5	11%
31.5-22.4	9%
22.4-11.2	19%
11.2-4.75	23%
4.75-2	14%
2-1	9%
1-0.5	6%
-0.5	9%

4.2. Cantidad de Descarga

De la Comisión Nacional de Energía [3], se prevee que para el 2008 la demanda por el mineral carbón subbituminoso crecerá y se estima que la importación de este mineral aumentará aproximadamente 1500 miles de toneladas anuales. La instalación portuaria en diseño pretende abarcar esta demanda en su totalidad. Para determinar la capacidad de descarga, se pretende modelar la descarga de mineral en 20 días mesuales, efectuándose en 2 jornadas de trabajo de 8 horas cada una. Esto no considera una descarga continua, puesto que el arribo de barcos tampoco lo es. Sumando, además, posibles problemas de falla y la experiencia de las instalaciones portuarias del país, se ha estimado que la capacidad requerida en la instalación es de $800[\text{ton}/\text{hr}]$. Por lo tanto, y en lo que sigue, el diseño en transporte del mineral, la unidad se diseñará con este parámetro.

Capítulo 5

Diseño de la Correa

5.1. Diseño del Proceso

El diseño del proceso es el siguiente: el carbón es transferido desde el buque hacia el chute de admisión, a través de la grúa de descarga. Posteriormente, este chute contará con un dispositivo de regulación de cantidad de material que se transfiere de éste hacia la correa transportadora, para que la cantidad de carbón a transportar no sea perjudicial para ésta.

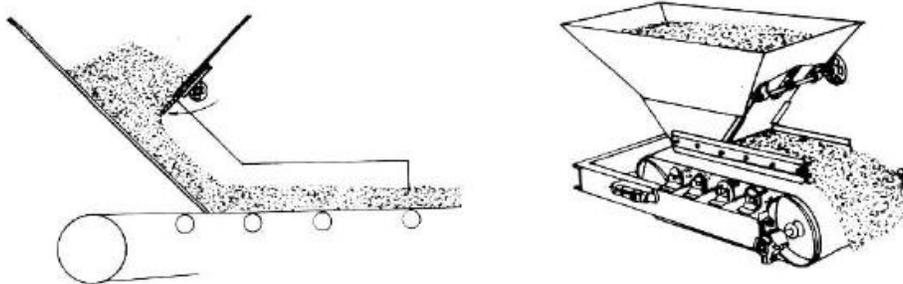


Figura 5.1: Chute con salida regulable.

La correa transportadora se encarga de transportar el carbón desde el buque hacia la cancha de acopio del carbón, para su posterior retiro de la zona portuaria. La capacidad máxima para el flujo de carbón de diseño a transportar, se estimó en $800[\text{ton}/\text{hr}]$, resultado del capítulo anterior. La velocidad de la correa será modificable a través de un variador de frecuencia en el motorreductor.

Para generar la pila de carbón en el sector de acopio desde la correa de transporte será a través de una grúa de apilamiento desplazable. La tecnología de almacenamiento será abierta y con forma logitudinal.

La coordinación entre los 3 sistemas de control de cantidad de carbón (regulación de admisión a la correa, regulación de velocidad y regulación de descarga a la cancha de carbón) es fundamental para el buen funcionamiento del sistema. El procedimiento de regulación de la cantidad de carbón, empieza regulando la admisión de carbón a la correa; luego se regula la salida del chute de descarga, y en función de ambas cosas, se adecúa la velocidad de la correa. Para evitar posibles derrames de carbón, el sistema cuenta con una infraestructura y accesorios para realizar esta función.

5.2. Diseño de la Geometría

La geometría de una correa transportadora típica se muestra en la siguiente figura. Básicamente consta de 2 poleas, unidas por la correa propiamente tal, y un contrapeso. La polea del lado de descarga corresponde a la polea motriz, y es la que va conectada al motorreductor. La polea del lado del chute de admisión es la polea de cola. Para soportar el peso del material a transportar a lo largo de la correa, sin que ésta se deforme demasiado, se ubican los polines de transporte. Para el retorno de la correa, se ubican los polines de retorno para disminuir la deformación de la correa producto de su propio peso.

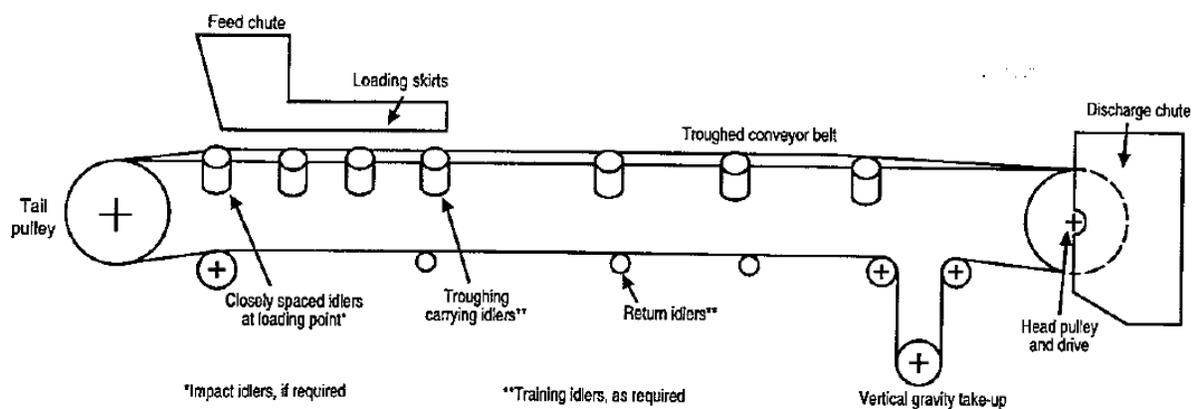


Figura 5.2: Elementos típicos de una correa transportadora.

Todo lo anterior, va montado sobre una estructura de acero (tipo andamio), que soporta todo el sistema de la correa transportadora, y que además cubre a la correa del viento y de la posible contaminación que el carbón produciría. Además, por el costado de la correa, se ubicará un pasillo para facilitar la inspección de la correa y sus componentes.



Figura 5.3: Correa transportadora cerrada.

Para la aplicación específica del transporte de carbón en el puerto, el esquema de la correa consiste básicamente en una correa con porciones horizontales y con pendiente, con un tensor de ajuste manual, debido a las características del terreno.



Figura 5.4: Esquema correa transportadora.

5.3. Diseño Mecánico

5.3.1. Ancho y velocidad de correa

Como se definió anteriormente, el flujo de carbón a transportar es de $800[\text{ton/hr}]$, la información proporcionada por el proveedor de carbón indica que la densidad del carbón es $\rho = 0,83[\text{ton/m}^3]$ (tabla 4.1), además, las recomendaciones y metodología sugeridas en la referencia [2] señala que, el ángulo de recarga para carbón sub-bituminoso es de 25° .

Para determinar la velocidad y ancho de la correa, se usan las recomendaciones y metodología sugeridas en la bibliografía [2]. En primer lugar, se señala que las velocidades y anchos de correa recomendados para transporte de carbón, Arcilla húmeda, rocas trituradas y otros está dada por la figura 5.5

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	72-95
Heavy, hard, sharp-edged ore, coarse-crushed stone	350	18
	500	24-36
	600	Over 36
Foundry sand, prepared or damp; shake-out 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

Figura 5.5: Velocidades y anchos de correa recomendados.

Debido a consideraciones de control de polvo, degradación del material, entre otros, la velocidad de la correa debe estar limitada, sin embargo, como la correa está cubierta, se hará caso omiso a esto. Para definir el ancho y la velocidad de la correa se realizó un cálculo iterativo con los valores de la velocidad y el ancho recomendados en la figura 5.5.

La forma que se procedió fue calculando el área de la sección transversal de material a transportar A , la cual se calculó usando la siguiente relación:

$$A = \frac{\dot{m}}{3600\rho v} \quad (5.1)$$

Donde \dot{m} es el flujo de carbón (en $[ton/hr]$), ρ es la densidad del material a transportar (en $[ton/m^3]$), v es la velocidad de la correa (en $[m/s]$, la cual se obtiene de la figura 5.5) y 3600 es el factor de conversión de horas a segundos. Éstos resultados se comparan con el área de la sección transversal máxima de la figura 5.6, considerando una correa de polines inclinados en 20° , para el ángulo de recarga mencionado al comienzo de 25° para distintos anchos de correa, la cual se obtiene de la figura 5.5.

Belt Width (Inches)	A_t - Cross Section of Load (ft ²)						
	Surcharge Angle						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	.089	.108	.128	.147	.167	.188	.209
24	.173	.209	.246	.283	.320	.359	.399
30	.284	.343	.402	.462	.522	.585	.649
36	.423	.509	.596	.684	.774	.866	.960
42	.588	.708	.828	.950	1.074	1.201	1.332
48	.781	.940	1.099	1.260	1.424	1.592	1.765
54	1.002	1.204	1.407	1.613	1.822	2.037	2.258
60	1.249	1.501	1.753	2.009	2.270	2.537	2.812
72	1.826	2.192	2.560	2.933	3.312	3.701	4.102
84	2.513	3.014	3.519	4.030	4.551	5.085	5.635
96	3.308	3.967	4.631	5.302	5.986	6.687	7.411

Figura 5.6: Área de la sección transversal máxima para distintos anchos de correa con un ángulo de recarga de 25° y con un ángulo de los polines de 20°.

Finalmente, se decide por la menor velocidad y ancho de correa factible, los cuales son $v = 800 [fpm] = 4,064 [m/s]$ y de $b = 42 [in] = 1,0668 [m]$ respectivamente, para así disminuir la polución debido al levantamiento de partículas. Con esto, se llevó a cabo el cálculo de las condiciones de operación de diseño de la correa, usando el programa *Mine Conveyor v3.5.15*. Los resultados se muestran a continuación en la tabla 5.1

Tabla 5.1: Capacidad de operación de la correa.

