

# INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

## PROYECTO FINAL

**Dimensionamiento de Planta de Briqueteado  
para el Aprovechamiento de Residuos Finos  
de la Producción de Cal Dolomítica  
para Calera de San Juan**

### **AUTORES**

**Rodolfo Ezequiel Balmaceda**

**Leoncio Leonel Israel Nieto**

**Pierino Adrian Savio**

**LA RIOJA 2023**

**Dimensionamiento de Planta de Briqueteado para el Aprovechamiento de Residuos Finos de la Producción de Cal Dolomítica para Calera de San Juan**

**Autores**

**Rodolfo Balmaceda, Leoncio Nieto, Pierino Savio**

Proyecto Final - Ingeniería Electromecánica

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Rioja

**Profesor adjunto:** Ing. Claudio Aegerter

**JTP:** Ing. Mónica Patricia Alitta

**Tutor de proyecto:** Ing. José Antonio Cabana

**Nota de Autores:** Este proyecto fue realizado específicamente para una planta de producción de cal dolomítica perteneciente a una empresa que, por motivos legales, la llamaremos ficticiamente CALERA S.A., la misma nos permitió visitar su planta de producción de Cal Dolomítica ubicada en la localidad de Los Berros del departamento Sarmiento de la provincia de San Juan y realizar el relevamiento de datos pertinentes para la realización del dimensionamiento de la planta.

**PRESENTACIÓN**

Los autores del presente trabajo son alumnos de la cátedra “Proyecto Final” de 5to año de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional La Rioja de la Universidad Tecnológica Nacional, quienes otorgan a esta casa de altos estudios la responsabilidad del resguardo intelectual del mismo.

**AUTORIZACIÓN**

La Rioja ... de Abril de 2023

El señor, Ing. Aegerter Claudio Julián, profesor de la cátedra “Proyecto Final” de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Rioja.

**AUTORIZA**

A los señores, Balmaceda Rodolfo Ezequiel, Nieto Leoncio Leonel Israel y Savio Pierino Adrian, a presentar el Proyecto Final de Carrera titulado:

**“Dimensionamiento de Planta de Briqueteado para el Aprovechamiento de Residuos Finos de la Producción de Cal Dolomítica para Calera de San Juan”**

Lo que manifiesta en su calidad de profesor adjunto de cátedra del mismo, en cumplimiento de las normas vigentes en esta Universidad para presentación de Proyectos Finales.

---

Ing. Aegerter Claudio Julián

**AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a nuestras familias, por el enorme esfuerzo que hicieron desde el primer día que pisamos esta facultad y por el apoyo incondicional durante toda nuestra carrera universitaria.

También queremos agradecer a nuestros profesores de la facultad que, con gran dedicación y vocación, nos instruyeron durante todo el cursado de materias e incluso en tiempos extras, para despejarnos dudas o ayudarnos a resolver problemas prácticos de las distintas cátedras.

Por otro lado, agradecer a nuestros compañeros, con los que siempre tuvimos excelentes grupos de estudio a lo largo de toda la carrera, que nos sirvió para poder avanzar y superar algunos obstáculos en el camino.

También agradecer a los amigos, esos incondicionales, que nos aguantaron en momentos difíciles y festejaron con nosotros los momentos de felicidad plena a la hora de aprobar un final o promocionar una materia.

Y, por último, vaya un especial agradecimiento y dedicatoria de este gran logro a aquellos que ya no están físicamente con nosotros, pero que siempre vivirán en nuestros corazones y en nuestros recuerdos, y decirles que por fin lo logramos, para que se sientan orgullosos estén donde estén.

¡GRACIAS, MUCHAS GRACIAS A TODOS!



**ALCANCE**

El presente proyecto incluye el estudio técnico y el diseño del proceso necesario para aprovechar los residuos finos que se producen durante la fabricación de cal dolomítica por medio de la calcinación de la cal. Para ello se realiza el cálculo, selección y distribución en planta de máquinas y equipos auxiliares, dimensionamiento eléctrico en MT y BT, dimensionamiento de tableros de distribución en BT, diagrama de flujo del proceso, diseño de la filosofía de control y la confección de planos de tableros eléctricos, filosofía de control y planta completa. También se hará un análisis de costos del proyecto, como así también un análisis de impacto ambiental.

Se excluyen de este proyecto el cálculo de bases civiles, el dimensionamiento mecánico de la estructura metálica que soporta toda la instalación y la obra civil que requiera el emplazamiento de la planta; ya que la ejecución de la solución propuesta en este proyecto depende exclusivamente de la empresa en cuestión.

**OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de este proyecto es reutilizar los residuos finos que se generan durante la producción de cal dolomítica, transformándolos en briquetas de cal que cumplan con los estándares de granulometría para su comercialización, de esta manera el material puede volver a ser cribado y pasar a formar parte del producto terminado de la planta, mejorando así la eficiencia de todo el proceso de obtención de cal. Como base de estudio se tomó una planta de producción de cal dolomítica ubicada en la provincia de San Juan, que almacena estos desechos en tolvas para luego ser descartados.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

El presente proyecto de dimensionamiento de planta de briqueteado, se propone 2 objetivos específicos bien definidos.

1) Maximizar la eficiencia del proceso productivo de cal dolomítica reutilizando desechos de la planta para convertirlos en producto terminado.

2) El proceso de briqueteado debe ser sustentable, esto se logra con equipos sellados, transiciones herméticas entre equipos y un sistema de recolección de polvos que evita la polución, generada en la producción de briquetas de cal, filtrando el aire que ingresa al proceso y liberando aire limpio al ambiente.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1. Cal Dolomítica .....	10
1.2. Fabricación de Cal Dolomítica.....	12
<b>2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE BRIQUETAS .....</b>	<b>16</b>
2.1. Máquinas y Equipos Auxiliares .....	19
2.1.1. Transportador gusano alimentador (TGA-01).....	20
2.1.2. Elevador de cangilones (ECA-01).....	21
2.1.3. Dosificador de estearato de calcio (DVO-01) .....	21
2.1.4. Transportador helicoidal mezclador (THM-01) .....	21
2.1.5. Transportador helicoidal mezclador (THM-02) .....	22
2.1.6. Silo pulmón (SIL-01).....	22
2.1.7. Máquina briqueteadora (BRI-01) .....	22
2.1.8. Tubo vibrante (TVI-01).....	22
2.1.9. Elevador de cangilones (ECA-02).....	23
2.1.10. Tubo vibrante (TVI-02).....	23
2.1.11. Colector de polvos (CPO-01) .....	23
<b>3. CÁLCULOS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS AUXILIARES.....</b>	<b>25</b>
3.1. Cálculo de THM-01 y THM-02 .....	26
3.2. Cálculo de TGA-01 .....	33
3.3. Cálculo de ECA-01 y ECA-02.....	36

<b>DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA DE BRIQUETEADO</b>	<b>7</b>
3.4. Cálculo de TVI-01 y TVI-02.....	38
<b>4. DIMENSIONAMIENTO DE COLECTOR DE POLVOS.....</b>	<b>42</b>
4.1. Conceptos Básicos.....	42
4.1.1. Velocidad de asentamiento y velocidad de filtración.....	43
4.1.2. Cantidad de mangas y área de filtrado.....	45
4.1.3. Pérdidas de carga.....	46
4.1.4. Selección del ventilador.....	48
4.2. Cálculo de CPO-01.....	49
4.2.1. Cálculo de velocidad de filtración.....	49
4.2.2. Cálculo de dimensiones y cantidad de mangas.....	50
4.2.3. Cálculo de pérdidas de carga.....	51
4.2.4. Cálculo del ventilador.....	60
<b>5. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>61</b>
5.1. Trinchera y Poste.....	61
5.2. Celda y Transformador.....	62
<b>6. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>66</b>
6.1. Tablero de Distribución y Corrección de Factor de Potencia.....	66
6.2. Centro de Control de Motores (CCM).....	67
6.3. Arranques de Máquinas y Equipos.....	69
6.3.1. Arranque directo.....	69
6.3.2. Arranque con variador de frecuencia (VDF).....	71
6.4. Desconector de Campo.....	73

<b>DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA DE BRIQUETEADO</b>	<b>8</b>
6.5. Consumo de Energía Eléctrica .....	74
<b>7. INSTRUMENTACIÓN Y FILOSOFÍA DE CONTROL .....</b>	<b>77</b>
7.1. Descripción del Proceso .....	77
7.2. Secuencia de Arranque y Parada.....	80
7.2.1. Llenado de Silo SIL-01.....	80
7.2.2. Briqueteado.....	81
7.4. Listado de Instrumentos de Campo.....	82
7.5. Dimensionamiento del PLC .....	83
<b>8. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>85</b>
8.1. Estructura de Desglose de Trabajos .....	85
8.2. Empresas Disponibles .....	86
8.3. Diagrama de Gantt .....	86
<b>9. ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>88</b>
9.1. Costos Unitarios .....	88
9.2. Costos de Ingeniería.....	89
9.3. Costos de Equipos .....	89
9.4. Costos de Instalaciones y Edificios.....	90
9.5. Costos de Pruebas de Funcionamiento.....	90
9.6. Costos Totales .....	91
9.7. Flujo de Caja del Proyecto .....	91
9.8. Período de Recuperación de Inversión.....	92
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO I - ILUSTRACION DE MÁQUINAS Y EQUIPOS .....</b>	<b>95</b>

1. TRANSPORTADOR GUSANO ALIMENTADOR TGA-01 .....	95
2. ELEVADORES DE CANGILONES ECA-01 Y ECA-02.....	96
3. DOSIFICADOR DE ESTEARATO DE CALCIO.....	97
4. TRANSPORTADOR HELICOIDAL MEZCLADOR THM-01 Y THM-02 .....	98
5. SILO PULMÓN SIL-01 .....	99
6. MÁQUINA BRIQUETEADORA BRI-01 .....	100
7. TUBO VIBRANTE TVI-01 Y TVI-02.....	101
8. COLECTOR DE POLVOS CPO-01 .....	102
<b>ANEXO II - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>103</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	106
2. MARCO LEGAL APLICABLE.....	108
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	112
4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE.....	113
5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO .....	127
6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	135
7. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS .....	140
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	145
9. BIBLIOGRAFÍA .....	147
<b>ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO .....</b>	<b>148</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Cal Dolomítica

La cal es un término genérico que se designa a todas las formas físicas en las que pueden aparecer el óxido de calcio y el de magnesio, ( $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ ) y/o el hidróxido de calcio y/o el de magnesio, ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ). Se obtiene como resultado de la calcinación de la piedra caliza o dolomita respectivamente.

