



**Candelaria**  
hundi mining

RIGOBERTO BARRERA DÍAZ

Profesor Tutor:  
MG. NAHUR MELENDEZ ARAYA



UNIVERSIDAD  
**DE ATACAMA**



# ANÁLISIS y MÉTODO ESTRATÉGICO PARA CAMBIO DE UN MOTOR ELÉCTRICO DE ANILLOS ROZANTES DE 915 HP A 1000 HP

Planta Pedro Aguirre Cerda

- Charla presentada en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Electricidad



UNIVERSIDAD  
DE ATACAMA



# Análisis y Método estratégico Para Cambio de Motor Eléctrico de Anillos Rozantes de 915HP a 1000HP Planta PAC

Junio 2022

## CAPÍTULO 1

- ANÁLISIS Y FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA CAMBIO DE MOTOR ELÉCTRICO DE 915 HP A 1000 HP

# ANÁLISIS Y FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA CAMBIO DE MOTOR ELÉCTRICO DE 915 HP A 1000 HP

- Introducción
- Análisis y Selección de Motor
  - Fundamento y solicitud del cambio de motor.
  - Criterios para selección y clasificación del motor Adecuado para la aplicación.
  - Alternativas de motores presentadas por proveedor.
  - Motor seleccionado.
- Factibilidad Técnica
  - Descripción técnica del motor eléctrico seleccionado.
  - Memoria de cálculo de conductores.
- Conclusión.



## Introducción

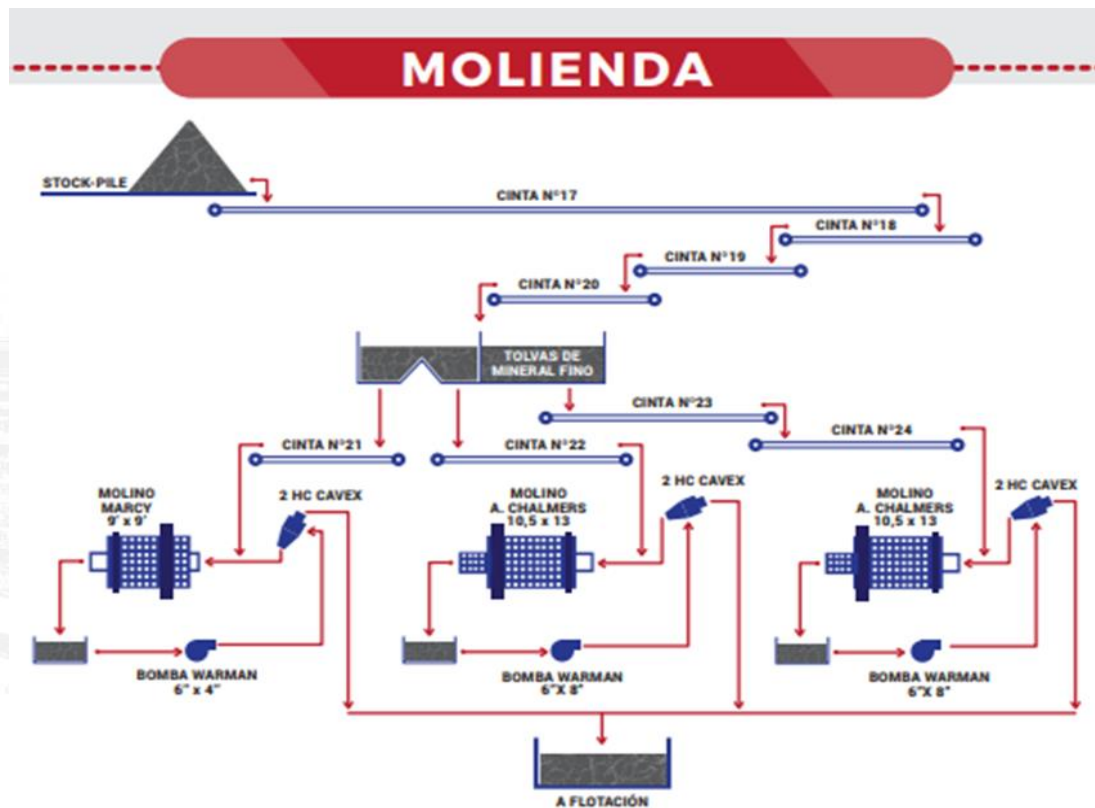
### Planta Pedro Aguirre Cerda Lundin Mining

Compañía Minera Ojos del Salado gestiona una operación ubicada en la comuna de Tierra Amarilla, a 16 kilómetros de Copiapó, que pertenece al denominado “Distrito Candelaria” operado por Lundin Mining. Produce concentrado de cobre a través de la explotación de las minas subterráneas Santos y Alcaparrosa a un promedio de 4000 toneladas diarias de producción.



# INTRODUCCIÓN

Planta Pero Aguirre Cerda  
Lundin Mining





## Introducción

En cada proceso productivo el principal objetivo es cumplir con las metas preestablecidas por diseño, minimizando pérdidas, evitando fallas, para optimizar los servicios y garantizar la operación continua.

El concepto de mejora continua se define como la ejecución constante de acciones que mejoran los procesos en una organización, minimizando al máximo el margen de error y de pérdidas.

Amparados en este concepto se busca optimizar el procesos productivo de molienda, considerando que la producción depende, entre otros conceptos, de tres molino de bolas (40%, 40% y 20% ) uno de los molinos de bolas principales representa el 40% de la producción del proceso, una detención de este equipo represente alto impacto en las metas productivas, de aquí la necesidad de optimizar el servicio de estos.