Distancia al borde	175 [mm]
Ancho de la carga	698 [mm]
Área transversal de carga	0,066 [m ²]
Carga de la correa	55 [kg/m]
Porcentaje de carga	59 %

5.3.2. Polines

Los polines a usar en esa aplicación tendrán un ángulo de 20° , y debido a la ubicación de la correa (borde costero), deberán estar sellados, para evitar la corrosión.

El ángulo de los polines ha sido optimizado en función del volumen máximo que puede transportar la correa y del peso del material, ver apéndice

Espaciamiento de Polines

En el capítulo 5 de la bibliografía [2] se encuentra una metodología de cálculo para determinar el espaciado entre los polines. Para realizar este procedimiento se necesita la densidad del carbón.

Para el ancho de correa determinado en el capítulo anterior $b = 42[in]$, y para la densidad del material $\rho = 0,83[ton/m^3] = 51,81[lb/ft^3]$, se tiene que el espaciamiento entre polines recomendado es de $S_i = 4,5[ft] = 1,37[m]$, y el espaciamiento de rodillos de retorno debe ser $10[ft] = 3[m]$.

Selección de Polines

Para determinar los mejores polines para esta aplicación es necesario determinar la *carga ajustada de los polines* y la carga real.

$$CIL = (w_b + w_m \cdot K_1) \cdot S_i + IML \quad (5.2)$$

donde:

w_b : Peso de la correa [lb/ft].

w_m : Peso de la carga [lb/ft].

S_i : Espaciamiento de los polines [ft].

K_1 : Factor de ajuste de granos.

IML : Fuerza debido al desalineamiento de los polines.

El peso de la correa se determina de la figura 5.7 (bibliografía [2]). Como la densidad del material es $0,83[ton/m^3] = 51,8[lb/ft^3]$, y el ancho de la correa es $42[in]$, se estima que la correa debiera pesar $11[lb/ft]$ ($16,37[kg/m]$), que se recomienda multiplicarla por 1.5 si la correa cuenta con cables de acero. Así se obtiene un peso de $16,5[lb/ft]$ ($24,55[kg/m]$). Más adelante, cuando se seleccione definitivamente la correa, este peso podrá ser cambiado por el real. Por lo tanto $w_b = 16,5$.

Belt Width inches (<i>b</i>)	Material Carried, lbs/ft ³		
	30-74	75-129	130-200
18	3.5	4.0	4.5
24	4.5	5.5	6.0
30	6.0	7.0	8.0
36	9.0	10.0	12.0
42	11.0	12.0	14.0
48	14.0	15.0	17.0
54	16.0	17.0	19.0
60	18.0	20.0	22.0
72	21.0	24.0	26.0
84	25.0	30.0	33.0
96	30.0	35.0	38.0

Figura 5.7: Peso promedio de la correa para un ancho de correa y densidad del material conocidos, en [lb/ft].

El peso de la carga se conoce de la tabla 5.1 y corresponde a $55[kg/m] = 37[lb/ft]$, por lo tanto $w_m = 37$. El espaciamiento se determinó en $S_i = 4,5[ft]$.

Por otro lado, K_1 tiene que ver con el tamaño de grano del carbón. Este valor se determinó bajo el supuesto que el tamaño de los granos de carbón no será en ningún caso mayor que $4[in] = 101,6[mm]$ (tabla 4.2), por lo cual, de la figura 5.8 se observa que $K_1 = 1$.

Maximum Lump Size (inches)	Material Weight, lbs/cu ft						
	50	75	100	125	150	175	200
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
6	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
10	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
12	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
14	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
16	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
18	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4

Figura 5.8: Factor de ajuste de granos, K_1 .

Falta sólo determinar el valor de IML , este se determina como:

$$IML = \frac{d \cdot T}{6 \cdot S_i} \tag{5.3}$$

donde

d = Desalineamiento de polines.

T = Tensión de la correa.

Se supondrá que se puede hacer una correa con desalineamiento mínimo, por lo que $d = 0$. Con esto se llega a que:

$$CIL = 240,75 [lbs] \tag{5.4}$$

De la figura 5.9 se puede observar que cualquier categoría de polines es apta para esta correa, por lo que se seleccionará los polines tipo B para la ida y para la vuelta se utilizarán polines tipo C dobles.

Table 5-7. Load ratings for CEMA B idlers, lbs (rigid frame).

Belt Width (inches)	Trough Angle			Single Roll Return
	20°	35°	45°	
18	410	410	410	220
24	410	410	410	190
30	410	410	410	165
36	410	410	396	155
42	390	363	351	140
48	380	353	342	130

Ratings based on minimum L_{10} of 30,000 hours at 500 rpm.

Table 5-9. Load ratings for CEMA D idlers, lbs (rigid frame).

Belt Width (inches)	Trough Angle			Single Roll Return	Two Roll "Vee" Return
	20°	35°	45°		
24	1200	1200	1200	600	
30	1200	1200	1200	600	
36	1200	1200	1200	600	850
42	1200	1200	1200	500	850
48	1200	1200	1200	425	850
54	1200	1116	1080	375	850
60	1150	1070	1035	280	850
66				215	850
72	1050	977	945	155	850
78				125	850

Ratings based on minimum L_{10} of 60,000 hours at 500 rpm.

Table 5-8. Load ratings for CEMA C idlers, lbs (rigid frame).

Belt Width (inches)	Trough Angle			Single Roll Return	Two Roll "Vee" Return
	20°	35°	45°		
18	900	900	900	475	
24	900	900	900	325	500
30	900	900	900	250	500
36	900	837	810	200	500
42	850	791	765	150	500
48	800	744	720	125	500
54	750	698	675	*	500
60	700	650	630	*	500
66				*	500

Ratings based on minimum L_{10} of 30,000 hours at 500 rpm.

Table 5-10. Load ratings for CEMA E idlers, lbs (rigid frame and catenary where applicable).

Belt Width (inches)	Trough Angle			Single Roll Return	Two Roll "Vee" Return
	20°	35°	45°		
36	1800	1800	1800	1000	1300
42	1800	1800	1800	1000	1300
48	1800	1800	1800	1000	1300
54	1800	1800	1800	925	1300
60	1800	1800	1800	850	1300
66				775	1300
72	1800	1800	1800	700	1300
78				625	1300
84	1800	1674	1620	550	1300
90				475	1300
96	1750	1628	1575	400	1300
102				250	1300

Ratings based on minimum L_{10} of 60,000 hours at 500 rpm.

Figura 5.9: Tipos de polines.

5.4. Diseño Motriz

5.4.1. Análisis de Tensiones y Potencia Requerida de la Correa

En el análisis de los diferentes resultados que se obtienen de las secciones antes mencionadas, siguiendo la recomendación de CEMA, se considera finalmente que la correa tendrá una polea motriz con un ángulo de wrap de 210° incluyendo un sistema de dos poleas no motrices snub para llegar a este nivel de contacto, más un sistema de tres poleas para makeup automático en el lado de baja tensión. El resultado final de cálculo de tensiones, anexo A, arroja una tensión efectiva de 6985 [kg], con una tensión de alta de 11596 [kg] y una tensión de diseño de 10939 [$\frac{kg}{m}$]. Además, se obtiene una potencia total requerida de 490 [kW].

5.4.2. Selección del Motor

Mediante la planilla de cálculo obtenido desde CEMA, se obtuvo la potencia requerida para el motor, anexo A. Esta potencia simula la carga nominal que se moverá, la velocidad de la correa, sus dimensiones principales, etc. Posteriormente se selecciona desde un catálogo el motor que se ocupará. En nuestro caso se ocupa el catálogo de motores eléctricos ABB, anexo B.

La potencia requerida para el movimiento del carbón es de 490[kW]. Desde el catálogo se selecciona el motor M2CA 400LKB de 500[kW] a 1000[rpm] y 6 polos.

5.4.3. Selección de la Correa

Del análisis de tensiones, anexo A, se determina la tensión de operación de la correa la cual arrojó un valor de 10939 [$\frac{Kg}{m}$] equivalente a 107 [$\frac{kN}{m}$], con un factor de seguridad 3, se selecciona la correa para una tensión de 321 [$\frac{kN}{m}$].

Se utilizó el catálogo GoodYear, anexo C, para determinar que la correa a utilizar para el movimiento de carbón será *Flexsteel ST2500*, la cual permite una tensión de operación de 375 [$\frac{kN}{m}$].

5.4.4. Polea Motriz

Las dimensiones de la polea motriz se especifican básicamente por recomendaciones de estándares de CEMA [2] y recomendaciones del proveedor de la correa (anexo C).

Los diámetros de la polea motriz más comunes recomendados por CEMA son de 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 54 y 60 [in]. El proveedor de la correa recomienda que el diámetro mínimo de la polea debe ser 42[in]. Luego, para ésta aplicación, CEMA recomienda utilizar poleas (tanto motriz como de cola) de tambor de acero soldado con un diámetro de 48[in], para la cual el ancho de frente de polea es de 46[in] y su peso es de 1600[lbs]. Finalmente se utiliza lo recomendado por CEMA.

5.4.5. Selección del Reductor

Teniendo el diámetro de las poleas, la velocidad de operación de la correa y las características del motor, podemos saber la reducción que se necesita realizar. Primero, vemos la velocidad angular de la correa con la velocidad ya definida de ésta (800[fpm]), para luego definir nuestra relación de transmisión con las siguientes ecuaciones:

$$\omega_{correa} = \frac{v_{correa}}{r} = \frac{800 \cdot 12}{24} = 400[rpm] \quad (5.5)$$

$$i = \frac{\omega_{motor}}{\omega_{correa}} = \frac{1000}{400} = 2,5 \quad (5.6)$$

Además, la velocidad requerida en la correa es de 800[fpm], la potencia entregada por el motor es de 500[kW] a 1000[rpm]. Se cumple entonces

$$P_{in} = P_{out} \implies P_{in} = \tau_{out} \cdot \omega_{out} \quad (5.7)$$

El radio de la polea motriz es 24[in]= 2[ft], entonces el torque necesario es:

$$500[kW] = \tau_{out} \cdot \frac{800}{2 \cdot 60} \left[\frac{1}{s} \right] \implies \tau_{out} = 75[kNm] \quad (5.8)$$

Por lo tanto el reductor seleccionado es el LH-1200, Anexo D.