La cal obtenida de piedra caliza se ha utilizado desde la más remota antigüedad como conglomerante en la construcción y también para pintar muros y fachadas de edificios, es una sustancia alcalina constituida por óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), de color blanco o blanco grisáceo, que al contacto con el agua se hidrata o “apaga”, con desprendimiento de calor, y mezclada con arena forma un mortero de cal que se usa para pegar ladrillos y revocar paredes.

La cal obtenida de dolomita, también llamada cal dolomítica, es óxido de calcio y magnesio ( $\text{CaMgO}_2$ ) y, en la siderurgia, tiene un papel crítico en los diferentes pasos del proceso de fabricación del acero. Este tipo de cal es la que particularmente se obtiene en la planta de producción que se tomó como base de estudio para este proyecto.

Como se mencionó anteriormente, durante la fabricación del acero, la cal viva dolomítica es comúnmente utilizada en hornos convertidores de oxígeno y hornos eléctricos de arco, donde ayuda a la formación de escoria y eliminación de impurezas como azufre, sílice y fósforo. La calidad y la cantidad de cal utilizada tiene un efecto directo en la calidad de la escoria, que afecta a los resultados metalúrgicos, la vida del refractario, el rendimiento del metal líquido y la productividad. Por lo tanto, influye sobre el costo total de la producción de acero.

Gracias a su alta reactividad, estos productos son fundentes y actúan en la captación de las impurezas, ayudando a limpiar el acero y protegiendo los refractarios. El agregado de cal

dolomítica es indispensable para la formación de una calidad de escoria adecuada con una buena consistencia durante el proceso en el horno eléctrico.

Como sus mayores beneficios podemos mencionar que facilita la purificación del acero en el proceso de fundición, eliminando principalmente el azufre, el fósforo y el silicio; protege el recubrimiento refractario de los hornos de fundición de acero, alargando su tiempo de vida útil y generando ahorros en el proceso productivo.

La dolomita calcinada constituye una de las diversas materias primas utilizadas para la fabricación de ladrillos refractarios empleados en hornos de acerías. También se utiliza en la fabricación de vidrio plano, donde el óxido de magnesio (MgO) actúa como estabilizante, mejorando la resistencia del vidrio al ataque de los gases y la humedad.

Para que la cal dolomítica pueda ser aprovechada por la industria siderúrgica es necesario que el tamaño de las partículas de ésta cumpla con un rango de granulometría específico, ya que si las mismas son más finas de lo necesario serían arrastradas por el proceso de eliminación de polvos de la planta de producción de acero y básicamente se convertirían en residuos de dicha planta y, si las partículas son más gruesas de lo que se requiere, éstas influirían negativamente en la eficiencia del proceso de producción de acero, ya que tomaría más tiempo del necesario disolver el material en la fundición.

En lo mencionado anteriormente está la clave para proponer el presente proyecto buscando lograr un mayor aprovechamiento de la producción de cal dolomítica, tomando los residuos finos y haciendo que éstos se transformen en partículas de granulometría aceptable a través de un proceso llamado briqueteado que, en palabras simples, se trata de juntar un sólido pulverizado y compactarlo para crear un sólido más grueso con ayuda de un aglutinante neutro que no cambia las propiedades del material en cuestión.



**1.2. Fabricación de Cal Dolomítica**

El proceso de fabricación de cal por lo general consta de 5 etapas: extracción, trituración, calcinación, hidratación y envasado. En el caso de tratarse de cal dolomítica para su utilización en la industria siderúrgica, las etapas de hidratación y envasado no son necesarias ya que se requiere, por un lado, que sea cal viva, y por otro, que la venta de este tipo de cal sea a granel. Es por ello que sólo explicaremos a continuación las primeras 3 etapas del proceso.

La extracción de la piedra dolomítica tiene lugar en yacimientos mineros, en donde se realizan perforaciones, según el plan de minado diseñado, y se cargan los barrenos con explosivo para el tumbe. Una vez ocurrida la voladura, se carga el material fragmentado en camiones y se transporta al sistema de trituración. Durante el proceso de trituración, la piedra fragmentada proveniente de la extracción es reducida de tamaño y se clasifica según su granulometría requerida para el proceso de calcinación. El material es transportado mediante bandas transportadoras hacia los stock-piles de los hornos para que en ellos se realice el proceso de calcinación.

La cal dolomítica, propiamente dicha, se produce por cocción de la piedra dolomita mediante flujos de aire caliente que circulan por los huecos o poros de los fragmentos rocosos, esta cocción se lleva a cabo en hornos de doble cuba y flujo regenerativo y durante este proceso el material pierde dióxido de carbono, produciéndose así el óxido de magnesio. Debido al tamaño y forma homogénea de los fragmentos, la cocción ocurre desde la periferia hasta el centro, quedando perfectamente calcinada la piedra.

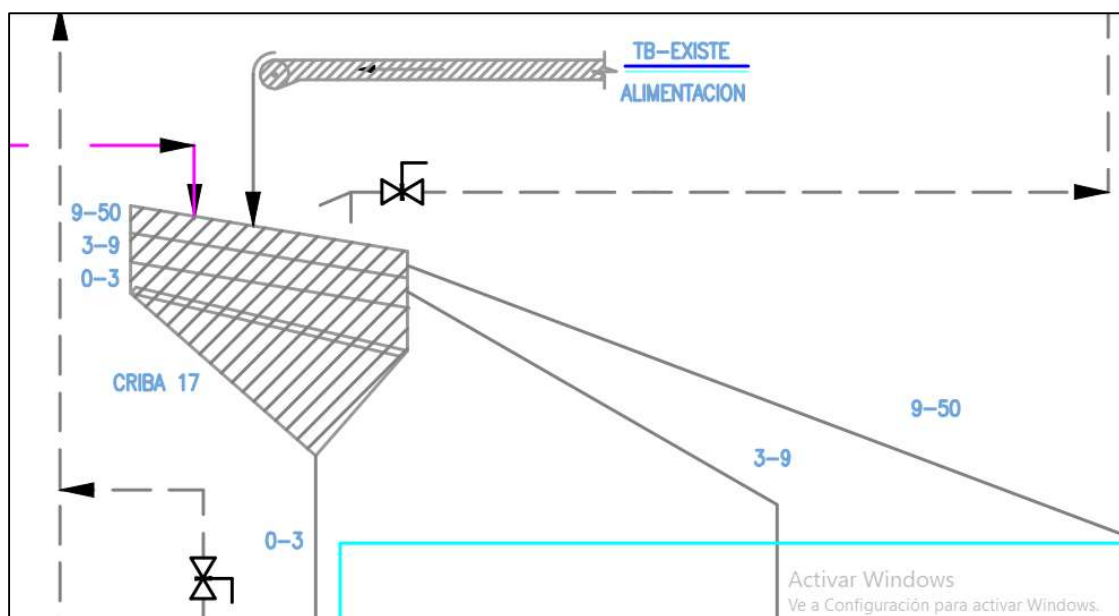
Luego del proceso de calcinación la cal se enfría haciendo circular aire a través de ella, que extrae el calor del material y lo lleva de nuevo hacia el horno para precalentar las piedras que van ingresando al mismo, de allí su nombre “flujo regenerativo”. La cal enfriada es transportada mediante una cinta de banda hacia el sector de manejo de cal viva, donde es triturada por un molino

de rodillos simples con una separación entre ellos de 50mm, particularmente hablando de las instalaciones de la empresa que visitamos. La descarga del molino se hace sobre una banda transportadora inclinada que permite elevar el material y descargarlo sobre una criba vibratoria. En ella se produce la separación de la cal según su granulometría, para nuestro caso de estudio se trata de una criba de 2 mallas ilustrada en la Figura 1. Esta máquina permite obtener 3 tamaños distintos de separación, 1 por cada malla y los residuos finos.

### Figura 1

*Ilustración de criba y sus mallas, fragmento del diagrama de flujo del proceso (DFP)*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



El primer nivel de separación es 9-50, es decir que solo deja pasar material al siguiente nivel de la criba con granulometría menor a 9mm y el resto del material con granulometría entre 9mm y 50mm continua hacia la cinta transportadora que lo depositara en las tolvas TAM-05 y TAM-06. Este procedimiento está ilustrado en la Figura 2.