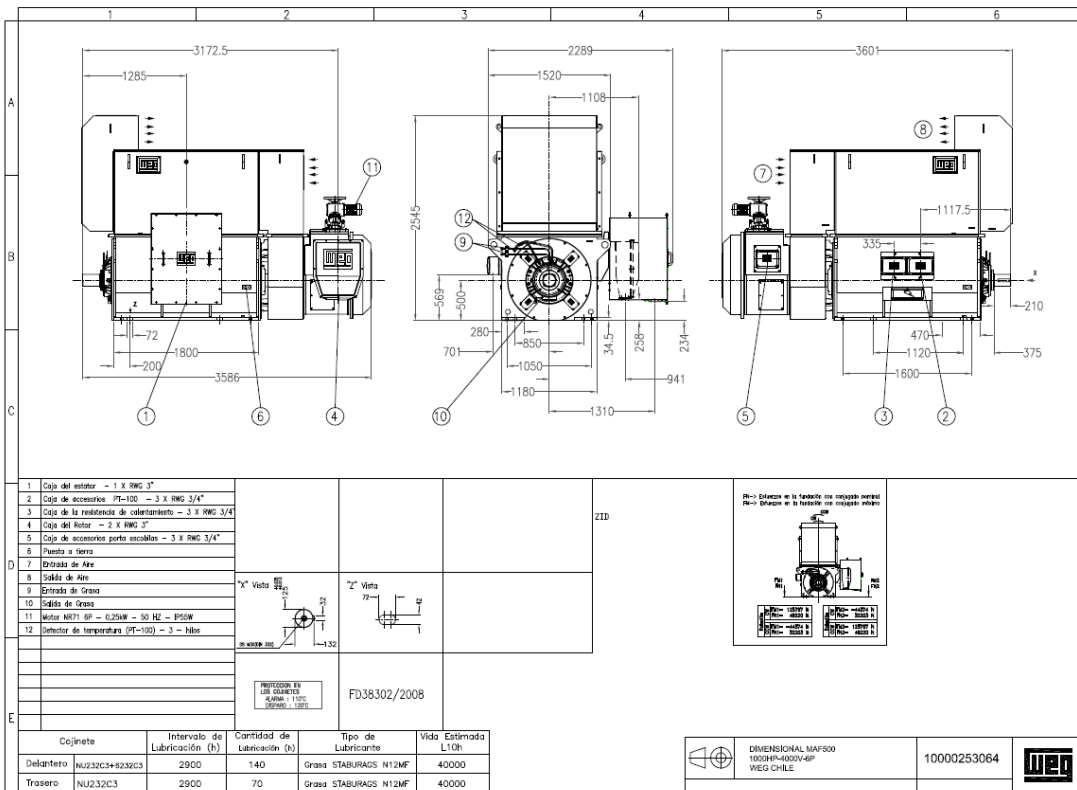
### Fundamento y Necesidad para realizar cambio de Motor 915 HP A 1000 HP

Enfocados en las necesidades del proceso productivo, validadas por especialistas de las áreas de metalurgia y operaciones. Se solicita al departamento de mantenimiento eléctrico e ingeniería de proyecto, aumentar la potencia de trabajo del motor eléctrico del molino de bolas de 915 HP a uno de mayor capacidad 1000 Hp.

Esto debido a que, en condiciones normales, se trabaja permanentemente sobre los valores nominales de potencia del motor eléctrico del molino, esto no permite tener holgura suficiente para ir ajustando las variables del molino para garantizar una operación estable según las necesidades de la producción.



# Alternativas de motores presentadas por proveedor



## Alternativa 1

La primera alternativa de motor de 1000HP presentada por WEG, es similar al motor de 1000 HP aplicado en otro molino de la planta PAC, Para su instalación de este motor en este molino (#3), fue necesario cambiar la sub-base y extender la base con una estructura, debido a que las dimensiones del motor son superiores a la base y sub-base original.



# Alternativas de motores presentadas por proveedor



## Alternativa 3

Se presenta como alternativa el mismo motor instalado en la aplicación del molino número 3



# Tabla comparativa de alternativas

	Uni.	Motor molino 3	Motor Ofrecido Alt 1	Motor Ofrecido Alt 2
Marca		WEG	WEG	WEG
Línea de producto		MAF	MAF	MAF
Tipo		MIRB	MIRB	MIRB
Frame		500C	500	500
Potencia	HP	1000	1000	1000
Tensión	V	4000	4000	4000
Corriente nominal	A	132.8	131.2	131.2
Corriente vacío	A			47.23
Frecuencia	Hz	50	50	50
Rotación nominal	polos	6		6
rpm		985	987	987
Deslizamiento	%			1.3
Conexión		Y	Y	Y
Factor de servicio		1.0	1.0	1.15
factor de portancia		0.86	0.86	0.86
Grado de protección		IP 54		IP55
Rendimiento 100%	%	94.3	95.4	95.4
Clase de aislamiento		F	F	F

	Uni.	Motor molino 3	Motor Ofrecido Alt 1	Motor Ofrecido Alt 2
Ambiente	°C	40	40	40
Alt	m	1000		1000
Peso	ton	8.16	8.1	8.1
Par nominal	Nm			7218
Par mínimo	%			90
Par máximo	%			250
Momento de inercia	kgm2			58
Regimen de servicio			S1	S1
Método de enfriamiento			IC611	IC611
Forma constructiva				B3R
Secundari Voltaje	V	1100	1100	1100
corriente	A	403.3	403.3	403.3
Conexión		Y	Y	Y

Las tres alternativas presentadas poseen las mismas características eléctricas

## Motor seleccionado

La alternativa 2 presentada por WEG, posee las mismas características eléctricas indicadas en los datos de placa del motor que esta instalado en el molino 3.