5.4.6. Variador de Frecuencia

En general, las correas transportadoras no necesitan variar la velocidad, excepto las que transportan distintos tipos de materiales y las que son alimentadoras. En el caso de un puerto se da esta necesidad de variar la velocidad para poder variar la tasa de carbón que se descarga del barco y con esto administrar su apilamiento de forma correcta.

El método más eficiente de controlar la velocidad del motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de frecuencia. Simultáneamente debe variarse el voltaje aplicado al motor, para evitar la saturación del flujo magnético con una elevación de la corriente, que dañaría el motor. Para adquirir el variador de frecuencia, es necesario conocer la potencia del motor (en este caso 500[kW]). La selección del variador se realizó mediante la potencia del motor, se puede observar la unidad seleccionada en el anexo E

Capítulo 6

Accesorios

6.1. Raspador

Instalando raspadores en zonas adecuadas se soluciona el problema de la limpieza de la correa. Existen raspadores primarios y secundarios, y cada uno está encargado de funciones distintas de la limpieza.

El raspador primario limpia un 70 % de material grueso adherido a la correa y el raspador secundario limpia el 30 % de material fino y complicado. Este material lo vemos en los polines de retorno y a lo largo de la estructura. Los raspadores se encuentran al final del recorrido de la correa transportadora, típicamente debajo de la ésta. Los residuos se captarán en recipientes para luego devolverlos a los acopios y reutilizar el material



Figura 6.1: Raspador de la correa.

6.2. Contrapeso

Se elige un contrapeso de efecto gravitatorio. Para calcular la masa de éste se utiliza la siguiente ecuación obtenida de CEMA:

$$W_g = \frac{2 \cdot T + W_f - W_p}{R_t} \quad (6.1)$$

Donde

- W_b : peso del contrapeso
- T : tensión de la correa
- W_f : fuerza de fricción de la correa
- W_p : fuerza de fricción en el contrapeso
- R_l : razón de avance

Los valores recomendados por CEMA para W_p y R_l son 0 y 1 respectivamente. Además, de la hoja de cálculo del anexo A, podemos apreciar que la tensión de la correa en el lugar del contrapeso es 4610[kg].

$$W_g = \frac{2 \cdot 4610 + 68}{1} = 9288[Kg] \quad (6.2)$$

6.3. Alineadores de correa

Se utilizará un alineador de Carga y Retorno, el cual está fabricado para corregir los desniveles de las estructuras, producto de la fatiga y peso de material adherido a la estructura.

Los alineadores permiten corregir eficientemente los problemas de desalinización de las correas evitando que éstas se dañen en los cantos. También evita el derrame de material en la zona de carga, producto del desalineamiento. Los principales puntos de aplicación son los puntos de traspasos.



Figura 6.2: Alineador de correa.

6.4. Chute y Skirtboards

6.4.1. Chute

Según la norma CEMA [2] las dimensiones de ancho máximo y mínimo del chute sobre la correa son $2/3$ del ancho de la correa y $2\ 1/2$ de la granulación del mineral respectivamente, como muestra la figura 6.3

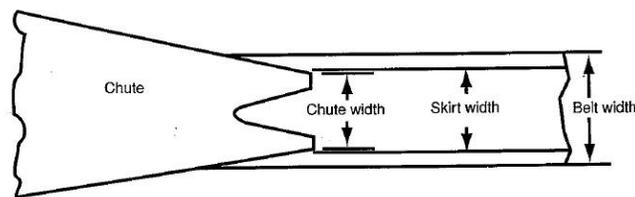


Figura 6.3: Diagrama del Chute.

- Ancho Máximo 706 [mm].
- Ancho Mínimo 125 [mm].

Además, se tiene que cada pala de descarga tiene una capacidad de $6,06[m^3]$, como se utilizan 2 palas y el conjunto tolva-chute tienen una capacidad de 2 palas¹, la capacidad del conjunto debe ser de $12,12[m^3]$. Además, debido a la forma piramidal de las tolvas, se supuso ésta forma para el conjunto tolva-chute, suponiendo que que las dimensiones del ancho y el largo del chute son iguales al ancho máximo antes determinado (0,7 [m]) y que las dimensiones del área de paso máximas de la tolva son de 3 [m] de ancho y 3 [m] de largo², esto se observa en la figura 6.4

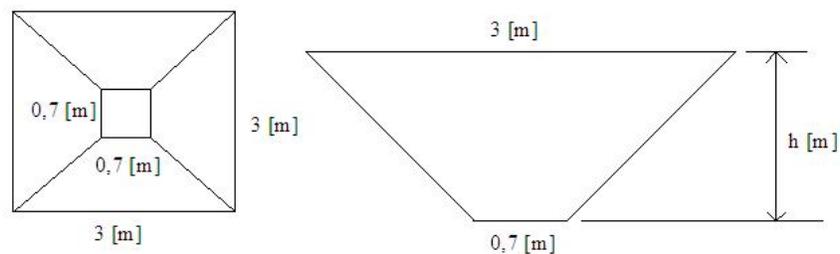


Figura 6.4: Vista inferior y lateral del conjunto tolva-chute.

¹Esta capacidad fue determinada de forma empírica.

²Estas dimensiones fueron determinadas a partir de lo que se pudo observar en la visita al puerto

Con estos datos, se puede estimar la altura mínima del conjunto (h [m]), igualando ambos volúmenes, lo cual se muestra en la ecuación 6.3

$$12,12[m^3] = 0,7^2 \cdot h + (3 - 0,7) \cdot h + \left(\frac{3 - 0,7}{2}\right)^2 \cdot h[m^3] \implies h = 2,55[m] \quad (6.3)$$

Por lo que la altura mínima del conjunto tolva-chute es 2,55 [m].

6.4.2. Skirtboards

Según la norma CEMA [2] las dimensiones principales a considera son:

- **Distancia Máxima entre skirtboards**

$$\frac{2}{3} \cdot ancho_{correa} = 706[mm] \quad (6.4)$$

- **Largo Skirtboard**

$$2 \cdot \frac{velocidad_{correa}}{100} \cdot ancho_{correa} = 4870[mm] \quad (6.5)$$

- **Altura Skirtboard:** Para una granulación de mineral de 50 [mm], ancho de correa de 1060 [mm] y angulo de reposo de 20° , la altura corresponde a 195.58 [mm].

En la figura 6.5 muestran los elementos básicos de la estación de carga [4].

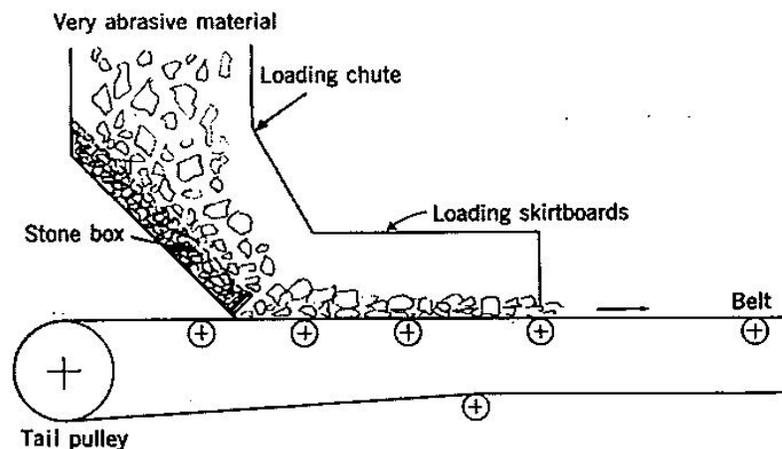


Figura 6.5: Vista lateral del chute y de los skirtboards.

6.5. Equipos de Seguridad

Todas las correas deben tener sistemas eléctricos de seguridad que permitan proteger al personal.

Interruptores de Nivel del Chute: Tienen como objetivo detener la correa en caso que el chute se trabe y se llene de material.

Side-Slip Switch: Son interruptores utilizados para medir el desalineamiento de la correa. Se pueden configurar para detener la correa o para hacer sonar una alarma.

Interruptores de Emergencia: Generalmente son cuerdas que se tiran (tipo frenos de emergencia de trenes) para detener la correa. Estos interruptores se encuentran en el pasillo de servicio que está al lado de la correa. Requieren de un reset manual para poner en operación el sistema.

Alarmas de Emergencia: Alarmas sonoras son utilizadas para alertar sobre la puesta en marcha de la correa.

6.6. Apiladora

Para unidad seleccionada se utilizó el criterio de la capacidad máxima de la correa transportadora de 800 [ton/hr] como requerimiento básico. Capaz de desplazarse logitudinalmente en la dirección de la correa y con un alcance de 67 [m], ésta unidad puede almacenar y utilizar el área de acopio de manera eficiente a la velocidad diseñada. Del catálogo MetsoMinerals [4] se tiene la apiladora modelo TRENCH.

En la figura 6.6 una imagen de la apiladora.



Figura 6.6: Apiladora.

6.6.1. Tripper y Transferencia

La configuración de correa, tripper y apiladora, depende de lo que se requiera. En este caso, se diseña el transporte de material hacia el sector de acopio, pero posiblemente se podría extender en un futuro diseño el transporte de material hacia el barco, por lo que se requiere que la extracción sea por la misma vía que el material viene hacia el sector de acopio. Para este caso se requiere que la configuración sea como muestra en la figura 6.7. En la figura se muestra que la correa al llegar al aproximarse a la apiladora, se extiende y levanta a través del tripper luego el material es depositado sobre otro tripper a través de un chute y que levanta el material hasta quedar por sobre el alimentador del brazo de la apiladora. El material es depositado en éste y la correa regresa por el primer tripper para retomar su camino horizontal. Cuando se requiere extracción el primer tripper se retrae hasta quedar horizontal así la extracción que deposita el brazo de la apiladora cae sobre la correa y puede ser llevado en la misma dirección en el sentido contrario.