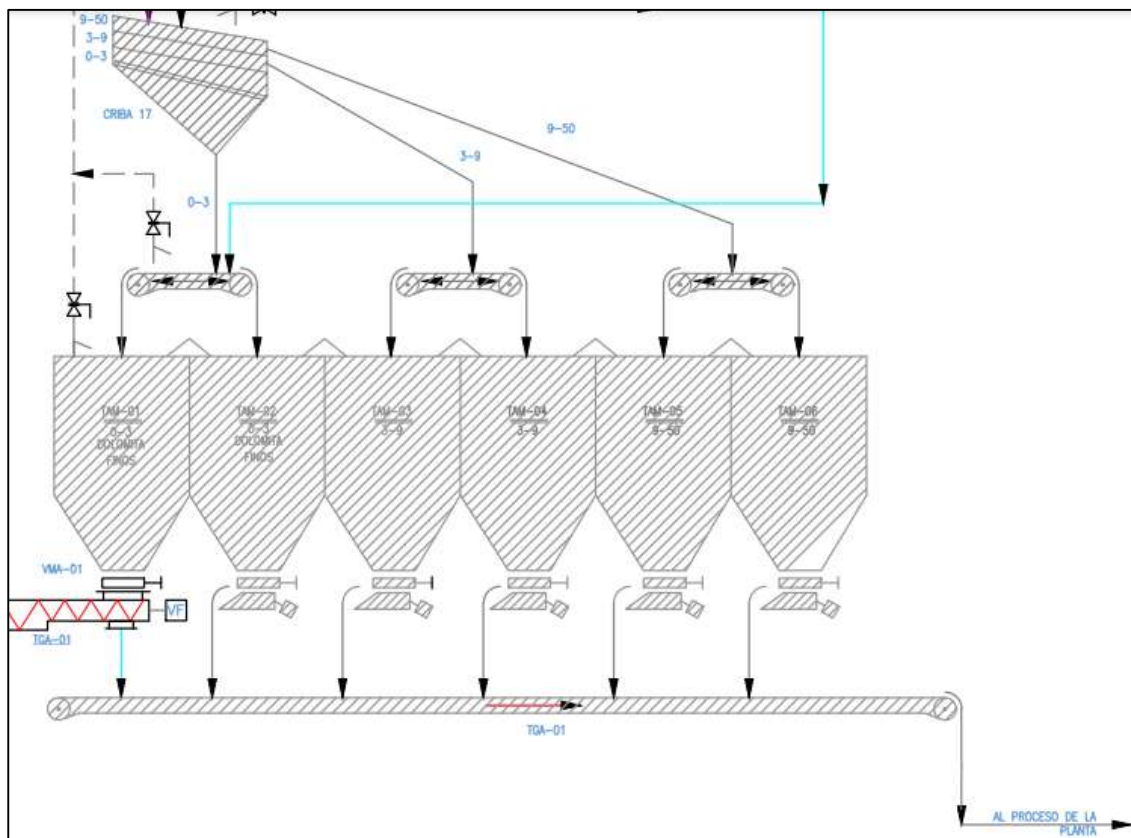
El segundo nivel es 3-9, es decir que, análogamente al primer nivel, solo deja pasar material al siguiente nivel con granulometría menor a 3mm y el material comprendido entre 3mm y 9mm

continua hacia la cinta transportadora que lo depositara en las tolvas TAM-03 y TAM-04, también podemos ver este proceso ilustrado en la Figura 2.

## Figura 2

*Separación por granulometría en tolvas, fragmento del diagrama de flujo del proceso (DFP)*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



El resto del material que pase a través de la malla de este nivel, será considerado residuo fino, y éstos se depositarán en la tolva TAM-01 o TAM-02 según corresponda.

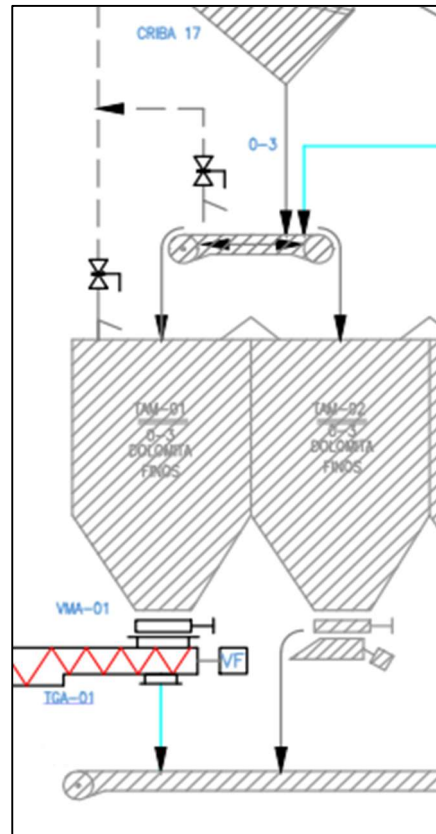
Para ello se desemboca ésta salida de la criba a una cinta transportadora bidireccional que, mientras el proceso de briqueteado esté activo, transportará el material hacia la tolva TAM-01 como se ve en la Figura 3 y de allí iniciará el recorrido hacia la briqueteadora. En el caso de que el proceso de briqueteado, por cualquier motivo, no esté en funcionamiento, la cinta cambiará su sentido de giro de manera automática permitiendo que el material sea transportado hacia la tolva

TAM-02 de la Figura 3, desde donde se lo tratará como residuo fino tal y como se lo está haciendo hoy en día sin considerar este proyecto.

**Figura 3**

*Tolvas de finos TAM-01 y TAM-02, fragmento del diagrama de flujo del proceso (DFP)*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



Hasta aquí todos los equipos mencionados ya existen en la empresa CALERA S.A. y el dimensionamiento de la planta de briqueteado que se incluye con este proyecto empieza en la siguiente sección.

## 2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE BRIQUETAS

Como se mencionó anteriormente el briqueteado consiste en compactar un sólido fino y producir briquetas que tienen una forma y un tamaño determinado, algunos ejemplos de utilización de esta técnica son la fabricación de comprimidos para la industria farmacéutica, la fabricación de fertilizantes y micronutrientes para el sector agrícola y la fabricación de carbón vegetal para la industria química. Básicamente el proceso genérico de briqueteado se muestra en la Figura 4, extraída de la página web del fabricante de máquinas briquetadoras consultada para la realización de este proyecto.

**Figura 4**

Proceso Genérico de Briqueteado recuperado de: <https://komarek.lat/soluciones-de-briqueteado/>

Fuente: KOMAREK LATINOAMÉRICA



Por lo general, para el proceso de briqueteado se necesitan máquinas y equipos auxiliares que preparan el material antes de ingresar a la máquina briqueteadora, ya que es necesario adicionar un producto aglutinante y mezclarlo con los finos para que luego de la compactación el material tenga resistencia y no se vuelva a convertir en polvo, por otro lado, es necesario transportar el material de manera eficiente hasta el alimentador helicoidal de la máquina.

Para explicar el proceso productivo de briquetas, particular para la planta en cuestión, iniciamos en la tolva TAM-01 de la Figura 3, que tiene su descarga sobre un alimentador volumétrico que suministra el material al elevador de cangilones y éste lo lleva hasta el tolvin de recepción del tornillo helicoidal de mezclado. En esta máquina es donde se adicionará, de manera dosificada, el estearato de calcio para mejorar la resistencia de las briquetas posteriormente formadas, ya que este compuesto sólido actúa como aglutinante de la cal dolomítica y no produce cambios en sus propiedades. El fabricante de la máquina recomienda una concentración de estearato de 0,14% para lograr resistencias en las briquetas de 150psi a 230psi.

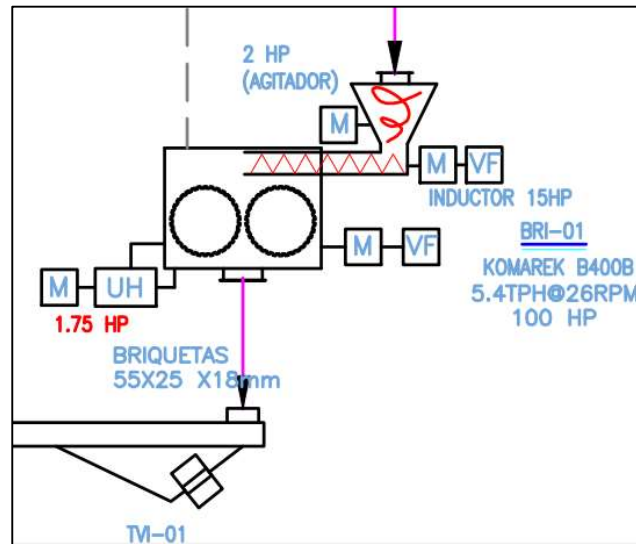
Luego del mezclado, el material está listo para ingresar al corazón de este proyecto que es la máquina briqueteadora propiamente dicha, pero antes de eso se almacena en un silo pulmón garantizando que el inductor, tornillo sin fin de alimentación de la briqueteadora, este inmerso en material teniendo así una dosificación confiable.

La máquina briqueteadora consiste en dos rodillos con hendiduras en sus superficies, alineados y enfrentados de tal manera que el material sólo puede depositarse entre las hendiduras mientras estos están girando en sentido opuesto a una velocidad de régimen normal de trabajo. En el diagrama de flujo del proceso, se ilustra la briqueteadora como en la Figura 5 y la máquina real propuesta para este proyecto se la puede ver en el ANEXO I - ILUSTRACION DE MÁQUINAS Y EQUIPOS extraído de los catálogos utilizados para el dimensionamiento de este proyecto.

**Figura 5**

*Briqueteadora, fragmento del diagrama de flujo del proceso (DFP)*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*

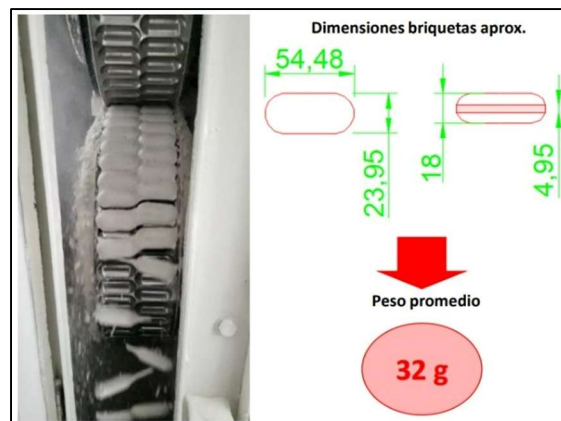


Así entonces el material, que es un sólido fino, se compacta y aglomera tomando la forma de briquetas con granulometría mayor. La forma, dimensiones y peso de las briquetas, que serán el producto terminado de la planta propuesta en este proyecto, están ilustradas en la Figura 6.