Las dimensiones de la alternativa 2, permite con respecto al motor existe de 915HP:

- \*montar el motor en la sub-base

- \* la distancia entre los pernos de anclaje y el eje del reductor son idénticas

La diferencia está, que el motor de la alternativa 2 se proyecta en su lado libre, 460mm más hacia afuera.

La alternativa 1 también cumple con la mayoría de las características, pero requiere de una modificación estructura de la base.

**Se selecciona la alternativa numero 2 presentada por el proveedor, ya que coincide con la base actual y cumple con las características eléctricas fundamentales.**



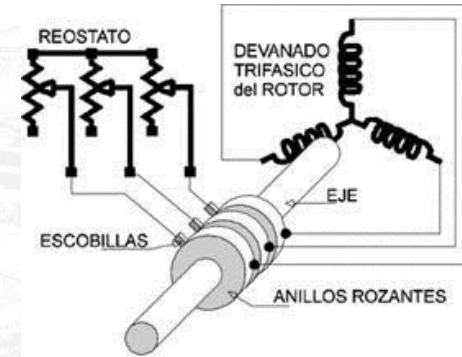
## Descripción técnica del motor eléctrico seleccionado.

- **Motor de inducción trifásico de anillos Rozantes de alza escobillas motorizado:**

también conocido como motor de rotor devanado, con sistema motorizado/manual de levantamiento de las escobillas. El motor de anillos con sistema de levantamiento de las escobillas es ideal para accionamiento de cargas con elevada inercia, donde son necesarios altos torques aliados a bajas corrientes de arranque.

- **Funcionamiento**

Los motores de rotor bobinado posibilitan el aumento de su resistencia rotórica a través de la utilización de una resistencia externa variable (reóstato), conectada al circuito rotórico, aumentando el torque de partida con corriente relativamente baja. El motor parte con las escobillas bajadas y los anillos colectores no cortocircuitados, lo que debe ser garantizado por finales de carrera de señalización, localizadas en los conjuntos de movimiento de estos componentes.





## Motor de inducción trifásico de anillos Rozantes:

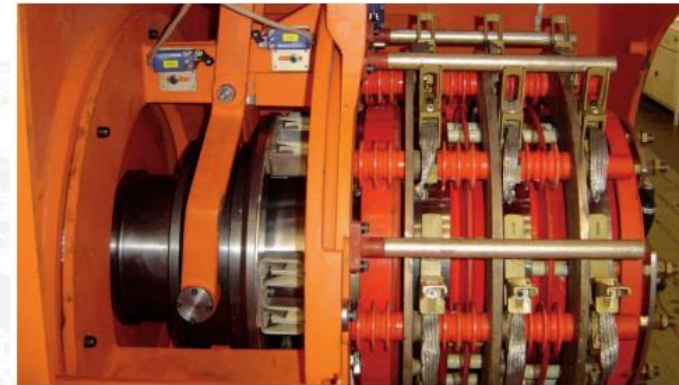
- **Aplicaciones**

Estos motores son recomendados en casos en que la carga posee un alto torque o alta inercia en la partida. Las resistencias externas son utilizados para el proceso de partida del motor, proporcionando elevado torque y reducción de la corriente de partida. Las escobillas permanecen en contacto con los anillos colectores solamente durante la partida del motor, evitando de esta forma, el desgaste desnecesario de las escobillas y anillos colectores durante el funcionamiento en régimen, permitiendo un mayor tiempo de uso para el conjunto.

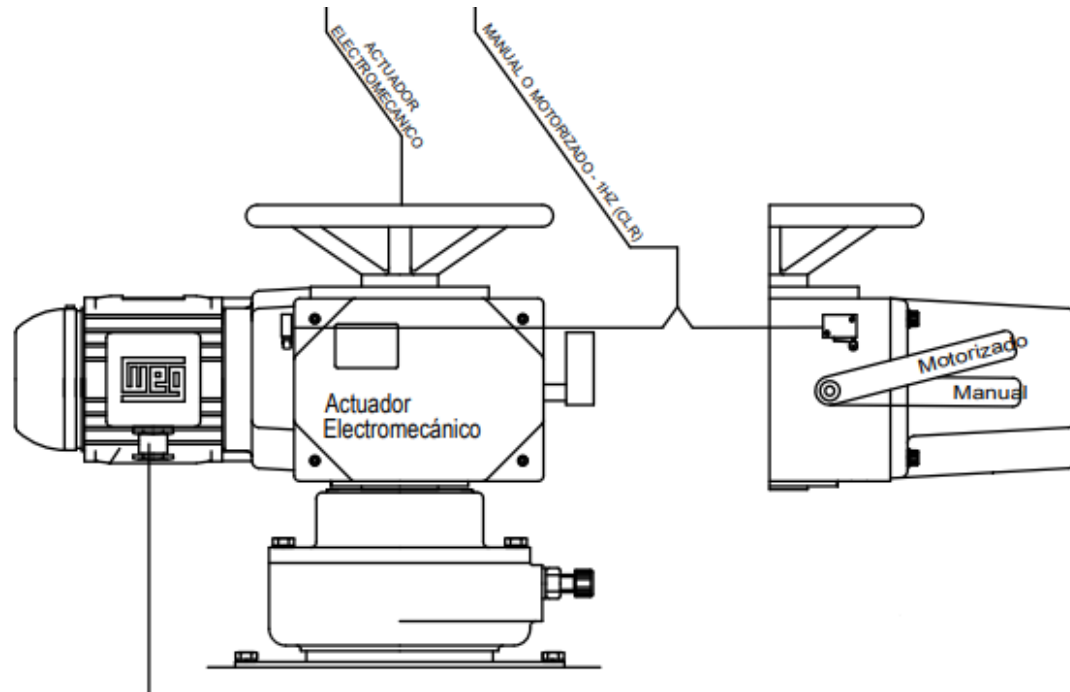
- **Ventajas**

El levantamiento motorizado de escobillas implica ventajas importantes en el desempeño del motor a lo largo de los años:

- Evita el desgaste constante y prematuro de las escobillas y anillos colectores;
- Reduce las paradas para mantenimiento y cambio de escobillas;
- Evita la acumulación de polvo de las escobillas en el interior del compartimiento de las mismas, manteniendo alto el nivel de aislamiento del rotor;
- Aumenta la vida útil de las escobillas, anillos colectores y, consecuentemente, la del motor.



# Sistema alza Escobillas Motorizado



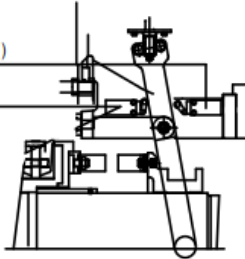
# Sistema alza Escobillas Motorizado

Escobillas Bajadas - 3ZE (CCA2)

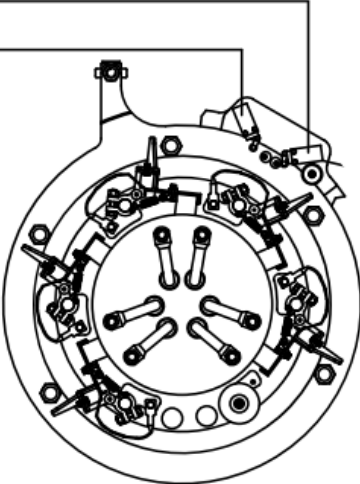
Escobillas Levantadas - 4ZE (CCL2)

Escobillas Levantadas - 2ZE (CCL1)

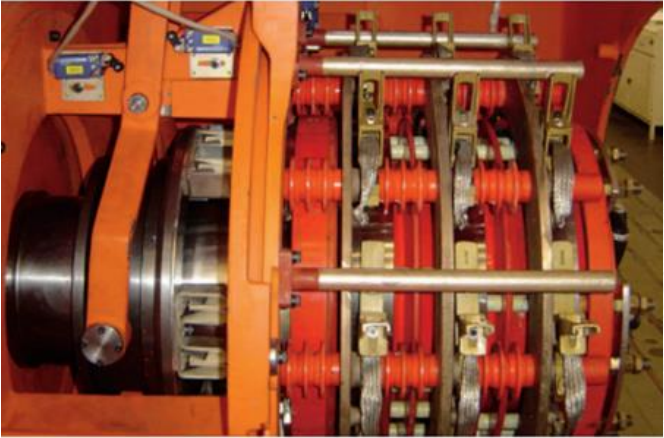
Escobillas Bajadas - 1ZE (CCA1)