Figura 6.7: Configuración Tripper.

Capítulo 7

Bibliografía

[1] *[http : //www.adaro – envirocoal.com](http://www.adaro-envirocoal.com)*

[2] CEMA: Belt Conveyors for Bulk Materials, CEMA 5ta Edición, USA (1997).

[3] *[http : //www.cne.cl/](http://www.cne.cl/)*

[4] *[http : //www.metsominerals.com/](http://www.metsominerals.com/)*

Anexo A

Cálculo de tensión y potencia requerida

A continuación se muestra la planilla de cálculo utilizada para la obtención de los valores de la tensión de trabajo y la potencia requerida por la correa. Dicha planilla es recomendada por CEMA para el cálculo de correas transportadoras.

Project: Instalación Portuaria - Taller de Diseño

Calculated for: CEMA

Description: Carbón

Revision: A

TAG:

Date:

Flow sheet:

DATAS	Material	Carbón - Adaro		
	Bulk Density	dm	830	(kg / m ³)
	Lump size		50	(mm)
	Inclined length, section 1	Lv1	0	(m)
	Horizontal length, section 1	Lh1	950	(m)
	Lift, section 1	H1	0	(m)
	Slope, section 1		0,0	(%)
	Inclined length, section 2	Lv2	117	(m)
	Horizontal length, section 2	Lh2	110	(m)
	Lift, section 2	H2	40	(m)
	Slope, section 2		36,4	(%)
	Capacity (Wet)	Q	800,00	(tph)
	Belt width	b	1,060	(m)
	Belt speed	V	4,1	(m/s)
	Design Temperature		35	(°C)
	Belt weight	Wb	25,52	(kg/m)
	Max. Belt loading		75	(%)
	Idler classification		E6	
	Idler spacing	Si	1,37	(m)
	Angle of repose		20	
	Angle of surcharge		25	
	Factor	Ai	1,8	

CAPACITY	TOTAL AREA	0,066	m ²	
	MAX. CAPACITY	800	tph	
MATERIAL WEIGHT	Wm	54,5	(kg/m)	
FACTORS		Section 1		Section 2
	Kx	1,368		1,368
	Ky	0,025		0,025
	Kt	1,1		1,1
BELT TENSION	Tx	1.430		176 (kg)
	Tyc	667		82 (kg)
	Tyr	400		49 (kg)
	Tym	1.295		159 (kg)
	Tm	0		2.181 (kg)
	Tb	0		1.021 (kg)

Project: Instalación Portuaria - Taller de Diseño

Calculated for: CEMA

Description: Carbón

Revision: A

TAG:

Date:

Flow sheet:

TENSIONS FOR ACCESORIES

Tension to rotate pulleys

1	Nº of pulleys tight side, 150° to 240° degree wrap
4	Nº of pulleys slack side, 150° to 240° degree wrap
2	All other pulleys, 150° maximum degree wrap

Tpnm 454 (kg)

Tension to skirtboard friction

4,9	skirtboard length (m)
195,58	depth of the material (mm)
0,176	Cs Factor

Tg 119 (kg)

Tension to accelerate the material

0	initial speed Vo	between 0,5 to 1 seg
1	time	

Tam 92 (kg)

EFFECTIVE TENSION $T_e = 6.985$ (kg)

TENSION T0 & T2

0,66 Cw

Calculate T0 tension, use the large value

457 For 3% sag

Tension T0 = 457

Tension T2 4.610 (kg)

Tension T2 57 (kg)

T2 = 4.610

TENSION T1 11.596 (kg)

BELT TENSION RATING

TENSION 10.939 (kg / m) 100,4 kN/m

POWER

POWER	461,8	kW	DRIVE SYSTEM EFFICIENCY 0,95
DRIVE PULLEY	3,7	kW	
TOTAL POWER	490,0	kW	
SELECTED MOTOR	500,0	kW	

Anexo B

Selección de motor

El siguiente fragmento fue obtenido desde el catálogo ABB para unidades motrices eléctricas. En él se muestra el motor seleccionado (500 [kW], 1000 rpm, 6 polos).

General purpose steel motors

Technical data for totally enclosed squirrel cage three phase motors

IP 55 – IC 411 – Insulation class F, temperature rise class B

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency		Power factor cos φ 100%	Current		Torque			
				Full load 100%	3/4 load 75%		I _N A	I _s I _N	T _N Nm	T _s T _N	T _{max} T _N	
3000 r/min = 2-poles			400 V 50 Hz				Basic design					
75	M2CA 280 SA	3GCA 281 110-••A	2977	94.9	94.6	0.88	131	7.5	241	2.3	3.3	
90	M2CA 280 SMA	3GCA 281 210-••A	2975	95.1	94.9	0.90	152	7.6	289	2.3	2.9	
110	M2CA 315 SA	3GCA 311 110-••A	2982	95.1	94.4	0.86	194	7.6	352	2.0	3.0	
132	M2CA 315 SMA	3GCA 311 210-••A	2982	95.4	94.9	0.88	228	7.4	423	2.2	3.0	
160	M2CA 315 MB	3GCA 311 320-••A	2981	96.1	95.6	0.89	269	7.5	513	2.3	3.0	
200 ²⁾	M2CA 315 LA	3GCA 311 510-••A	2978	96.3	95.9	0.90	334	7.8	641	2.6	3.0	
200	M2CA 355 SA	3GCA 351 110-••C	2978	95.5	95.2	0.89	338	6.4	641	1.3	2.6	
250	M2CA 355 MA	3GCA 351 310-••C	2983	96.1	95.6	0.89	422	7.2	800	1.4	3.0	
280 ²⁾	M2CA 355 MB	3GCA 351 320-••C	2981	96.1	95.7	0.89	472	6.8	897	1.3	2.8	
315 ²⁾	M2CA 355 LA	3GCA 351 510-••C	2980	96.4	96.1	0.89	535	7.0	1009	2.1	3.0	
355 ²⁾	M2CA 355 LB	3GCA 351 520-••C	2983	96.5	96.2	0.88	603	7.7	1136	2.1	2.9	
400 ²⁾	M2CA 400 MLA	3GCA 401 410-••C	2985	96.8	96.5	0.88	675	7.2	1280	1.4	2.6	
450 ²⁾	M2CA 400 MLB	3GCA 401 420-••C	2987	96.9	96.7	0.90	743	7.7	1438	1.7	3.0	
500 ²⁾	M2CA 400 LKA	3GCA 401 810-••C	2987	97.0	96.8	0.90	825	8.0	1598	2.0	3.2	
560 ¹⁾	M2CA 400 LKB	3GCA 401 820-••C	2988	97.2	97.0	0.89	940	7.8	1790	2.1	3.4	
3000 r/min = 2-poles			400 V 50 Hz				High-output design					
110	M2CA 280 MB	3GCA 281 320-••A	2977	95.8	95.5	0.90	184	7.9	353	2.4	3.0	
132	M2CA 280 MC	3GCA 281 330-••A	2976	96.0	95.7	0.91	222	7.7	424	2.6	3.0	
160	M2CA 280 MD	3GCA 281 340-••A	2975	96.2	96.0	0.91	266	7.9	514	2.8	3.1	
250 ²⁾	M2CA 315 LB	3GCA 311 520-••A	2980	96.5	96.4	0.89	422	8.1	801	2.8	2.9	
315 ¹⁾	M2CA 315 LC	3GCA 311 530-••A	2982	96.7	96.6	0.89	530	8.8	1009	3.2	3.2	
1500 r/min = 4-poles			400 V 50 Hz				Basic design					
75	M2CA 280 SA	3GCA 282 110-••A	1483	95.0	94.9	0.84	137	6.8	483	2.4	2.8	
90	M2CA 280 SMA	3GCA 282 210-••A	1484	95.2	95.1	0.85	163	7.1	579	2.7	2.9	
110	M2CA 315 SA	3GCA 312 110-••A	1487	95.4	95.1	0.85	198	6.9	706	2.1	2.8	
132	M2CA 315 SMA	3GCA 312 210-••A	1486	95.6	95.5	0.85	238	6.7	848	2.2	2.7	
160 ²⁾	M2CA 315 MB	3GCA 312 320-••A	1486	96.0	95.9	0.86	282	7.2	1028	2.4	2.9	
200 ²⁾	M2CA 315 LA	3GCA 312 510-••A	1486	96.2	96.2	0.86	351	7.2	1285	2.5	2.9	
200	M2CA 355 SA	3GCA 352 110-••C	1488	96.0	95.7	0.86	350	7.3	1284	2.0	2.6	
250	M2CA 355 MA	3GCA 352 310-••C	1489	96.2	96.0	0.86	435	7.5	1603	2.2	2.6	
315 ²⁾	M2CA 355 LA	3GCA 352 510-••C	1488	96.4	96.2	0.86	550	7.3	2022	2.3	2.8	
355 ²⁾	M2CA 355 LB	3GCA 352 520-••C	1489	96.6	96.5	0.86	615	7.5	2277	2.4	2.7	
400 ²⁾	M2CA 355 LKD	3GCA 352 840-••C	1490	96.6	96.3	0.87	684	7.7	2564	2.5	2.8	
450 ²⁾	M2CA 400 MLA	3GCA 402 410-••C	1491	96.6	96.3	0.87	772	7.4	2882	1.9	2.7	
500 ²⁾	M2CA 400 MLB	3GCA 402 420-••C	1491	96.8	96.5	0.86	867	7.8	3202	2.2	2.9	
560 ²⁾	M2CA 400 LKA	3GCA 402 810-••C	1491	96.9	96.6	0.85	982	7.4	3587	2.4	3.0	
630 ²⁾	M2CA 400 LKB	3GCA 402 820-••C	1491	96.9	96.7	0.87	1077	7.5	4034	2.2	3.0	
1500 r/min = 4-poles			400 V 50 Hz				High-output design					
110	M2CA 280 MB	3GCA 282 320-••A	1483	95.3	95.2	0.86	195	7.5	708	2.7	2.8	
132	M2CA 280 MC	3GCA 282 330-••A	1483	95.6	95.5	0.86	235	7.1	850	2.8	2.9	
160	M2CA 280 MD	3GCA 282 340-••A	1483	95.8	95.7	0.86	283	7.1	1030	2.8	3.1	
250 ²⁾	M2CA 315 LB	3GCA 312 520-••A	1487	96.2	96.2	0.86	442	7.4	1605	2.5	2.9	
315 ²⁾	M2CA 315 LC	3GCA 312 530-••A	1488	96.5	96.4	0.86	548	7.8	2022	2.6	3.2	

¹⁾ Temperature rise class F.
²⁾ Temperature rise class F by 380 V.