**Figura 6**

*Forma, dimensiones y peso de las briquetas*

*Fuente: KOMAREK LATINOAMÉRICA*





Las briquetas se descargan en un tubo vibrante que las transporta hasta el segundo elevador de cangilones, y éste las lleva a otro tubo vibrante que descarga las briquetas nuevamente en la criba. Este procedimiento es necesario ya que en todos los movimientos de material que hubo, desde la salida de la briqueteadora, se pueden producir roturas y fracturas de las briquetas, por lo que es conveniente devolver este material al proceso de cribado, que ahora se realizará con el material procedente de la salida del molino y también con el que viene desde la briqueteadora, garantizando así que el producto final cumpla las mismas características granulométricas que el resto del material comercializable de la cal dolomítica.

### **2.1. Máquinas y Equipos Auxiliares**

Como se puede observar en la sección anterior, para poder cumplir el objetivo general de este proyecto, que es el aprovechamiento de residuos finos para hacer briquetas de cal dolomítica, es necesario una serie de máquinas, equipos e instalaciones para llevar el material desde el punto de acopio hasta la entrada de la maquina briqueteadora y luego desde su salida hasta la criba para ser clasificado nuevamente.

Estas máquinas y equipos auxiliares se deben calcular tomando como punto de partida el flujo másico de finos que se quiere movilizar hacia la briqueteadora, que para este caso de estudio son 30Tn/h, cabe aclarar que la briqueteadora seleccionada está preparada para procesar 5Tn/h y es por ello que antes de la entrada a su alimentador helicoidal se debe instalar un silo que garantice que este alimentador trabaje inundado de material y así obtener una producción de briquetas de buena calidad desde el momento de arranque de la máquina.

Las máquinas y equipos necesarios para este proyecto se enumeran a continuación en orden de participación en el ciclo, tomando como principio y final la criba vibratoria ya existente en la planta de manejo de cal dolomítica:



1. Transportador gusano alimentador (TGA-01)
2. Elevador de cangilones (ECA-01)
3. Dosificador de estearato de calcio (DVO-01)
4. Transportador helicoidal mezclador (THM-01)
5. Transportador helicoidal mezclador (THM-02)
6. Silo pulmón (SIL-01)
7. Máquina briqueteadora (BRI-01)
8. Tubo vibrante (TVI-01)
9. Elevador de cangilones (ECA-02)
10. Tubo vibrante (TVI-02)
11. Colector de polvos (CPO-01)

A continuación, se realizará una breve descripción de cada máquina y equipo y en la próxima sección se mostrarán los cálculos de dimensión, velocidad y potencia de cada uno.

**2.1.1. Transportador gusano alimentador (TGA-01):** es un tornillo transportador de diámetro escalonado que se compone de 2 helicoidales de diferente diámetro montados uno a continuación del otro en un mismo eje. Se utiliza como alimentador con el diámetro más pequeño localizado debajo de la tolva. La alimentación se inunda de material (95% carga de artesa). Para controlar el flujo del material, los alimentadores helicoidales normalmente tienen casquillos o placas curvas colocadas entre la alimentación y la descarga. Como el diámetro del helicoidal se incrementa después del casquillo, la carga de artesa cae a los niveles normales. Cuando se manejan materiales muy fluidos se deben hacer ciertas modificaciones en el diseño del alimentador para poder controlar el flujo del material a lo largo del helicoidal. Estas modificaciones son entre otras, casquillos de mayor longitud y helicoidales de paso corto. Los alimentadores de diámetro

escalonado se utilizan en aplicaciones en donde el material debe ser alimentado uniformemente a todo lo largo de la alimentación eliminando áreas muertas o inertes en la parte frontal de la alimentación.

**2.1.2. Elevador de cangilones (ECA-01):** consiste en un transportador vertical de banda que tiene adosadas a ella unas tazas cóncavas que pesca y carga el material desde el dosificador y lo eleva hasta una altura determinada que para nuestro caso es de 15m y allí realiza la descarga por acción centrífuga, lo que requiere una cierta distancia entre las tazas y una velocidad lo suficientemente elevada de acuerdo con un apto diámetro de la polea superior. Este tipo de elevador se denomina discontinuo.

**2.1.3. Dosificador de estearato de calcio (DVO-01):** se trata de un equipo auxiliar compuesto de varios elementos que dosifica el material aglutinante que permite la formación de las briquetas. Posee un aparejo para la carga y descarga del bolsón de aglutinante, un agitador que se coloca en el extremo del bolsón para permitir la caída del material por acción de la gravedad, un masajeador en el ingreso al helicoidal dosificador que evita que el material se aglutine cuando queda en reposo y por último el dosificador volumétrico que conecta la salida del bolsón con el tolvin del transportador helicoidal mezclador.

**2.1.4. Transportador helicoidal mezclador (THM-01):** se trata de un tornillo helicoidal con corte y dobléz de paso estándar donde los segmentos doblados en el helicoide levantan y derraman el material provocando un flujo retardado parcialmente, lo que favorece un minucioso mezclado de la cal con el aglutinante. Para nuestro caso en particular debido al espacio disponible en la planta, la longitud de este transportador es de 3,5m, pero esto resulta insuficiente para lograr una mezcla homogénea del material, por lo que se lo descarga en un segundo equipo del mismo tipo.

**2.1.5. Transportador helicoidal mezclador (THM-02):** ídem anterior, con la diferencia que este transportador tiene una longitud de 5m y descarga sobre el silo pulmón. Colocando en serie estos dos transportadores logramos una longitud total de mezclado de 8,5m lo cual nos asegura una mezcla homogénea para procesar en la briqueteadora.

**2.1.6. Silo pulmón (SIL-01):** es un depósito intermedio de material que nos permite tener flexibilidad a la hora de realizar mantenimientos de los equipos aguas arriba sin interrumpir la producción de briquetas, también permite que estos equipos funcionen de manera discontinua ya que la velocidad de trabajo de la briqueteadora es menor que la de los equipos de transporte. Por otro lado, el silo posee en el cono de descarga un fluidizador de tela que nos asegura que el material fluya correctamente en casos de paros prolongados de la producción, ya que durante este tiempo el material estacionado en el silo puede apelmazarse debido a la condensación del aire intersticial que produce humedad en la mezcla.

**2.1.7. Máquina briqueteadora (BRI-01):** es un equipo complejo con varias partes móviles que trabajan en conjunto y se configuran y calibran para lograr el producto deseado. Principalmente consiste en dos rodillos enfrentados, con hendiduras en sus superficies, que giran en sentidos opuestos y que como entrada reciben un material en polvo muy fino, en nuestro caso es la mezcla de cal dolomítica con estearato de calcio, este material se deposita y se compacta entre las hendiduras y como salida obtenemos briquetas de tamaño y dimensiones uniformes con la granulometría deseada.

**2.1.8. Tubo vibrante (TVI-01):** recibe la descarga de la briqueteadora y se trata de un alimentador con accionamiento de motores rotativos a masas desbalanceadas que producen el efecto vibratorio del tubo que se coloca a 3 grados de inclinación y esto permite el desplazamiento

suave del material en su interior para evitar roturas de las briquetas. Su longitud es de 3m para descargar sobre las tazas del elevador de cangilones continuo.

**2.1.9. Elevador de cangilones (ECA-02):** en este caso se trata de un elevador continuo, es decir que no hay separación entre las tazas, tiene 17m de altura ya que su descarga se hace por gravedad sobre el tubo vibrante que lo conecta con la criba. Este tipo de elevadores se utiliza para materiales frágiles, como lo son las briquetas, y justamente lo que se busca es que estas se rompan lo menos posible en su camino hacia la criba.

**2.1.10. Tubo vibrante (TVI-02):** ídem TVI-01, en este caso recibe el material desde el elevador de cangilones y lo lleva hasta la criba. Su longitud es de 5,3m.

**2.1.11. Colector de polvos (CPO-01):** consiste en un sistema de aspiración compuesto por tuberías que conectan los distintos puntos de la planta de briqueteado con el colector de polvos propiamente dicho. Este equipo posee un ventilador centrifugo que produce el efecto de aspiración y filtros de manga que capturan el polvo dejando salir al ambiente sólo aire limpio. También está equipado con un sistema automático de limpieza de los filtros que consiste en sensores de presión que compara las presiones entre los recintos antes y después de los filtros y, cuando estos se tapan y la presión cae, mandan una señal a un controlador y este acciona una serie de inyectores con solenoides que inyectan pulsos aire comprimido en dirección contraria a la aspiración para sacudir las mangas y estas dejan caer el polvo a una tolva que posee una válvula rotativa en su extremo inferior y a medida que esta se llena, también mediante una acción del controlador, se abre y deja caer el polvo por una tubería que lo lleva, por acción de la gravedad, nuevamente hacia la tolva de recolección de residuos finos ya existente en la planta de manejo de cal dolomítica. Es decir que el polvo recuperado por este equipo también se utiliza nuevamente en el proceso de briqueteado, aumentando con esto la eficiencia del sistema y protegiendo al medio ambiente de la emanación

de polvos finos no deseados. Otra función que cumple el colector de polvos es la de descomprimir todo el sistema de transporte de la cal dolomítica que por ser un material fino tiende a ejercer fuerzas de presión en los ductos y equipos instalados.