Escobillas bajadas y anillo colector no cortocircuitado

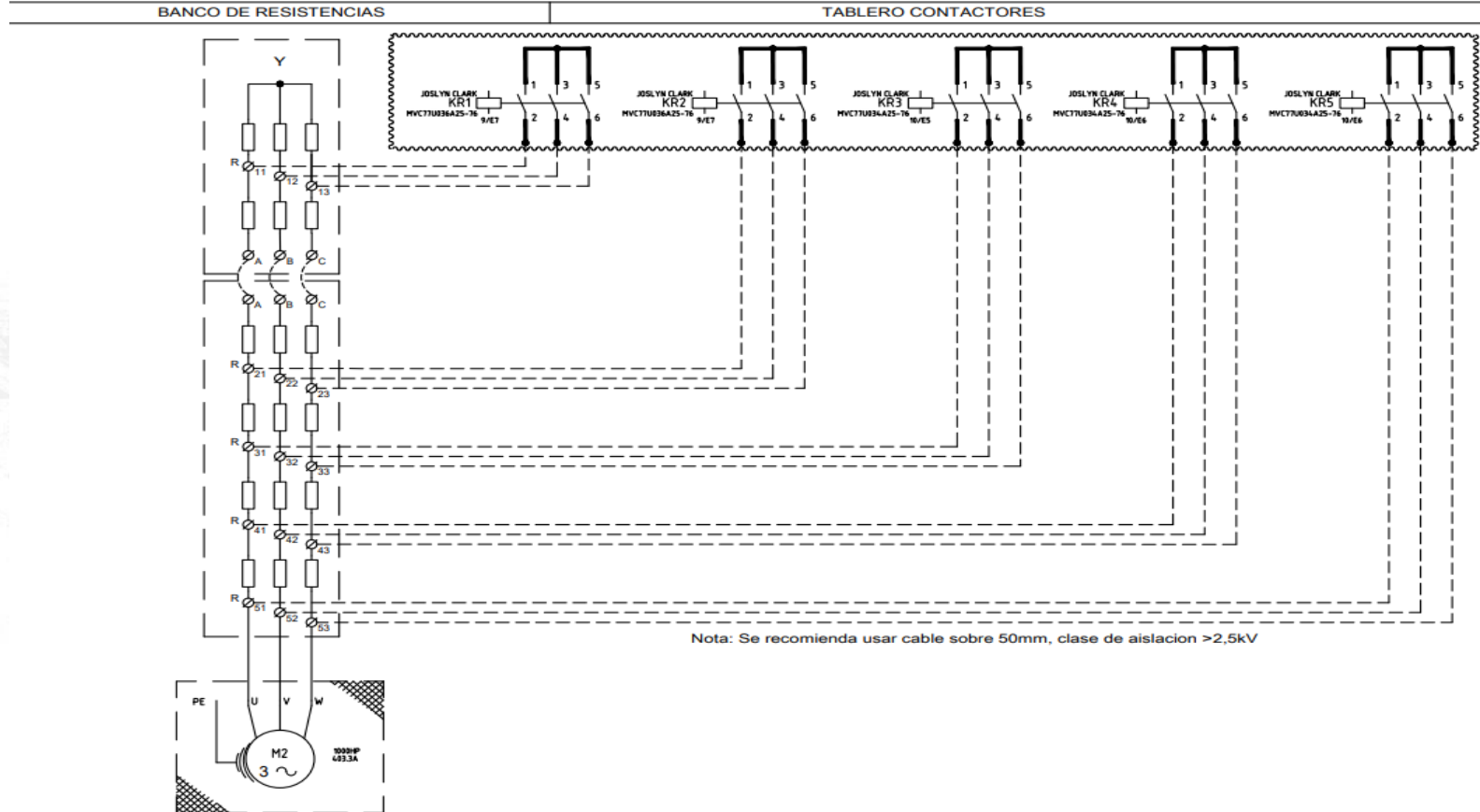


Posicion antes de la partida del motor principal Escobillas bajadas

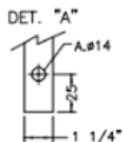
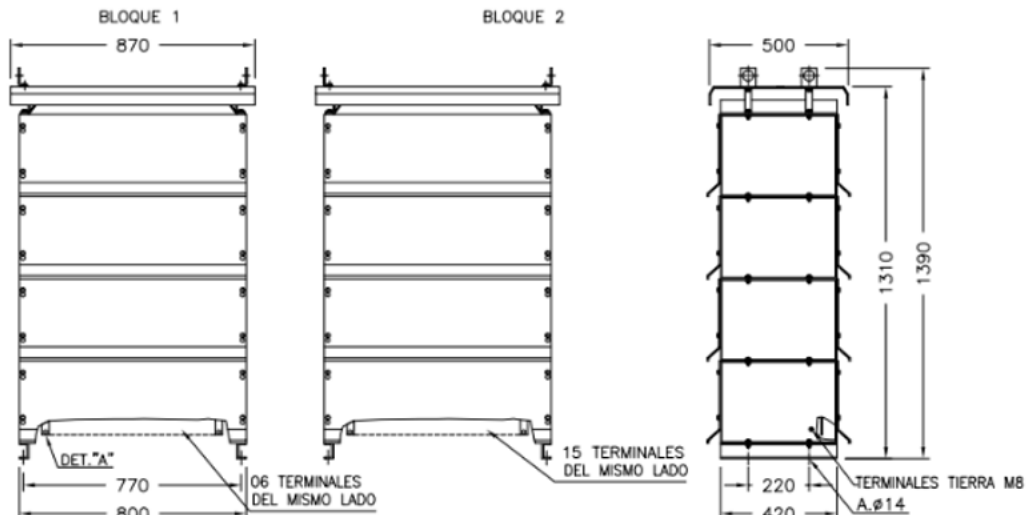


# Banco de Resistencias

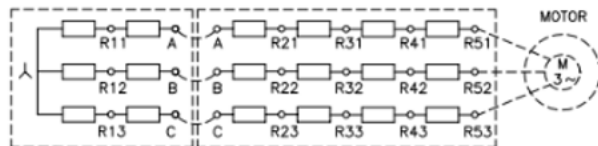
DIAGRAMA DE FUERZA



# Banco de Resistencias



TERMINALES DE CONEXION  
COBRE # 3/16"



CLASE DE SERVICIO.....: 40%ED  
 INSTALACIÓN.....: INTERIOR(IP20)  
 PINTURA.....: ELECTROSTÁTICA  
 COLOR.....: GRIS MUNSELL N6.5  
 MASA APROXIMADA.....: 2X185kg  
 OPERACIÓN.....: MOLINO  
 POTENCIA DEL MOTOR: 1000HP - ROTOR:  $\begin{cases} 1100 \text{ V} \\ 403,3 \text{ A} \end{cases}$

SETOR	RATED RESISTANCE ( $\Omega$ )	TOL (%)	MEASURED RESISTANCE ( $\Omega$ )		
Y-R11	0,713	10	0,6520	0,6510	0,6540
R11-R21	0,412		0,4190	0,4170	0,4180
R21-R31	0,236		0,2140	0,2140	0,2140
R31-R41	0,135		0,1350	0,1342	0,1310
R41-R51	0,078		0,0867	0,0860	0,0851

## Memoria de cálculo de conductores.

- **BASE DEL CÁLCULO**

Los cables alimentadores serán definidos mediante el cálculo de la intensidad de corriente que debe soportar la sección mínima mayor calculada, en base a las cargas y demandas de potencias que estos deben alimentar. Además, cada alimentador en su punto más desfavorable, debe cumplir con una caída de tensión máxima del 3%. Una vez definido el conductor con su respectiva sección, se verificarán sus capacidades en base a criterios de ampacidad y cortocircuito para confirmar su correcta operación. Los conductores deberán poseer secciones adecuadas y que cumplan con los criterios mencionados. Y los alimentadores se definirán de acuerdo a consumos en sus condiciones de operación más crítica y utilizando las mayores longitudes estimadas