The two bullets in the product code indicate choice of mounting arrangement, voltage and frequency (see ordering information page).

General purpose steel motors

Technical data for totally enclosed squirrel cage three phase motors

IP 55 – IC 411 – Insulation class F, temperature rise class B

Output kW	Motor type	Speed r/min	Effi- ciency %	Power factor cos φ 100%	Current I _N A	Speed r/min	Effi- ciency %	Power factor cos φ 100%	Current I _N A	Moment of inertia J = ¼ GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure level L _p dB(A)	
3000 r/min = 2-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				Basic design			
75	M2CA 280 SA	2974	94.8	0.89	137	2980	94.8	0.87	127	0.8	480	77	
90	M2CA 280 SMA	2970	95.1	0.90	159	2978	95.1	0.89	147	0.9	545	77	
110	M2CA 315 SA	2980	95.1	0.87	202	2983	95.1	0.85	190	1.2	695	80	
132	M2CA 315 SMA	2980	95.4	0.89	238	2983	95.7	0.87	222	1.4	770	80	
160	M2CA 315 MB	2979	96.1	0.90	282	2982	96.1	0.89	262	1.7	840	80	
200	²⁾ M2CA 315 LA	2977	96.3	0.90	350	2981	96.3	0.90	321	2.1	975	80	
200	M2CA 355 SA	2975	95.4	0.90	353	2980	95.5	0.89	327	2.5	1200	83	
250	M2CA 355 MA	2981	95.9	0.90	439	2984	96.0	0.88	410	2.7	1260	83	
280	²⁾ M2CA 355 MB	2978	96.0	0.90	492	2982	96.1	0.88	460	2.7	1260	83	
315	²⁾ M2CA 355 LA	2978	96.3	0.89	560	2982	96.4	0.89	515	3.4	1480	83	
355	²⁾ M2CA 355 LB	2981	96.5	0.89	627	2985	96.5	0.87	585	3.5	1520	83	
400	²⁾ M2CA 400 MLA	2983	96.7	0.89	705	2986	96.8	0.88	652	6.3	2050	85	
450	²⁾ M2CA 400 MLB	2986	96.9	0.90	782	2988	96.9	0.89	724	6.9	2150	85	
500	²⁾ M2CA 400 LKA	2986	97.0	0.91	858	2988	97.0	0.89	802	7.8	2450	85	
560	¹⁾ M2CA 400 LKB	2986	97.2	0.90	980	2989	97.2	0.88	910	7.9	2500	85	
3000 r/min = 2-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				High-output design			
110	M2CA 280 MB	2974	95.7	0.91	193	2979	95.8	0.90	179	1.15	580	77	
132	M2CA 280 MC	2972	95.9	0.91	233	2978	96.0	0.90	213	1.4	755	77	
160	M2CA 280 MD	2971	96.1	0.91	280	2977	96.2	0.90	255	1.55	810	77	
250	²⁾ M2CA 315 LB	2977	96.3	0.89	444	2982	96.5	0.89	408	2.65	1230	80	
315	¹⁾ M2CA 315 LC	2979	96.8	0.90	552	2983	96.8	0.89	508	3.3	1410	80	
1500 r/min = 4-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				Basic design			
75	M2CA 280 SA	1481	94.8	0.86	142	1485	95.0	0.82	134	1.15	445	68	
90	M2CA 280 SMA	1482	95.1	0.86	169	1486	95.2	0.83	159	1.4	490	68	
110	M2CA 315 SA	1486	95.3	0.86	204	1488	95.3	0.83	198	2	675	71	
132	M2CA 315 SMA	1485	95.5	0.86	245	1487	95.5	0.84	232	2.3	730	71	
160	²⁾ M2CA 315 MB	1485	95.9	0.87	294	1487	96.0	0.85	277	2.9	850	71	
200	²⁾ M2CA 315 LA	1484	96.1	0.87	365	1487	96.2	0.85	342	3.5	970	71	
200	M2CA 355 SA	1487	95.9	0.87	364	1489	96.0	0.85	341	4.8	1200	80	
250	M2CA 355 MA	1487	96.1	0.87	453	1489	96.2	0.85	424	5.7	1320	80	
315	²⁾ M2CA 355 LA	1487	96.3	0.87	571	1489	96.4	0.85	538	6.9	1550	80	
355	²⁾ M2CA 355 LB	1488	96.5	0.87	640	1490	96.6	0.85	602	6.9	1550	80	
400	²⁾ M2CA 355 LKD	1488	96.5	0.88	712	1490	96.6	0.86	665	8.4	1900	85	
450	²⁾ M2CA 400 MLA	1490	96.5	0.88	804	1492	96.6	0.86	752	12	2300	85	
500	²⁾ M2CA 400 MLB	1491	96.7	0.87	900	1492	96.8	0.84	855	13	2400	85	
560	²⁾ M2CA 400 LKA	1490	96.8	0.86	1022	1492	96.9	0.84	972	15	2700	85	
630	²⁾ M2CA 400 LKB	1490	96.8	0.88	1122	1492	96.9	0.86	1050	16	2800	85	
1500 r/min = 4-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				High-output design			
110	M2CA 280 MB	1481	95.2	0.87	204	1486	95.3	0.84	193	1.7	550	68	
132	M2CA 280 MC	1481	95.4	0.87	245	1485	95.7	0.85	227	2.3	775	70	
160	M2CA 280 MD	1482	95.6	0.87	295	1485	95.8	0.85	276	2.5	820	70	
250	²⁾ M2CA 315 LB	1485	96.1	0.87	457	1488	96.3	0.85	428	4.4	1200	78	
315	²⁾ M2CA 315 LC	1486	96.4	0.87	570	1489	96.5	0.85	535	5.5	1380	78	

General purpose steel motors

Technical data for totally enclosed squirrel cage three phase motors

IP 55 – IC 411 – Insulation class F, temperature rise class B

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency		Power factor cos φ 100%	Current		Torque			
				Full load 100%	3/4 load 75%		I _N A	I _s I _N	T _N Nm	T _s T _N	T _{max} T _N	
1000 r/min = 6-poles			400 V 50 Hz				Basic design					
45	M2CA 280 SA	3GCA 283 110-••A	990	94.1	94.0	0.82	85	6.6	434	2.5	2.5	
55	M2CA 280 SMA	3GCA 283 210-••A	989	94.4	94.3	0.83	102	6.6	531	2.5	2.5	
75	M2CA 315 SA	3GCA 313 110-••A	992	94.9	94.7	0.80	143	7.1	722	2.3	2.7	
90	M2CA 315 SMA	3GCA 313 210-••A	991	95.3	95.2	0.83	165	7.1	867	2.3	2.7	
110	M2CA 315 MB	3GCA 313 320-••A	991	95.3	95.1	0.83	201	7.3	1060	2.5	2.8	
132	M2CA 315 LA	3GCA 313 510-••A	990	95.4	95.3	0.84	241	6.7	1273	2.4	2.7	
132	M2CA 355 SA	3GCA 353 110-••C	992	95.3	95.0	0.84	238	6.8	1271	2.0	2.4	
160	M2CA 355 SB	3GCA 353 120-••C	992	95.5	95.3	0.83	290	7.2	1540	2.3	2.5	
200	²⁾ M2CA 355 MA	3GCA 353 310-••C	992	95.8	95.6	0.83	363	7.5	1925	2.4	2.6	
250	²⁾ M2CA 355 MB	3GCA 353 320-••C	993	96.0	95.7	0.80	470	7.7	2404	2.9	3.0	
315	²⁾ M2CA 355 LKD	3GCA 353 840-••C	992	96.2	96.0	0.82	577	7.4	3032	2.6	2.7	
355	²⁾ M2CA 400 MLA	3GCA 402 410-••C	993	96.5	96.4	0.84	630	7.3	3414	2.0	2.4	
400	²⁾ M2CA 400 MLB	3GCA 402 420-••C	994	96.5	96.4	0.84	710	7.6	3843	2.2	2.7	
450	¹⁾ M2CA 400 LKA	3GCA 402 810-••C	994	96.7	96.5	0.83	808	7.8	4323	2.3	2.6	
500	¹⁾ M2CA 400 LKB	3GCA 402 820-••C	994	96.7	96.6	0.83	898	7.7	4803	2.4	2.5	
1000 r/min = 6-poles			400 V 50 Hz				High-output design					
75	M2CA 280 MB	3GCA 283 320-••A	990	94.5	94.4	0.83	139	7.3	723	2.8	2.7	
90	M2CA 280 MC	3GCA 283 330-••A	989	94.9	94.8	0.83	168	7.4	869	2.9	2.9	
110	M2CA 280 MD	3GCA 283 340-••A	990	95.2	95.1	0.83	202	7.9	1061	3.1	3.0	
750 r/min = 8-poles			400 V 50 Hz				Basic design					
37	M2CA 280 SA	3GCA 284 110-••A	741	93.4	93.1	0.78	74	7.3	477	1.8	3.1	
45	M2CA 280 SMA	3GCA 284 210-••A	741	94.0	93.8	0.78	90	7.6	580	1.9	3.2	
55	M2CA 315 SA	3GCA 314 110-••A	741	94.0	93.7	0.80	107	7.1	710	1.8	2.8	
75	M2CA 315 SMA	3GCA 314 210-••A	740	94.5	94.2	0.81	142	7.1	968	1.8	2.8	
90	M2CA 315 MB	3GCA 314 320-••A	740	94.7	94.5	0.82	169	7.3	1161	1.9	2.8	
110	²⁾ M2CA 315 LA	3GCA 314 510-••A	740	94.8	94.7	0.83	202	7.0	1420	1.9	2.7	
110	M2CA 355 SA	3GCA 354 110-••C	743	94.9	94.8	0.80	208	6.0	1414	1.0	2.4	
132	M2CA 355 MA	3GCA 354 310-••C	743	95.1	95.0	0.80	250	6.2	1697	1.0	2.4	
160	²⁾ M2CA 355 MB	3GCA 354 320-••C	744	95.3	95.2	0.79	306	6.8	2054	1.2	2.7	
750 r/min = 8-poles			400 V 50 Hz				High-output design					
55	M2CA 280 MB	3GCA 284 320-••A	741	94.4	94.2	0.79	108	7.8	709	1.9	3.2	