### 3. CÁLCULOS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS AUXILIARES

En esta sección se obtienen mediante cálculos las dimensiones y la potencia eléctrica necesaria para cada máquina y equipo utilizados en la planta de briqueteado diseñada para este proyecto. Antes de realizar los cálculos es necesario definir el tipo de material que se va a transportar a lo largo de toda la cadena de equipos auxiliares, para esto utilizaremos como guía el manual de cálculo MARTIN en donde mediante tablas y según el criterio de los autores se define un código de material que se utilizara más adelante para obtener valores y volcarlos en los cálculos de los equipos. Esta clasificación del material se puede observar en la tabla 1-2, del manual que aparece de manera parcial en la Figura 7 tomando solo un fragmento de la tabla donde se pueden ver los distintos tipos de cal.

#### Figura 7

Tabla 1-2 del Manual de Cálculo MARTIN

Fuente: Manual de Cálculo MARTIN

Tabla 1-2 Características de los Materiales						
Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material $F_m$	Carga de Artesa
Café, cascarilla	20	B6-25MY	L-S	1	1	45
Café, grano verde	25-32	C1/2-25PQ	L-S	1	0.5	45
Cal hidratada	40	B6-35LM	H	2	0.8	30A
Cal viva, molida	60-65	B6-35U	L-S-B	1	0.6	30A
Cal, grava	53-56	C1/2-25HU	L-S	2	2	45
Cal, hidratada, pulverizada	32-40	A40-35LM	L-S	1	0.6	30A
Calcina, polvo	75-85	A100-35	L-S-B	1	0.7	30A

Para nuestro caso de estudio, el material a transportar es cal dolomítica molida que lo encontramos en la tabla como CAL VIVA, MOLIDA y se consideran las siguientes características: flujo promedio, medianamente abrasivo, higroscópico y densidad promedio de  $1.041\text{kg/m}^3$  (Aprox.  $65\text{lb/pe}^3$ ).

El código de material establecido se define y se explica a continuación:

**CODIGO DEL MATERIAL: B6-35U**

B6 = FINO MALLA N°6 (0.132"/3,35mm) Y MENOR

3 = FLUIDO PROMEDIO

5 = ABRASIVIDAD MEDIA

U = HIGROSCÓPICO

También debemos tener en cuenta otros parámetros que encontramos en la tabla anterior:

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS INTERMEDIOS: L-S-B (Tabla 1-11, MANUAL DE CÁLCULO MARTIN, MATERIALES DE LOS RODAMIENTOS)

FM, FACTOR DE MATERIAL: 0,6 (SE UTILIZA PARA EL CÁLCULO DE LA POTENCIA)

CARGA DE ARTEZA: 30A (% DE SUPERFICIE DE LLENADO DEL CANALON)

**3.1. Cálculo de THM-01 y THM-02**

Para determinar el diámetro y la velocidad de los transportadores helicoidales mezcladores THM-01 y THM-02 utilizamos la Tabla 1-6 de capacidades del manual de cálculo MARTIN que observamos en la Figura 8.

Ingresando a la tabla con el dato de la carga de artesa encontramos, para los diferentes diámetros estándar, las capacidades en pie cubico por hora (CFH) por cada RPM del transportador, como así también la capacidad a las RPM máximas recomendadas por el manual.

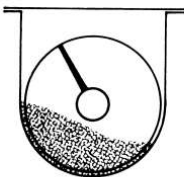
Para seleccionar un diámetro adecuado debemos tener en cuenta la capacidad necesaria a cubrir por la planta,  $C = 30 \text{ Tn/h}$ , pero es necesario hacer una conversión de unidades para obtener la capacidad necesaria en CFH y para esto utilizaremos la densidad de la cal dolomítica que es  $1.041 \text{ kg/m}^3$ .

$$C = 30 \text{ Tn/h} = 1.018,02 \text{ CFH}$$

Figura 8

Tabla 1-6 del Manual de Cálculo MARTIN

Fuente: Manual de Cálculo MARTIN

Carga de Artesa		Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Máx. RPM
			A 1 RPM	A Máx. RPM	
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.57	720	95
		12	12.90	1160	90
		14	20.80	1770	85
		16	31.20	2500	80
		18	45.00	3380	75
		20	62.80	4370	70
		24	109.00	7100	65
	30	216.00	12960	60	

En la Tabla 1-6 del manual, para carga de artesa 30A, podemos ver que un transportador de 12” puede manejar 1.160CFH a la velocidad máxima de 90RPM, y para 1RPM este transportador manejará 12,9CFH. Entonces para una capacidad de 1.018,02CFH el transportador debe girar a 79RPM.

Teniendo en cuenta que este valor de 79RPM es un 88% de las RPM máximas recomendadas por MARTIN, determinamos seleccionar el diámetro estándar siguiente que es de 14” y este helicoidal puede manejar 1.770CFH a una velocidad máxima de 85RPM y a 1RPM este transportador manejará 20,8CFH. Recalculando para una capacidad de 1.018,02CFH y 20,8CFH por RPM, el transportador girará a 49RPM que es un 58% de las RPM máximas.

Con este diámetro seleccionado tenemos la flexibilidad de aumentar a futuro la capacidad de la instalación sin modificar estos equipos.



Teniendo en cuenta que el material que circula por los transportadores helicoidales está compuesto por 2 sólidos pulverizados, la cal dolomítica y el estearato de calcio, y que debe ser mezclado durante un tiempo de 30 segundos aproximadamente para lograr una mezcla homogénea, tiempo recomendado por el fabricante del aglutinante, es necesario realizar un cálculo de la velocidad del material y la longitud necesaria para lograr esta homogeneización.

La velocidad del material va a depender del paso del tornillo y la velocidad de giro del helicoidal. Asumiendo inicialmente una velocidad de giro de 49RPM, la velocidad lineal queda expresada de la siguiente manera:

$$V_{cal} = \frac{N \cdot t}{60}$$

Donde  $V_{cal}$  es la velocidad lineal de la cal en el tornillo,  $N$  es el número de revoluciones por minuto y  $t$  es el paso en metros, en este caso el paso es igual al diámetro de la hélice por ser de forma estándar, por lo tanto, la velocidad lineal de la cal es:

$$V_{cal} = \frac{49 \cdot 0,355}{60} = 0,29 \text{ m/s}$$

La longitud del canalón y por consiguiente del helicoide está relacionada con la velocidad del material dentro del canalón y el tiempo de estadía necesario para obtener el mezclado deseado, en nuestro caso el tiempo es de 30 segundos.

$$L_{canalon} = V_{cal} \cdot t_{estadia} = 0,29 \cdot 30 = 8,69m$$

Por motivo de espacio disponible para la instalación de nuestra planta de briqueteado, determinamos colocar dos transportadores helicoidales mezcladores (ver Layout de Planta Nivel 2 del ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO), siendo el primero THM-01 de 3.5m de longitud y el segundo THM-02 de 5m de longitud.

Con la información anterior y con los factores de las tablas 1-12 a 1-17 del manual de cálculo MARTIN que observamos en fragmentos en la Figura 9, podemos calcular la potencia requerida para mover 1.018,02CFH (30Tn/h) en un transportador de 14” de diámetro.

**Figura 9**

Tablas de la 1-12 a la 1-17 del Manual de Cálculo MARTIN

Fuente: Manual de Cálculo MARTIN

<b>Tabla 1-12</b>				<b>Tabla 1-13</b>	
Factor del Diámetro del Transportador, $F_d$				Factor del Bujes para Colgante	
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor $F_d$	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor $F_d$	Tipo de Bujes	Factor del Bujes para Colgante $F_b$
4	12.0	14	78.0	B	1.0
6	18.0	16	106.0	L	2.0
9	31.0	18	135.0	S	2.0
10	37.0	20	165.0		
12	55.0	24	235.0		
		30	300.0		
				H	4.4
					* Superficie Endurecida * Stellite * Cerámica

\* Bujes no lubricados o bujes sin lubricación adicional.