- **SELECCIÓN DE CONDUCTORES**

La selección de los conductores para alimentadores, sub-alimentadores y circuitos de motores y otros equipos eléctricos, del Sistema de Baja Tensión, se realizará bajo los criterios de diseño indicados a continuación:

a) La caída de potencial del circuito (Regulación), se ejecutará considerando los valores máximos admisibles, en función de la corriente de carga, la sección y longitud del conductor y los parámetros establecidos por las normas de regulación de los circuitos eléctricos de fuerza (Regulación máxima admisible para circuitos de fuerza 3%)

- **SELECCIÓN DE CONDUCTORES**

b) La capacidad de conducción de cada conductor (Ampacidad), se ejecutará según los valores considerados en la Norma NCh Elec. 4/2003 a temperatura de servicio 90°C y a 40°C de temperatura ambiente, para los diferentes tipos de cables y las diferentes condiciones de instalación.

c) La aplicación de un factor de corrección por sobrecarga ( $I_{dis}$ ) de un 25% sobre la corriente nominal, para los circuitos de alimentación de fuerza de motores y otros equipos que tengan incorporadas protecciones de sobrecarga en sus circuitos de alimentación y para los circuitos de alimentación de fuerza de motores que sean alimentados por Variadores de Frecuencia (VDF), además de soportar la corriente de arranque de motores.

- ESTUDIO DE CARGA ELECTRICA:

Carcasa	: 500	Factor de servicio	: 1.15
Potencia	: 1000 HP	Momento de inercia	: 58 kgm <sup>2</sup>
Polos	: 6	Tiempo de rotor bloqueado	: No se aplica
Frecuencia	: 50 Hz	Elevación de temperatura <sup>3</sup>	: clase B con FS 1.00
Tensión nominal	: 4000 V Conexión: Y	Elevación de temperatura en FS	: clase B con FS 1.15
Corriente nominal	: 131.2 A	Régimen de servicio	: S1
Tensión secundaria	: 1100 V Conexión: Y	Temperatura Ambiente	: -20 °C hasta 40 °C
Corriente secundaria	: 403.3 A	Altitud	: 1000 m
Corriente de arranque	: No se aplica	Grado de Protección	: IP55
Ip/In	: No se aplica	Método de enfriamiento	: IC611
Corriente en vacío	: 47.23 A	Forma constructiva	: B3R
Rotación nominal	: 987 rpm	Sentido de giro <sup>1</sup>	: Ambos
Deslizamiento	: 1.3 %	Nivel de ruido <sup>2</sup>	: 85 dB(A)
Par nominal	: 7218 Nm	Vibración	: A 2.3 mm/s rms
Par de arranque	: No se aplica	Método de Arranque	: Reostato
Par mínimo	: 90 %	Acoplamiento	: Directo
Par máximo	: 250 %		
Clase de aislamiento	: F		
Potencia	50%	75%	100%
Rendimiento(%)	94.8	95.4	95.4
Factor de potencia	0.73	0.83	0.86
		Tipo de carga	: Molino de bolas
		Par de la carga	: 7124 Nm
		Inercia de la carga (J=GD <sup>2</sup> /4)	: 3 x Jmotor

- CÁLCULO DE INTENSIDAD DE CORRIENTE:

La corriente de carga ( $I_c$ ) del generador será calculada mediante la fórmula indicada a continuación:

$$I_c = 131,2 \text{ (A)}$$

Debido al tipo de carga que alimentarán, se considera un factor de seguridad del 25 % que corresponde a la utilización de alimentadores en motores y que se canalicen a través de bandejas porta cables, soportando la corriente de partida del motor. Por lo tanto, la corriente máxima admisible por el conductor será:

$$I_{dis} = I_n * 1,25 = 131,2 * 1,25 = 164 \text{ (A)}$$

La corriente máxima admisible en el rotor es:

$$I_{dis2} = 403 \text{ (A)}$$

## Criterios de seguridad eléctrica:

- Verificación de corto circuito:

Por sus características (gran intensidad y corta duración), durante un cortocircuito todo el calor generado, se invierte en elevar la temperatura del cable. El elemento que va a limitar la temperatura máxima, a la que es capaz de trabajar el cable, es su aislamiento.

- Las propiedades eléctricas y mecánicas de la aislación, revestimientos, más el(los) conductor(es) propiamente tal, no deberán alterarse ante fallas eléctricas, entendiéndose por falla eléctrica a fallas del tipo cortocircuito. Dichas fallas provocan esfuerzos térmicos - mecánicos sobre los materiales componentes de los cables. Para evitar sobrepasar el límite térmico por pérdidas resistivas del cortocircuito transiente (protegido), se consideró como corriente de cortocircuito para 3 ciclos (detección, actuación y despeje de falla).