¹⁾ Temperature rise class F.

²⁾ Temperature rise class F by 380 V.

The two bullets in the product code indicate choice of mounting arrangement, voltage and frequency (see ordering information page).

General purpose steel motors

Technical data for totally enclosed squirrel cage three phase motors

IP 55 – IC 411 – Insulation class F, temperature rise class B

Output kW	Motor type	Speed r/min	Effi- ciency %	Power factor cos φ 100%	Current I _N A	Speed r/min	Effi- ciency %	Power factor cos φ 100%	Current I _N A	Moment of inertia J = ¼ GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure level L _p dB(A)	
1000 r/min = 6-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				Basic design			
45	M2CA 280 SA	988	94.0	0.83	89	991	94.2	0.81	82	1.65	440	66	
55	M2CA 280 SMA	988	94.3	0.84	106	991	94.4	0.82	99	2	475	66	
75	M2CA 315 SA	991	94.8	0.82	146	993	94.9	0.77	143	2.9	630	72	
90	M2CA 315 SMA	990	95.2	0.84	173	992	95.3	0.82	162	3.8	720	72	
110	M2CA 315 MB	990	95.1	0.84	212	992	95.3	0.82	198	4.5	805	75	
132	M2CA 315 LA	988	95.3	0.84	252	991	95.4	0.83	234	5.4	910	75	
132	M2CA 355 SA	991	95.2	0.85	248	993	95.3	0.83	232	6.8	1150	79	
160	M2CA 355 SB	991	95.4	0.84	302	993	95.5	0.82	284	7.6	1220	79	
200	²⁾ M2CA 355 MA	991	95.7	0.84	377	993	95.8	0.82	354	9	1400	79	
250	²⁾ M2CA 355 MB	993	96.0	0.83	477	994	96.0	0.78	465	10.6	1550	79	
315	²⁾ M2CA 355 LKD	991	96.1	0.83	597	993	96.2	0.80	567	13.2	1900	79	
355	²⁾ M2CA 400 MLA	993	96.5	0.85	655	994	96.6	0.83	615	18	2400	80	
400	²⁾ M2CA 400 MLB	993	96.5	0.85	735	994	96.5	0.82	696	18	2400	80	
450	¹⁾ M2CA 400 LKA	993	96.7	0.84	838	995	96.7	0.81	796	21	2700	80	
500	¹⁾ M2CA 400 LKB	993	96.7	0.84	930	994	96.7	0.81	884	21	2700	80	
1000 r/min = 6-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				High-output design			
75	M2CA 280 MB	988	94.5	0.84	144	991	94.5	0.81	137	2.6	545	67	
90	M2CA 280 MC	988	94.8	0.84	174	990	94.9	0.81	164	3.1	815	67	
110	M2CA 280 MD	988	95.1	0.84	210	991	95.2	0.81	200	4.1	835	67	
750 r/min = 8-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				Basic design			
37	M2CA 280 SA	740	93.2	0.80	75	742	93.4	0.76	73	1.85	460	65	
45	M2CA 280 SMA	740	93.8	0.80	92	742	93.8	0.75	90	2.2	500	65	
55	M2CA 315 SA	740	93.9	0.82	108	742	94.0	0.78	105	2.9	630	70	
75	M2CA 315 SMA	739	94.3	0.82	148	741	94.3	0.79	138	3.8	715	70	
90	M2CA 315 MB	739	94.6	0.83	175	741	94.6	0.80	165	4.5	800	77	
110	²⁾ M2CA 315 LA	738	94.7	0.84	213	740	94.8	0.81	198	5.4	900	77	
110	M2CA 355 SA	742	94.8	0.81	216	744	94.9	0.79	204	6.8	1150	75	
132	M2CA 355 MA	742	95.1	0.81	259	744	95.2	0.78	246	7.6	1220	75	
160	²⁾ M2CA 355 MB	743	95.3	0.81	315	744	95.3	0.77	303	9	1400	75	
750 r/min = 8-poles		380 V 50 Hz				415 V 50 Hz				High-output design			
55	M2CA 280 MB	740	94.2	0.81	110	742	94.4	0.77	106	2.85	575	65	

General purpose steel motors

Technical data for totally enclosed squirrel cage three phase motors, two-speed

IP 55 – IC 411 – Insulation class F, temperature rise class F

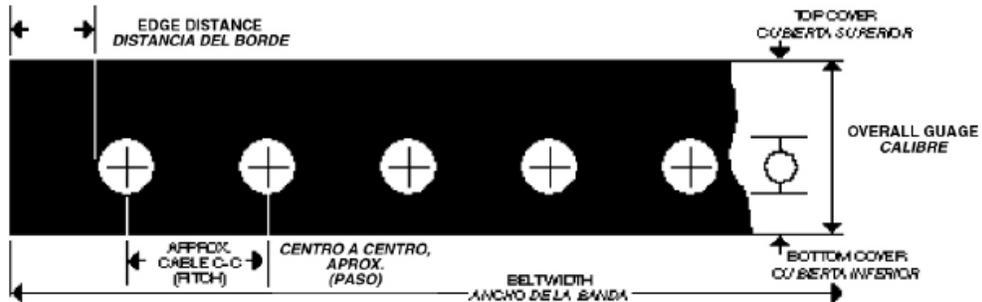
Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency %	Power factor cos φ	Current		Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg
						I _N A	I _s / I _N	T _N Nm	T _s / T _N	T _{max} / T _N		
1500/1000 r/min = 4/6 poles			400 V 50 Hz			Fan drive, two separate windings						
60/18.5	M2CA 280 SA	3GCA 288 114-••A	1487/991	93.5/88.0	0.82/0.76	113/40	7.7/7.4	385/178	2.3/2.9	3.0/2.6	1.15	445
77/25	M2CA 280 SMA	3GCA 288 214-••A	1486/991	93.9/89.3	0.83/0.76	144/54	7.6/7.7	495/241	2.4/3.2	2.9/2.7	1.4	490
90/28	M2CA 280 MB	3GCA 288 324-••A	1485/991	94.2/89.8	0.86/0.78	161/58	7.4/7.7	579/270	2.3/3.2	2.7/2.8	1.7	550
110/32	M2CA 315 SMA	3GCA 318 214-••A	1489/992	95.2/91.2	0.85/0.78	199/67	6.6/6.5	706/308	1.9/2.8	2.6/2.9	2.3	730
125/37	M2CA 315 MB	3GCA 318 324-••A	1488/992	95.5/92.2	0.86/0.79	219/75	6.6/6.4	802/356	1.9/2.9	2.4/2.8	2.9	850
150/44	M2CA 315 LA	3GCA 318 514-••A	1488/991	95.7/92.6	0.87/0.79	260/88	6.6/6.4	963/424	1.9/3.0	2.4/2.7	3.5	970
1500/750 r/min = 4 - 8 poles			400 V 50 Hz			Fan drive, Dahlander-connection						
65/15	M2CA 280 SA	3GCA 288 119-••A	1484/743	93.2/90.0	0.84/0.63	121/38	7.5/5.3	418/193	2.7/2.8	2.9/2.3	1.15	445
80/20	M2CA 280 SMA	3GCA 288 219-••A	1486/743	93.8/91.5	0.83/0.63	150/50	8.5/5.4	514/257	3.3/2.9	3.4/2.6	1.4	490
90/23	M2CA 280 MB	3GCA 288 329-••A	1486/742	94.1/91.8	0.85/0.64	164/56	8.8/5.4	578/296	3.6/2.8	3.5/2.6	1.7	550
110/22	M2CA 315 SMA	3GCA 318 219-••A	1487/744	94.6/92.5	0.85/0.62	197/56	6.8/4.9	706/282	1.9/2.1	2.6/2.5	2.3	730
132/26	M2CA 315 MB	3GCA 318 329-••A	1486/746	94.9/93.0	0.86/0.64	235/65	6.8/4.8	848/334	2.0/2.0	2.6/2.4	2.9	850
160/32	M2CA 315 LA	3GCA 318 519-••A	1486/743	95.2/93.4	0.86/0.64	283/80	7.0/4.8	1028/411	2.1/2.1	2.7/2.5	3.5	970
1500/1000 r/min = 4/6 poles			400 V 50 Hz			Constant torque, two separate windings						
50/32	M2CA 280 SA	3GCA 289 114-••A	1486/987	92.0/90.5	0.84/0.78	94/65	6.9/6.2	321/310	2.0/2.5	2.6/2.2	1.15	445
60/40	M2CA 280 SMA	3GCA 289 214-••A	1486/987	92.6/91.8	0.85/0.78	111/82	7.1/6.6	386/387	2.1/2.8	2.7/2.3	1.4	490
70/47	M2CA 280 MB	3GCA 289 324-••A	1488/989	93.2/92.6	0.84/0.77	131/96	8.0/7.4	450/454	2.6/3.4	3.1/2.5	1.7	550
90/60	M2CA 315 SMA	3GCA 319 214-••A	1488/990	94.3/93.5	0.86/0.77	161/121	5.9/5.8	577/579	1.5/2.6	2.3/2.4	2.3	730
110/75	M2CA 315 MB	3GCA 319 324-••A	1490/989	94.9/93.9	0.86/0.79	195/147	6.8/5.6	705/724	1.9/2.7	2.6/2.3	2.9	850
132/90	M2CA 315 LA	3GCA 319 514-••A	1489/990	95.1/94.1	0.85/0.76	238/181	6.7/6.0	847/868	1.9/3.1	2.7/2.7	3.5	970
160/110	M2CA 315 LB	3GCA 319 524-••A	1491/990	95.3/94.5	0.85/0.79	287/213	7.2/5.8	1025/1061	2.1/2.8	2.7/2.3	3.9	1000
1500/750 r/min = 4 - 8 poles			400 V 50 Hz			Constant torque, Dahlander-connection						
50/32	M2CA 280 SA	3GCA 289 119-••A	1486/743	92.7/91.8	0.88/0.70	89/72	7.2/6.9	321/411	1.9/2.7	2.6/2.5	1.85	460
65/40	M2CA 280 SMA	3GCA 289 219-••A	1486/743	93.1/92.0	0.88/0.69	115/92	7.7/7.2	418/514	2.1/3.1	2.7/2.7	2.2	500
85/50	M2CA 280 MB	3GCA 289 329-••A	1487/743	93.8/92.8	0.88/0.68	149/115	8.5/7.7	546/643	2.5/3.4	2.9/2.9	2.85	575
100/65	M2CA 315 SMA	3GCA 319 219-••A	1487/742	94.2/93.8	0.89/0.74	174/137	6.5/6.3	642/836	1.5/2.1	2.6/2.5	4.1	755
120/75	M2CA 315 MB	3GCA 319 329-••A	1486/742	94.5/94.1	0.90/0.74	204/155	7.0/6.5	739/965	1.7/2.2	2.6/2.6	4.9	845
150/95	M2CA 315 LA	3GCA 319 519-••A	1486/742	94.7/94.2	0.89/0.72	262/204	7.2/6.5	964/1223	2.0/2.4	2.8/2.6	5.8	950