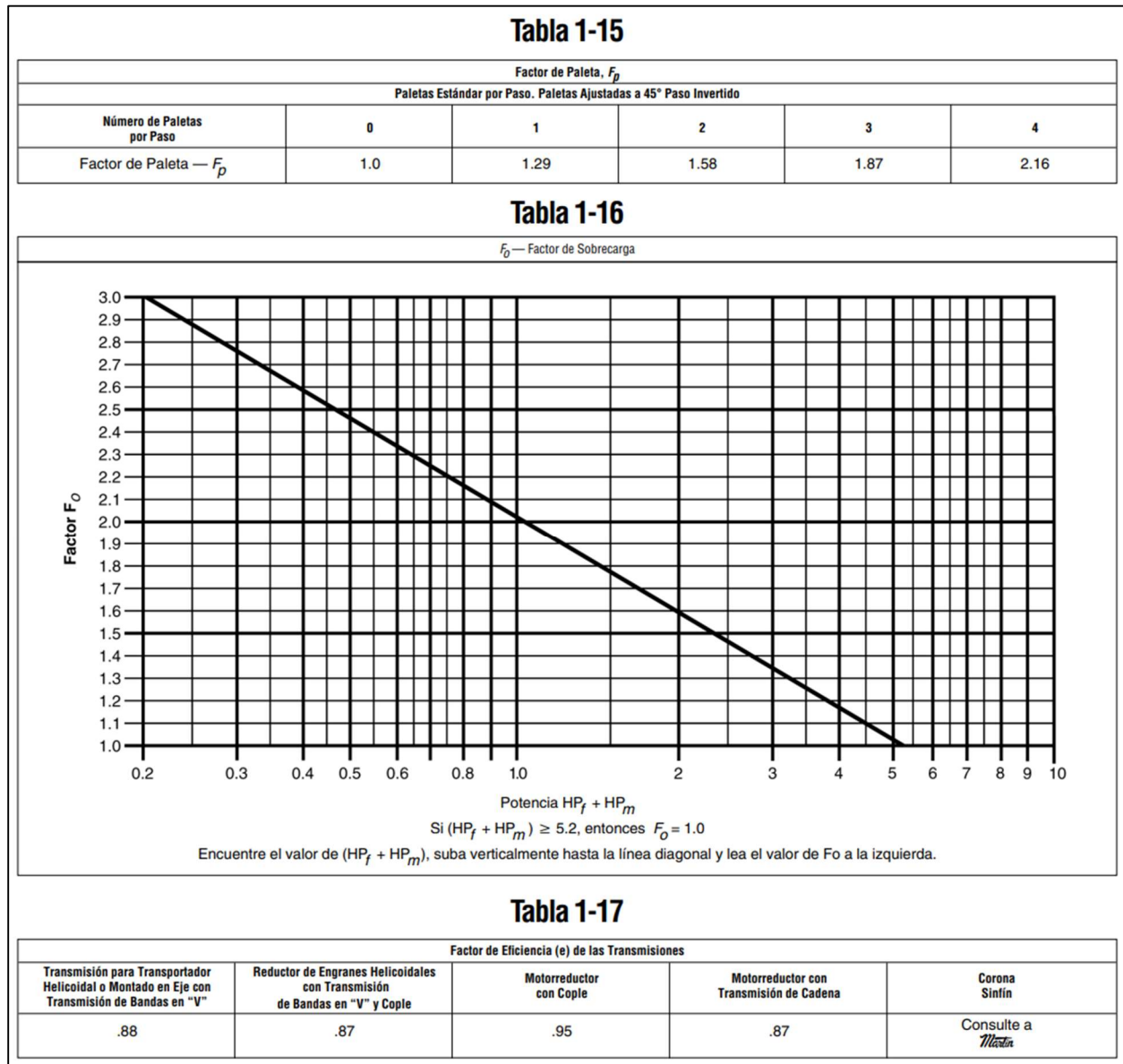
  

<b>Tabla 1-14</b>	
Factor, $F_f$	
Tipo de Helicoidal	$F_f$ Factor por porcentaje de carga de transportador
	15%      30%      45%      95%
Estándar	1.0      1.0      1.0      1.0
Helicoidal con Corte	1.10      1.15      1.20      1.3
Con Corte y Doble	N.R.*      1.50      1.70      2.20
Helicoidal de Listón	1.05      1.14      1.20      —
	*No recomendada

Figura 9 (continuación)

Tablas de la 1-12 a la 1-17 del Manual de Cálculo MARTIN

Fuente: Manual de Cálculo MARTIN



En la Tabla 1 se resumen las dimensiones y los factores extraídos del manual para THM-01, siendo estos datos necesarios para el cálculo de la potencia del transportador.

Tabla 1

Resumen de datos para THM-01

<b>L (longitud en pies)</b>	11,48 ft	<b>C (capacidad horaria)</b>	1018,02 CFH
<b>N (velocidad en rpm)</b>	49 RPM	<b>W (densidad)</b>	65 lb/pie <sup>3</sup>
<b>Fd (factor de diámetro)</b>	78	<b>Ff (factor de carga)</b>	1,5 con corte y doblez
<b>Fb (factor de buje)</b>	1	<b>Fp (factor de paletas)</b>	2,16 con 4 paletas por paso
<b>F0 (factor de sobrecarga)</b>	1,55	<b>e (eficiencia de transm.)</b>	0,95

La potencia del motor en HP viene expresada de la siguiente manera:

$$P_{motor} = \frac{(HP_f + HP_m) \cdot F0}{e}$$

Donde  $HP_f$  es la potencia para mover el transportador helicoidal vacío y  $HP_m$  es la potencia para mover el material y se calculan a continuación:

$$HP_f = \frac{L \cdot N \cdot Fd \cdot Fb}{1.000.000} = \frac{11,48 \cdot 49 \cdot 78 \cdot 1}{1.000.000}$$

$$HP_f = 0,0438$$

$$HP_m = \frac{C \cdot L \cdot W \cdot Ff \cdot Fm \cdot Fp}{1.000.000} = \frac{1018,02 \cdot 11,48 \cdot 65 \cdot 1,5 \cdot 0,6 \cdot 2,16}{1.000.000}$$

$$HP_m = 1,477$$

Entonces la ecuación de potencia del motor en HP nos quedaría:

$$P_{motor} = \frac{(0,0438 + 1,477) \cdot 1,55}{0,95}$$

$$P_{motor} = 2,48HP$$

Con este valor calculado, se recomienda utilizar un motor de 5HP para THM-01, con el fin de que la instalación quede preparada para un aumento de producción a futuro de hasta el doble de la actual.

Para THM-02 el procedimiento es idéntico a THM-01, solo que ahora los datos necesarios para el cálculo de la potencia del motor en HP se resumen en la Tabla 2 que se muestra a continuación:

**Tabla 2**

*Resumen de datos para THM-02*

<b>L (longitud en pie)</b>	16,4 ft	<b>C (capacidad horaria)</b>	1018,02 CFH
<b>N (velocidad en rpm)</b>	49 RPM	<b>W (densidad)</b>	65 lb/pie <sup>3</sup>
<b>Fd (factor de diámetro)</b>	78	<b>Ff (factor de carga)</b>	1,5 con corte y dobléz
<b>Fb (factor de buje)</b>	1	<b>Fp (factor de paletas)</b>	2,16 con 4 paletas por paso
<b>F0 (factor de sobrecarga)</b>	1,55	<b>e (eficiencia de transm.)</b>	0,95

Procediendo con los cálculos, tenemos:

$$HP_f = \frac{L \cdot N \cdot Fd \cdot Fb}{1.000.000} = \frac{16,4 \cdot 49 \cdot 78 \cdot 1}{1.000.000}$$

$$HP_f = 0,0627$$

$$HP_m = \frac{C \cdot L \cdot W \cdot Ff \cdot Fm \cdot Fp}{1.000.000} = \frac{1018,02 \cdot 16,4 \cdot 65 \cdot 1,5 \cdot 0,6 \cdot 2,16}{1.000.000}$$

$$HP_m = 2,11$$

Entonces la ecuación de potencia del motor en HP nos quedaría:

$$P_{motor} = \frac{(0,0627 + 2,11) \cdot 1,55}{0,95}$$

$$P_{motor} = 3,54HP$$

Con este valor calculado, se recomienda utilizar un motor de 7,5HP para THM-02, con el fin de que la instalación quede preparada para un aumento de producción a futuro de hasta el doble de la actual.

### 3.2. Cálculo de TGA-01

Para este equipo debemos tener en cuenta que los alimentadores helicoidales están diseñados para regular el flujo de un material almacenado en una tolva o depósito. La alimentación del gusano se inunda de material, es decir, se considera un 95% de carga de artesa al inicio, luego un helicoidal de paso variable transporta el material a la capacidad requerida.

Para controlar el flujo del material, los alimentadores helicoidales normalmente tienen casquillos o placas curvas colocadas entre la alimentación y la descarga. Como el paso del helicoidal se incrementa después del casquillo, la carga de artesa cae a los niveles normales.

En la Figura 10 podemos ver la tabla “Tipo 1 Típico” extraída del manual de cálculo MARTIN, que muestra las capacidades a las RPM máximas para cada diámetro de helicoidal y su carga de artesa, como así también la capacidad para 1RPM en las mismas condiciones, con lo cual podremos seleccionar un diámetro adecuado para la capacidad requerida por nuestra planta.

Para carga de artesa 30A, podemos ver que un alimentador helicoidal escalonado de 9” – 14” puede manejar 1.105CFH a la velocidad máxima de 65RPM, por lo tanto, a 1RPM este transportador manejará 17CFH. Entonces, para una capacidad de 1.018,02CFH el alimentador debe girar a 60RPM.

Teniendo en cuenta la ubicación de los puntos de carga y descarga de este alimentador, se considera necesario que tenga una longitud de 2 metros, y junto con los datos recopilados de las tablas 1-12 a 1-17 de la Figura 9 para este equipo, armamos la Tabla 3 que resume los datos necesarios para el cálculo de la potencia de TGA-01 según el manual de MARTIN.