# VERIFICACIÓN DE CORTOCIRCUITO

- Para el cálculo de la sección mínima de cable por cortocircuito se utiliza la siguiente expresión

$$S = \frac{I_{cc} * \sqrt{t_{cc}}}{K}$$

Donde:

$I_{cc}$  : Corriente de cortocircuito [A]

$S$  : Sección mínima del conductor [ mm<sup>2</sup> ]

$t_{cc}$  : Tiempo de duración del cortocircuito [seg]; considerando 0,1seg

$K$  : Constante propia del conductor, que contempla las temperaturas máximas de servicio y la alcanzada al finalizar el cortocircuito

$K = 115$  Conductores de cobre aislados en PVC

$K = 76$  Conductores de aluminio aislados en PVC

$K = 143$  Conductores de cobre tipo XLP y EPR

$K = 94$  Conductores de aluminio tipo XLP y EPR

ALIMENTADORES						
Carga		$I_{dis}$ (A)	Sección elegida (mm <sup>2</sup> )	Co-ci (KA)	Sección mín. calculada mm2	Cumple
Motor	1000HP	164	85	3,5	7,7	✓



# Criterios de Regulación de tensión

- Para equipos trifásicos que no sean motores, la caída de tensión se representa como sigue:

$$\text{Caída de Tensión [\%]} = \frac{100 \cdot (R \cdot L \cdot \cos(\varphi) + X \cdot L \cdot \sen(\varphi)) \cdot I_n}{\frac{V_n}{\sqrt{3}} \cdot N_{sc}}$$

Donde:

- R : Resistencia del conductor (Ohm/km) a la temperatura máxima de operación del conductor (90°C).
- X : Reactancia del conductor (Ohm/km) a la temperatura máxima de operación del conductor (90°C) y del tipo de cable seleccionado (monoconductor o multiconductor).
- L : Largo del conductor (km).
- I<sub>n</sub> : Corriente por el conductor (corriente de línea).
- V<sub>n</sub> : Voltaje nominal fase – fase caso trifásico y fase - neutro caso monofásico (V).
- N<sub>sc</sub> : Número de subconductores por fase.
- $\cos(\varphi)$  : Factor de potencia.

Criterio de selección del calibre del conductor por este concepto, no debe superar el 3% de caída de tensión

# Crterios de Regulación de tensión

Clase (KV)	Calibre (AWG/M CM)	Construcción	Sección (mm <sup>2</sup> )	a 20°C	a 40°C	Reactancia (Ohm/Km)
				Resistencia (Ohm/Km)	Resistencia (Ohm/Km)	
	4	7/1,96	21,2			
8	1/0	19/1,89	53,46	0.335	0.360594	0.0759352
8	2/0	19/2,13	67,44	0.266	0.2863	0.0749
8	3/0	19/2,39	85,01	0.211	0.2271	0.0716
8	4/0	19/2,68	107,22	0.171	0.1841	

- Según ecuación:
- Largo máximo del cable para una caída de tensión de un 3% es 2368 metros
- Caída de tensión para 80 metros de largo es 2,14 volts
- Caída de tensión en porcentaje para 80 metros de largo es 1,11 %

# Criterios de Ampacidad.

- Para el cálculo de la sección mínima del cable por Ampacidad, se considerará la Norma NCh Elec. 4/2003 a temperatura de servicio 90°C y a 40°C de temperatura ambiente, canalizada por bandeja porta conductores. Utilizando la siguiente expresión, la cual contempla que la corriente de diseño será de un 25% más que la corriente nominal:
- $$I_{dis} = 1,25 * I_N \leq f_{Nc} * A * f_t$$

Donde:

- $I_{dis}$  : Corriente de diseño [A]
- $I_N$  : Corriente nominal [A]
- $f_{Nc}$  : Factor de corrección por Número de Conductores
- $A$  : Ampacidad del conductor [A]
- $f_t$  : Factor de corrección por Temperatura

$f_{Nc}$  : Factor de corrección por número de conductores

- Para conocer el factor de corrección por número de conductores  $f_{Nc}$  se utilizará la Norma NCh Elec. 4/2003 – tabla 8.8, la cual, conociendo la cantidad de cables por ducto, es posible utilizar el factor de corrección correspondiente, que para este caso se utilizará  $f_{Nc} = 0,8$ .

Cantidad de conductores	Factor de corrección $f_n$
4 a 6	0,8
7 a 24	0,7
25 a 42	0,6
sobre 42	0,5

- $f_t$ : Factor de corrección por Temperatura

- Para conocer el factor de corrección por Temperatura  $f_t$ , se utilizará la Norma NCh Elec. 4/2003 – tabla 8.9a, la cual, conociendo la variación de la temperatura ambiente, que en este caso se tomará como temperatura de diseño 35 °C, a la temperatura de servicio (  $T_s = 90^\circ\text{C}$  ), por lo que el factor de corrección correspondiente es de  $f_t = 0,96$

Temperatura ambiente [°C]	Factor de corrección $f_t$		
	Temperatura de servicio del conductor [°C]		
	60	75	90
21-25	1,08	1,05	1,04
26-30	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76
56-60	-	0,58	0,71
61-70	-	0,33	0,58
71-80	-	-	0,41

# Intensidad de Corriente Admisible de los Conductores

- Para conocer la intensidad de corriente admisible de los conductores A, se utilizará la Norma NCh Elec. 4/2003 – tabla 8.7a, grupo A o B para 90°C de temperatura de servicio, según sea el caso para la sección del conductor dimensionada.