The two bullets in the product code indicate choice of mounting arrangement, voltage and frequency (see ordering information page).

Anexo C**Tipo de correa**

Mediante el catálogo GoodYear, el cual se muestra a continuación, se selecciona la correa transportadora.

FLEXSTEEL BELT CONSTRUCTION
DATOS ACERCA DE LA CONSTRUCCIÓN DE BANDAS FLEXSTEEL



FLEXSTEEL STANDARD SPECIFICATIONS (Imperial/Metric)
ESPECIFICACIONES ESTANDAR DE FLEXSTEEL (Imperial/Métrico)

Belt Designation Designación de la banda	Minimum Ultimate Tension Tensión mínima		Operating Tension Tensión de operación		Cable Diameter (nominal) Diámetro del cable (nominal)		Cable Pitch (approximate) Paso entre los cables (aproximado)		Belt Modulus Módulo de la banda	
	PIW	KN/M	PIW	KN/M	inches/ pulgadas	mm/ milímetros	inches/ pulgadas	mm/ milímetros	PIW	KN/M
Flexsteel ST1250	7138	1250	1070	187	0.213	5.2	0.855	21.7	514000	90000
Flexsteel ST1600	9136	1600	1370	240	0.213	5.2	0.666	16.9	657000	115000
Flexsteel ST2000	11420	2000	1712	300	0.213	5.2	0.533	13.5	822000	144000
Flexsteel ST2500	14275	2500	2140	375	0.213	5.2	0.450	11.4	1030000	180000
Flexsteel ST3150	17987	3150	2697	472	0.327	8.0	0.768	19.5	1290000	227000
Flexsteel ST3500	19985	3500	2996	525	0.327	8.0	0.690	17.5	1440000	252000
Flexsteel ST4000	22840	4000	3424	600	0.378	9.2	0.792	20.1	1640000	288000
Flexsteel ST4500	25695	4500	3852	675	0.417	10.6	0.805	20.4	1850000	324000
Flexsteel ST5000	28550	5000	4280	750	0.472	12.0	1.098	27.9	2050000	360000
Flexsteel ST5400	30835	5400	4623	810	0.472	12.0	1.023	26.0	2220000	389000

- Tension ratings are available in addition to those shown above.
- Other cable diameters may be substituted, according to individual requirements
- Operating tensions are based on a 6.67:1 safety factor.
- Cable pitch based on 48" (1220mm) wide belts.
- Además de lo indicado arriba, se dispone también de otras capacidades de tensión.
- Se pueden intercambiar cables de otros diámetros, según se requiera.
- Los valores de tensión de operación, se basan en un factor de seguridad de 6.67 a 1.
- El montado del cable está basado en bandas de 48" (1200mm) de ancho.

FLEXSTEEL BELT THICKNESS (Imperial/Metric)
ESPOSOR DE LAS BANDAS FLEXSTEEL (Imperial/Métrico)

Belt Designation Tipo de banda	PIW	600-1000	1001-2250	2251-3200	3201-3700	3701-4200	4201-4623
		KN/M	ST701-ST1168	ST1169-ST2626	ST2629-ST3738	ST3739-ST4322	ST4323-ST4906
Cable Diameter Diámetro del cable	Inches	0.150	0.213	0.327	0.378	0.417	0.472
	mm.	3.6	5.2	8.0	9.2	10.6	12.0

APPROXIMATE BELT THICKNESS = CABLE DIAMETER + COVER GAUGES

ESPOSOR APROXIMADO DE LA BANDA = DIÁMETRO DE LOS CABLES + CALIBRE DE LAS CUBIERTAS

FLEXSTEEL BELT WEIGHT (Imperial/metric)
PESO DE LAS BANDAS FLEXSTEEL (Imperial/Métrico)

Belt Designation Tipo de banda	PIW	685	856	1070	1370	1712	2140	2697	2996	3424	3852	4280	4623
	KN/M	ST800	ST1000	ST1250	ST1600	ST2000	ST2500	ST3150	ST3500	ST4000	ST4500	ST5000	ST5400
Carcass Weight (lb/ft ²) Peso estructural		1.5	1.6	2.2	2.4	2.7	3.2	4.3	4.5	5.3	5.9	6.1	6.3
Carcass Weight (kg/m ²) Peso estructural		7.3	7.8	10.7	11.7	13.2	15.6	21.0	22.0	25.9	28.8	29.8	30.8

Cover Compound Componente de la cubierta	Stacker	Premarc	Style B	Style B - LT	Style B - Hot	MSHA/SBR	MSHA - LT	LTORS
Cover Weight per 1/32" (lb/ft ²) Peso de la cubierta por 1/32"	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.19
Cover Weight per 1 mm (kg/m ²) Peso de la cubierta por 1 milímetro	1.13	1.17	1.17	1.17	1.17	1.25	1.25	1.17

APPROXIMATE BELT WEIGHT=CARCASS WEIGHT+COVER WEIGHT

- Minimum pulley cover requirements 5/32" (4mm)
- LT designates Low Temperature compound.

PESO APROXIMADO DE LA BANDA = PESO ESTRUCTURAL + PESO DE LA CUBIERTA

- Requerimiento de cobertura mínima de la polea 5/32" (4mm).
- LT designa a un componente de baja temperatura.

FLEXSTEEL MINIMUM RECOMMENDED PULLEY DIAMETERS (Imperial/metric)
FLEXSTEEL: DIÁMETROS MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA LAS POLEAS (Imperial/Métrico)

Belt Designation Tipo de banda		Minimum Recommended Pulley Diameters (Percent of Rated Tension) Diámetros mínimos recomendados para las poleas (porcentaje de la capacidad de tensión)			
PIW	KN/M	75-100%	50-75%	<50%	Snubs
600-1000	ST701-ST1168	36" (914 mm)	30" (762 mm)	18" (457 mm)	16" (406 mm)
1001-2250	ST1169-ST2628	48" (1219 mm)	36" (914 mm)	24" (610 mm)	20" (508 mm)
2251-3200	ST2629-ST3738	54" (1372 mm)	42" (1067 mm)	36" (914 mm)	30" (762 mm)
3201-3700	ST3739-ST4322	60" (1524 mm)	48" (1219 mm)	42" (1067 mm)	36" (914 mm)
3701-4200	ST4323-ST4906	66" (1676 mm)	54" (1372 mm)	48" (1219 mm)	42" (1067 mm)
4201-4623	ST4907-ST5400	72" (1829 mm)	60" (1524 mm)	54" (1372 mm)	48" (1219 mm)

- Snubs are defined as having 6" or less belt contact and tension less than 50% of belt rating.
- Pulley sizes for Flexsteel belts are determined by face pressure on the pulley and/or the pulley-to-cable diameter ratio.
- All pulleys must be flat as crowned pulleys will cause excessive center tension in the high modulus steel cable product.
- Contact Goodyear for belt tension ratings higher than 4623 PIW (ST5400 KN/M).
- Por definición, la polea de contacto debe hacer un contacto de 152 mm (6 pulgadas) o menos con la banda y una tensión de menos del 50% de la capacidad plena de la banda.
- Las dimensiones de las poleas para las bandas Flexsteel se determinan en base a la presión en la cara de la polea y/o la relación entre la polea y el diámetro del cable.
- Todas las poleas deben ser planas ya que en los diseños de cable de acero de módulo alto, las poleas abombadas producirán un exceso de tensión en el centro.
- Para tensiones mayores de 4623 PIW (ST5400 KN/M), consulte primero con Goodyear.