Figura 10

Tabla Tipo 1 Típico del Manual de Cálculo MARTIN

Fuente: Manual de Cálculo MARTIN

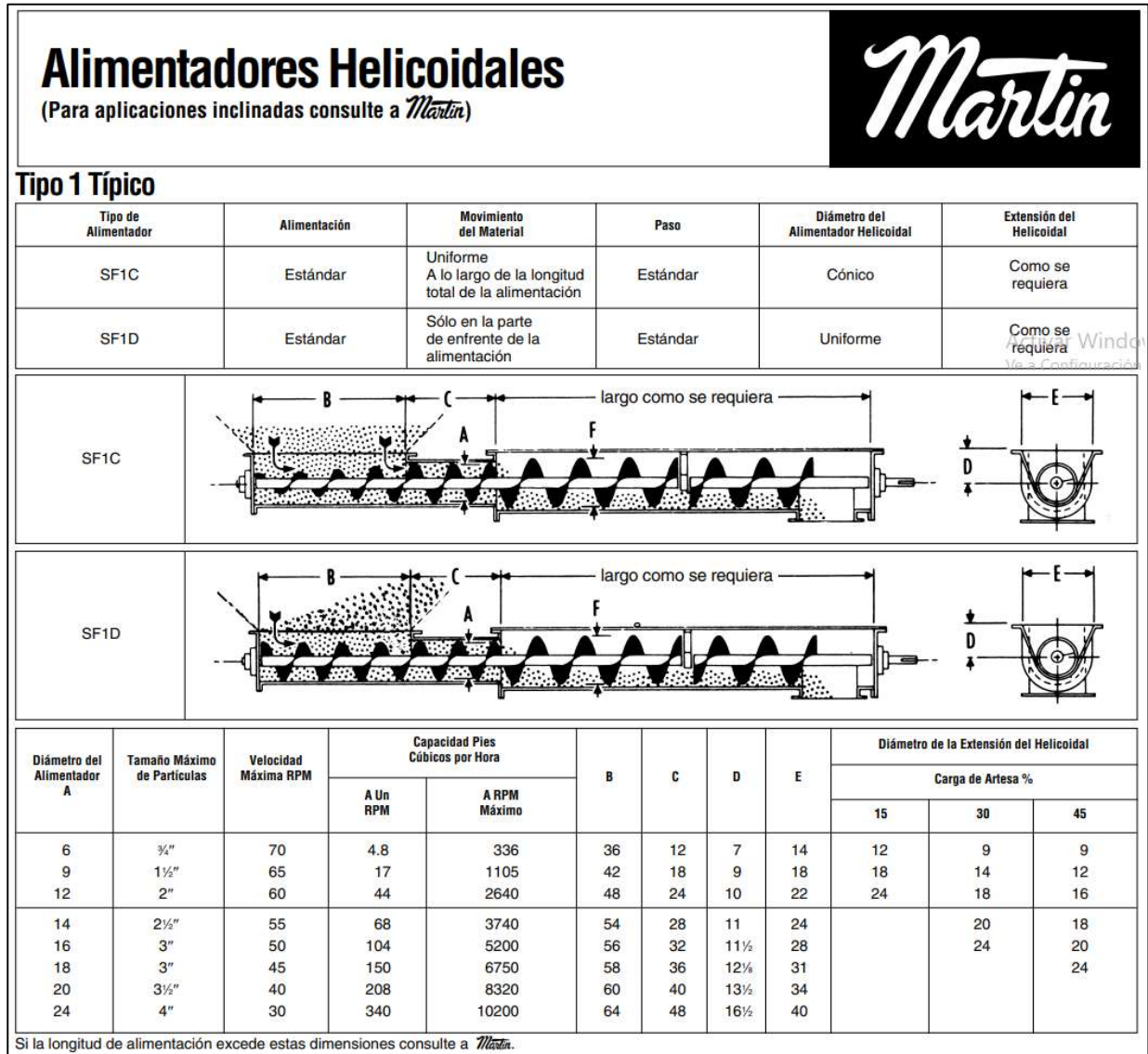


Tabla 3

Resumen de datos para TGA-01

<b>L (long. en pie)</b>	6,56 ft	<b>C (capacidad)</b>	1018,02 CFH
<b>N (vel. en rpm)</b>	60 RPM	<b>W (densidad)</b>	65 lb/pie <sup>3</sup>
<b>Fd (factor de diámetro)</b>	78	<b>Ff (factor de carga)</b>	1 estándar
<b>Fb (factor de buje)</b>	1	<b>Fp (factor de paletas)</b>	1 con 0 paletas por paso
<b>F0 (factor de sobrecarga)</b>	2,75	<b>e (eficiencia de transm.)</b>	0,95

Procediendo con los cálculos, del mismo modo que lo hicimos para los transportadores mezcladores, tenemos:

$$HP_f = \frac{L \cdot N \cdot Fd \cdot Fb}{1.000.000} = \frac{6,56 \cdot 60 \cdot 78 \cdot 1}{1.000.000}$$

$$HP_f = 0,0307$$

$$HP_m = \frac{C \cdot L \cdot W \cdot Ff \cdot Fm \cdot Fp}{1.000.000} = \frac{1018,02 \cdot 6,56 \cdot 65 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1}{1.000.000}$$

$$HP_m = 0,2605$$

Entonces la ecuación de potencia del motor en HP nos quedaría:

$$P_{motor} = \frac{(0,0307 + 0,2605) \cdot 2,75}{0,95}$$

$$P_{motor} = 0,843HP$$

Con este valor calculado, se recomienda utilizar un motor de 2HP para TGA-01, con el fin de que la instalación quede preparada para un aumento de producción a futuro de hasta el doble de la actual.

Antes de continuar con el cálculo del resto de los equipos, es necesario hacer la siguiente observación: para lograr una disminución de los costos de mantenimiento de la instalación, se decide optar para los 3 transportadores helicoidales el mismo motor eléctrico de accionamiento, tomando en cuenta elegir el de mayor potencia calculada de los 3, es decir, 7,5HP. Por lo tanto, se



concluye que tanto TGA-01, THM-01 y THM-02 se solicitaran al fabricante con motor de 5,5KW que equivalen aproximadamente a 7,5HP.

**3.3. Cálculo de ECA-01 y ECA-02**

Para el caso de los elevadores de cangilones utilizamos el manual de cálculo PIRELLI, que nos permite calcular la potencia requerida, en CV, del motor de accionamiento en función de la capacidad horaria requerida y la altura a la que se elevara el material. A demás, debemos tener en cuenta si el elevador de cangilones es del tipo continuo o discontinuo y hacer una corrección de la altura. La ecuación planteada en el manual para el cálculo de la potencia es la siguiente:

$$P_{motor} = N_1 + N_2$$


$$N_1 = \frac{T \cdot H}{270} ; N_2 = \frac{T \cdot H_1}{270}$$

Donde, N<sub>1</sub> es la potencia para elevar el material y N<sub>2</sub> es la potencia para vencer el esfuerzo de carga, T es la capacidad horaria en Tn/h, H es la altura en m de elevación del material y H<sub>1</sub> es el valor de corrección por altura en m que se obtiene de la tabla de la Figura 11.

**Figura 11**

*Tabla de Valores de H<sub>1</sub> según el Manual de Cálculo PIRELLI*

*Fuente: Manual de Cálculo de Cintas Transportadoras PIRELLI*

VALORES DE H <sub>1</sub>		
Tipo de elevador	Características del material	Valores de H <sub>1</sub> m
Cangilones discontinuos	Pesado y en trozos gruesos	15
	Medianamente pesados o ligeros y en polvo	10
Cangilones continuos	Pesado y en trozos gruesos	10
	Mediano, ligero y en polvo	5

El valor 270 que aparece dividiendo en la ecuación está relacionado con la conversión de unidades para que el resultado de la potencia nos dé en CV.

Los datos necesarios para el cálculo de la potencia de ECA-01 se resumen, a continuación, en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Resumen de datos para ECA-01*

<b>T (capacidad en Tn/h)</b>	30Tn/h
<b>H (altura de elevación del material)</b>	15m
<b>H<sub>1</sub> (elevador discontinuo, residuos finos)</b>	10m

Calculando la potencia para ECA-01, tenemos:

$$N_1 = \frac{T \cdot H}{270} = \frac{30 \cdot 15}{270} = 1,67$$

$$N_2 = \frac{T \cdot H_1}{270} = \frac{30 \cdot 10}{270} = 1,11$$

$$P_{motor} = N_1 + N_2 = 1,67 + 1,11$$

$$P_{motor} = 2,78CV$$

Podemos decir que la potencia requerida es de 2,78HP, ya que 1CV = 0,99HP, por ende, se recomienda utilizar un motor de accionamiento de 4HP para ECA-01, teniendo en cuenta futuros aumentos de la capacidad de la planta.

Los datos necesarios para el cálculo de la potencia de ECA-02 se resumen en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Resumen de datos para ECA-02*

<b>T (capacidad en Tn/h)</b>	30Tn/h
<b>H (altura de elevación del material)</b>	17m
<b>H<sub>1</sub> (elevador continuo, briquetas)</b>	10m

Procediendo con el cálculo de la potencia para ECA-02, tenemos:

$$N_1 = \frac{T \cdot H}{270} = \frac{30 \cdot 17}{270} = 1,89$$

$$N_2 = \frac{T \cdot H_1}{270} = \frac{30 \cdot 10}{270} = 1,11$$

$$P_{motor} = N_1 + N_2 = 1,89 + 1,11$$

$$P_{motor} = 3CV$$

La potencia requerida es de 3HP, por ende, se recomienda utilizar un motor de accionamiento de 5,5HP para ECA-02, teniendo en cuenta futuros aumentos de la capacidad de la planta.

Aquí también haremos una observación sobre los motores de accionamiento, se solicitarán al fabricante de los elevadores de cangilones que los motores de accionamiento sean de 7,5HP, es decir, 5,5KW para mantener la premisa del ahorro en los costos de mantenimiento de la planta haciendo que estos equipos compartan el mismo tipo de motor eléctrico que los transportadores helicoidales.