Sección [mm <sup>2</sup> ]	Temperatura de servicio [°C]					
	60		75		90	
	Tipos TW, UF		Tipos THW, THWN, TTU, TTMU, PT, PW		Tipos THHN,XTU, XTMU, EVA, USE-RHH, USE-RHHM, ET, EN	
	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B
2,08	20	25	20	30	25	35
3,31	25	30	25	35	30	40
5,26	30	40	35	50	40	55
8,37	40	60	50	70	55	80
13,3	55	80	65	95	75	105
21,2	70	105	85	125	95	140
26,7	85	120	100	145	110	165
33,6	95	140	115	170	130	190
42,4	110	165	130	195	150	220
53,5	125	195	150	230	170	260
67,4	145	225	175	265	195	300
85	165	260	200	310	225	350
107,2	195	300	230	360	260	405
126,7	215	340	255	405	290	455
151,8	240	375	285	445	320	505
177,3	250	420	310	505	350	570
202,7	280	455	335	545	380	615
253,2	320	515	380	620	430	700
303,6	355	575	420	690	475	780
354,7	385	630	460	755	520	855
379,5	400	655	475	785	535	885
405,4	410	680	490	815	555	920
456,0	435	730	520	870	585	985
506,7	455	780	545	935	615	1055
633,4	495	890	590	1065	665	1200
750,1	520	980	625	1175	705	1325
886,7	545	1070	650	1280	735	1455
1.013	560	1155	665	1385	750	1560



# Intensidad de Corriente Admisible de los Conductores

- Dado lo anterior, la sección que cumple con el criterio de Ampacidad se muestra en la siguiente tabla:

ALIMENTADORES					
Equipo		$I_{dis}$ (A)	Sección elegida (mm <sup>2</sup> )	Ampacidad	Cumplimiento Criterio
Motor	1000HP	164	85	225	✓
Rotor		403	380	555	✓

- Dado que las condiciones del criterio de Ampacidad condicionan secciones mayores a las mínimas exigidas por el criterio de caída de tensión, entonces se seguirán verificando criterios en base a estas secciones elegidas

# Canalizaciones

- En cumplimiento a la normativa, en cuanto al porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores, para tres cables (3 F) de 3/0 AWG, debe considerarse un porcentaje de ocupación del 35%.
- 3 conductores ocupa  $1460 \text{ mm}^2$
- Por lo tanto, la sección mínima de la canalización es  $4173 \text{ mm}^2$
- **Cañería mínima 3"**

## Conductores seleccionados, según memoria de cálculo.

Los conductores de cobre elegidos para cada alimentador son los siguientes:

- De cobre, aislación XLPE
- Tensión Máxima de Servicio: 8 kV respectivamente
- Temperatura Máxima de Servicio: 90°C
- Sobrecarga de Emergencia: 130°C
- Temperatura de Cortocircuito: 250°C

Equipo		$I_{dis} (A)$	$I_N (A)$	Sección elegida (mm <sup>2</sup> )	Sección elegida (AWG/MCM)	Caída de Tensión Régimen permanente (%)
Motor	Estator	164	131,2	85	3/0	1,11
Motor	Rotor	403	403	380	750	

# Condiciones y modificaciones necesarias para realizar el cambio de motor.

Dentro de las principales modificaciones según el estudio de protecciones y diferencias entre los motores se debe realizar lo siguiente

## **Cambio de conductores de rotor y estator:**

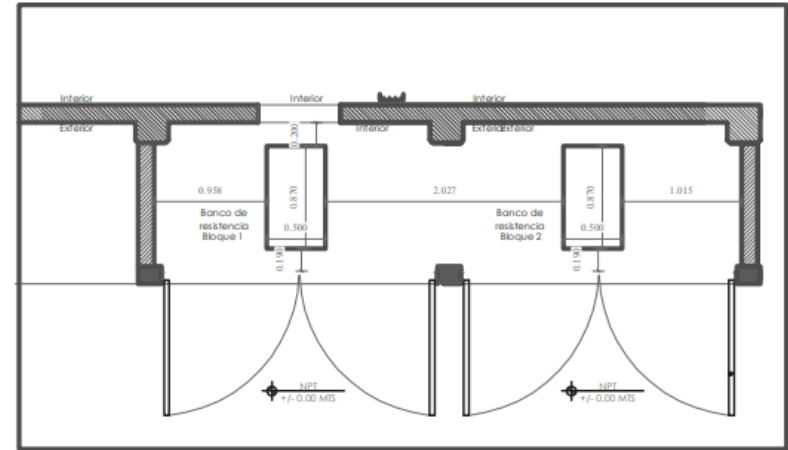
- Conductor del rotor anterior 2/0 AWG a 3/0 AWG
- Conductor del estator actual 500 MCM a 750 MCM

Condiciones y modificaciones necesarias para realizar el cambio de motor.

### Extensión estructural de sala eléctrica:

Dado a que las resistencias rotóricas son de otra característica, requieren de un tablero de control adicional.

Además el banco de resistencias en sí es de mayores dimensiones y de distribución distinta. Por ello se requiere una instalación adicional a la sala eléctrica existente.



**PLANO DISTRIBUCION BANCOS DE RESISTENCIAS**  
Escala 1:50

## Conclusión

- Principalmente se debe tener en consideración que, para realizar un cambio de equipo en la industria, es necesario aplicar controles de ingeniería que garanticen el éxito en los procesos de montaje, puesta en servicio y operación segura del equipo.
- Tomando en consideración el análisis técnico y teniendo en cuenta todos los controles ingenieriles realizados, tales como: Análisis y comparación de características eléctricas; Mejoramiento y modernización de sistemas; Chequeo de dimensiones comparación de características eléctricas; Cálculo de Conductores y seguridad eléctrica. Podemos concluir que al tener claras las condiciones y aspectos que se deben considerar para poder llevar a cabo el cambio de motor se puede continuar con el desarrollo de las estrategias para programar de buena forma el cambio del motor de 915 HP por el de 1000 HP.
- La experiencia fundamental con lo realizado, nos hace notar que, una modificación del proceso productivo requiere de una serie de actividades previas que son determinantes para dar curso a la ejecución del cambio solicitado, o reevaluar alguna otra alternativa para obtener el resultado esperado, respondiendo al principio de mejora continua esperado.





# Gracias

por su atención