Anexo D

Reductor

Mediante el catálogo Kumera, el cual se muestra a continuación, se selecciona el Reductor.



Selection table for
Helical Gear Units

LH-1000

Valintataulu
lieriöhammasvaihteille

i	n ₁ 1/min	1080	1100	1125	1160	1180	1200	1225	1250	1280	1315	1355	1400	1450	1500
		P ₁ kW													
1:1	1500	100	205	400	820	1200	1650	2400	3300						
	1000	68	135	265	550	790	1100	1600	2200	3100					
	750	51	100	200	410	590	830	1200	1650	2350	3300	4800			
1,12:1	1500	98	195	380	790	1150	1600	2200	3100						
	1000	65	130	255	530	760	1050	1500	2100	2900					
	750	49	97	190	400	570	800	1100	1550	2200	3100	4500	5800		
1,25:1	1500	87	175	340	740	1050	1500	2050	2900						
	1000	58	120	225	490	710	1000	1350	1900	2700	3800				
	750	44	89	170	370	530	750	1000	1450	2000	2850	4100	5500	8300	
1,4:1	1500	81	165	330	680	990	1400	1900	2650						
	1000	54	110	220	460	660	930	1250	1800	2500	3600	5100			
	750	41	82	165	340	490	700	950	1350	1900	2700	3800	5200	7800	
1,6:1	1500	74	145	290	610	880	1250	1750	2450	3300					
	1000	49	98	195	410	590	830	1150	1650	2250	3100	4600	6400		
	750	37	74	145	310	440	620	870	1250	1650	2350	3400	4800	6800	9700
1,8:1	1500	68	135	265	550	800	1100	1550	2200	3100					
	1000	45	89	175	370	530	750	1050	1450	2050	2800	4100	5800	8400	11500
	750	34	67	135	275	400	560	780	1100	1550	2100	3100	4400	6300	8600
2:1	1500	63	125	240	520	710	1000	1450	2000	2850	3600	5500			
	1000	42	82	160	350	470	670	960	1300	1900	2400	3700	5400	7500	10000
	750	32	62	120	260	350	500	720	990	1400	1800	2750	4000	5600	7700
2,24:1	1500	56	110	210	470	650	910	1300	1800	2500	3400	5100			
	1000	37	74	140	310	430	610	860	1200	1700	2300	3400	5000	6900	9000
	750	28	56	105	235	320	460	640	890	1250	1700	2550	3700	5200	6800
2,5:1	1500	50	98	190	410	580	830	1150	1550	2250	3100	4600			
	1000	33	65	125	275	390	550	780	1050	1500	2100	3000	4300	6400	8300
	750	25	49	95	205	290	410	580	780	1150	1550	2300	3300	4800	6200
2,8:1	1500	42	86	165	360	500	720	1000	1400	2000	2850	4100			
	1000	28	57	110	240	340	480	680	930	1350	1900	2750	4000	5500	7000
	750	21	43	83	180	250	360	510	700	1000	1400	2050	3000	4100	5300
3,15:1	1500	36	71	140	295	430	620	880	1200	1750	2500	3500			
	1000	24	47	94	195	285	420	590	800	1150	1650	2350	3500	4900	6400
	750	18	35	71	150	215	310	440	600	880	1250	1750	2600	3700	4800
3,55:1	1500	32	63	125	260	370	530	740	1050	1500	2150	3100	4400		
	1000	21	42	83	175	250	350	490	690	1000	1450	2050	2900	4100	5900
	750	16	32	62	130	185	265	370	520	750	1100	1550	2200	3100	4400
4:1	1500	27	53	110	225	310	440	640	910	1300	1800	2650	3600		
	1000	18	35	72	150	210	290	430	600	860	1200	1750	2400	3600	5000
	750	13,5	26,5	54	115	155	220	320	450	640	900	1300	1800	2700	3800
4,5:1	1500	22,5	45	90	190	260	370	540	760	1050	1450	2150	3200		
	1000	15	30	60	125	175	245	360	510	710	980	1450	2150	3100	4300
	750	11,5	22,5	45	94	130	185	270	380	530	740	1100	1600	2350	3200
5:1	1500	19,5	39	75	160	225	330	470	630	890	1250	1900	2600	3800	5200
	1000	13	26	50	105	150	220	310	420	590	850	1250	1750	2550	3500
	750	9,8	19,5	38	80	115	165	235	320	440	640	940	1300	1900	2600
5,6:1	1500	16,5	33	63	135	190	275	390	530	780	1050	1550	2250	3300	4500
	1000	11	22	42	90	130	185	260	350	520	720	1000	1500	2150	2950
	750	8,3	16,5	32	68	96	135	195	265	390	540	760	1150	1650	2250
6,3:1	1500	13,5	27	53	110	155	220	320	440	650	900	1300	1900	2650	3700
	1000	9	18	35	74	105	150	215	295	430	600	860	1250	1800	2450
	750	6,8	13,5	26,5	56	78	110	160	220	320	450	650	950	1350	1850

* Forced lubrication required

* Painevoitelu

i	1080	1100	1125	1160	1180	1200	1225	1250	1280	1315	1355	1400	1450	1500	
T ₂ [kNm]	2,5:1	0,77	1,5	3	6,4	9,2	13	18,5	25	36	50	71	100	150	195

i ratio välytyssuhde
n₁ input speed [1/min] ensiöpyörimisnopeus
P₁ nominal power [kW] nimellisteho
T₂ output torque [kNm] toisiovääntömomentti
(calculated for i = 2,5:1, n₁ = 1000) (laskettu i = 2,5:1, n₁ = 1000)

Anexo E

Variador de Frecuencia

El siguiente fragmento fue obtenido desde el catálogo ABB para variadores de frecuencia. En él se muestra el variador de frecuencia seleccionado:

ABB industrial drives, single drives



ABB single drives are complete AC drives, which can be installed without any additional cabinet or enclosure.

Wall-mounted drives

- Series ACS800-01
- Power range 0.55 to 200 kW (230 to 690 V)
- IP21 as standard (UL type 1), IP55 as option (UL type 12)
- Wide range of inbuilt options

For further information, see technical catalogue "ABB industrial drives, ACS800, single drives, 0.55 to 5600 kW", code: 3AFE68375126 EN



■ Marine type approved design available as option

- ABS, BV, DNV, GL, Lloyd's, Rina

For further information about the ACS800-01 marine type approved design, see technical catalogue "ABB drives for marine applications, ACS800-01/-04, 0.55 to 160 kW", code: 3AFE68326753 EN



- Series ACS800-11, regenerative drives
- Power range 5.5 to 110 kW (230 to 690 V)
- IP21 as standard (UL type 1)
- Full scope regenerative drive in one package

For further information, see technical catalogue "ABB industrial drives, ACS800, single drives, 0.55 to 5600 kW", code: 3AFE68375126 EN



- Series ACS800-31, low harmonic drives
- Power range 5.5 to 110 kW (230 to 690 V)
- IP21 as standard (UL type 1)
- Harmonics solution incorporated into the drive

For further information, see technical catalogue "ABB industrial drives, ACS800, single drives, 0.55 to 5600 kW", code: 3AFE68375126 EN



Free-standing drives

- Series ACS800-02
- Power range 45 to 560 kW (380 to 690 V)
- IP21 as standard (UL type 1)
- Extremely narrow

For further information, see technical catalogue "ABB industrial drives, ACS800, single drives, 0.55 to 5600 kW", code: 3AFE68375126 EN



Anexo F

Informe de la Visita al Puerto de Ventanas

Introducción

A continuación se realizará un informe acerca de la visita realizada al Puerto Ventanas el día Martes 24 de Junio.

Cabe mencionar que esta visita tuvo como finalidad poder apreciar en terreno lo que se ha estado diseñando a lo largo del semestre, ya que se tomó al Puerto Ventanas como modelo.

Antecedentes

Puerto Ventanas se localiza en la bahía de Quintero, en la Quinta Región. Puerto Ventanas S.A. es el principal puerto privado de la región central del país, con modernas instalaciones y amplios espacios de acopio, que permiten hacer de éste el mayor puerto granelero de la zona. Éste posee una política de ofrecer un servicio integral a la carga de graneles líquidos y sólidos y a la carga general, basado en altos índices de eficiencia, confiabilidad y seguridad con contratos a largo plazo, que les han permitido consolidar un crecimiento sostenido a través de los años en el número de toneladas transferidas.

Puerto Ventanas posee ventajas competitivas con respecto de otros puertos de la zona como :

- Sitios de mayor calado, lo que implican economías en el costo unitario de fleta marítimo.
- No existen problemas de embancamiento, dando mayor seguridad.
- Disponibilidad de sitios de atraque.
- Administración privada orientada al cliente: satisfacción de las necesidades de sus clientes mediante prestación de servicios portuarios ágiles y eficientes.

Además, Puerto Ventanas posee servicios de estiba (desestiba), almacenaje, transporte terrestre y servicio de bunkering.



Figura F.1: Sistema de transporte terrestre.

Sistema de Correas Transportadoras

Debido a que este informe trata de las correas transportadoras del sistema portuario diseñado, a continuación se presentará los datos recopilados:

En la visita se pudo observar que hay 3 sistemas de correas:

- Correa para el carbón y graneles.
- Correa para el clinker.
- Correa para almacenar mineral.

Éstas poseen dimensiones bastante similares a las diseñadas. Las capacidad de las correas del puerto son de 1500[ton/h], aunque existe un proyecto de duplicar esta capacidad. Sin embargo, no se pudo obtener la velocidad de operación de éstas.



Figura F.2: Correas transportadoras.