### 3.4. Cálculo de TVI-01 y TVI-02

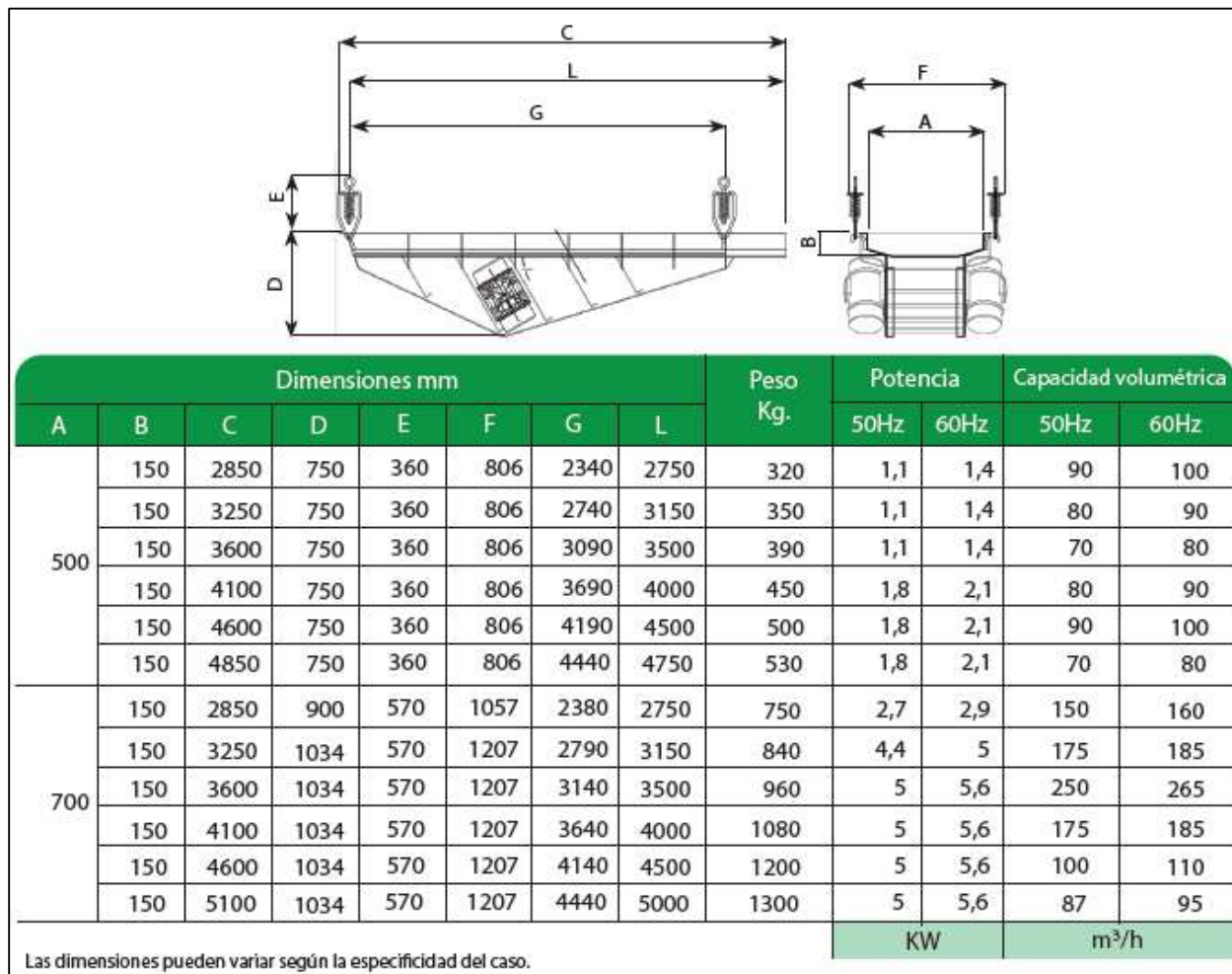
Para el caso de los tubos vibratorios decidimos consultar el catálogo del fabricante que ya provee máquinas de este tipo para la planta de manejo de cal para la cual se diseña el presente proyecto, dicho proveedor se llama VIBROMAC y nos facilitó un catálogo con tablas para seleccionar el equipamiento que más se ajuste a nuestra necesidad.

Las tablas del fabricante se muestran en la Figura 12, allí observamos que la potencia de un equipo determinado está en función de la capacidad horaria que puede movilizar, también hay un esquema del equipo y sus dimensiones que varían también según la tabla.

Figura 12

Catálogo de Transportadores Vibratorios VIBROMAQ

Fuente: Alimentadores y Transportes Motovibratorios VIBROMAQ



Se observa en el dibujo de la parte superior de la imagen que se trata de un transportador vibratorio de bandeja y que las tablas están confeccionadas para este tipo de equipos, para nuestro caso, por tratarse de un material que despiden polvos mientras se lo transporta, es necesario que el cuerpo del transportador sea un tubo circular cerrado, por ende, con esta tabla estaríamos cometiendo un error en la selección del equipo. Por esta razón el fabricante nos recomienda que al cálculo de la capacidad horaria hay que afectarlo por un factor de 1/0,6 antes de entrar a la tabla, ya que la capacidad horaria de un tubo es un 60% de la que se tiene con bandeja utilizando los

mismos motores vibratorios en ambos casos, además debemos tener en cuenta que dicho valor debe quedar expresado en m<sup>3</sup>/h.

A continuación, procedemos al cálculo, recordando que para nuestro caso la capacidad horaria requerida es de 30Tn/h, o bien 30.000Kg/h, y que la densidad de la cal dolomítica es 1.041Kg/m<sup>3</sup>, entonces con estos datos tenemos:

$$C = \frac{\text{Flujo másico en Kg/h}}{\text{Densidad en Kg/m}^3 \cdot 0,6} = \frac{30.000}{1.041 \cdot 0,6}$$

$$C = 48,03 \text{ m}^3/\text{h}$$

Podemos ver en la Figura 13, que los equipos de menor capacidad que ofrece el fabricante son de 70m<sup>3</sup>/h y existen 2 alternativas de dimensiones dependiendo de la distancia entre la carga y la descarga del material.

**Figura 13**

*Catálogo de Transportadores Vibratorios de VIBROMAQ (selección de equipos)*

*Fuente: Alimentadores y Transportes Motovibratorios VIBROMAQ*

Dimensiones mm								Peso Kg.	Potencia		Capacidad volumétrica	
A	B	C	D	E	F	G	L		50Hz	60Hz	50Hz	60Hz
500	150	2850	750	360	806	2340	2750	320	1,1	1,4	90	100
	150	3250	750	360	806	2740	3150	350	1,1	1,4	80	90
	150	3600	750	360	806	3090	3500	390	1,1	1,4	70	80
	150	4100	750	360	806	3690	4000	450	1,8	2,1	80	90
	150	4600	750	360	806	4190	4500	500	1,8	2,1	90	100
	150	4850	750	360	806	4440	4750	530	1,8	2,1	70	80
700	150	2850	900	570	1057	2380	2750	750	2,7	2,9	150	160
	150	3250	1034	570	1207	2790	3150	840	4,4	5	175	185
	150	3600	1034	570	1207	3140	3500	960	5	5,6	250	265
	150	4100	1034	570	1207	3640	4000	1080	5	5,6	175	185
	150	4600	1034	570	1207	4140	4500	1200	5	5,6	100	110
	150	5100	1034	570	1207	4440	5000	1300	5	5,6	87	95
Las dimensiones pueden variar según la especificidad del caso.									KW		m <sup>3</sup> /h	

Por condiciones de diseño, para TVI-01 la distancia entre la carga y descarga es de 2,8m y para TVI-02 esta distancia es de 5,3m, por ende, seleccionaremos de la tabla los modelos marcados con recuadro rojo.

Como se mencionó anteriormente, el catálogo del fabricante corresponde al transportador vibratorio de bandeja, y de la tabla de la Figura 13 obtenemos las dimensiones de dicha bandeja que son el valor de  $A = 500\text{mm}$  y de  $B = 150\text{mm}$  para ambos modelos, es decir que, para saber el diámetro del tubo que utilizaremos en ambos TVI, debemos calcular el área de la bandeja de los modelos seleccionados, igualar este valor a la expresión de cálculo del área de una circunferencia y luego despejar el diámetro de la ecuación para poder conocer su valor en mm.

Igualando las áreas de la bandeja con la del tubo equivalente y despejando el diámetro nos queda:

$$\begin{aligned} \text{ÁREA} &= A \cdot B = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \\ D &= \sqrt{\frac{4 \cdot A \cdot B}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 500 \cdot 150}{\pi}} \\ D &= 309,02 \text{ mm} \end{aligned}$$

Con estos datos ya estamos en condiciones de solicitar al proveedor los tubos vibratorios que necesitamos para nuestra planta con las dimensiones obtenidas de los cálculos y la potencia de los motores vibratorios obtenida por tabla, que para nuestro caso es 1,1KW por cada motor teniendo en cuenta que cada equipo utiliza 2 de estos motores para producir el efecto vibratorio.

Por razones de costos de mantenimiento y considerando que el modelo más chico del fabricante ya queda sobredimensionado para nuestra necesidad de transporte de material, utilizaremos los mismos motores para ambos modelos de tubo vibratorio.

#### 4. DIMENSIONAMIENTO DE COLECTOR DE POLVOS

El colector de polvos es un equipo fundamental de nuestra planta de briqueteado, ya que gracias a él podemos realizar succiones de aire contaminado con polvo que se disipa en los distintos puntos de transición, entre los equipos de transporte de cal dolomítica molida, abiertos al ambiente.

Este equipo también provoca un gran impacto ambiental positivo de nuestro proyecto, ya que evita que grandes cantidades de polvos sean emanados hacia el ambiente con la contaminación que esto conlleva, además, todo el polvo recolectado puede ser procesado nuevamente por la briqueteadora ya que, mediante una válvula rotativa ubicada estratégicamente en el extremo inferior de la tolva de recolección de polvos, podemos enviar el material a través de ductos hacia la tolva de finos y así lograr una realimentación del ciclo de producción, con lo que se garantiza un máximo aprovechamiento de los residuos finos de la planta.

Para saber cuánto caudal extraer de cada punto de transición, y con esto calcular la cantidad de mangas filtrantes y la potencia del ventilador del equipo, recurrimos a un Proyecto Final de la carrera de Ingeniería Mecánica realizado y presentado por el autor, Mauro Hernán Galíndez, en el año 2018 en la Facultad Regional de Villa María de la Universidad Tecnológica Nacional, titulado “CÁLCULO Y DISEÑO DE FILTRO DE MANGAS (Tipo Pulse Jet)”. Allí encontramos conceptos, tablas y fórmulas para calcular tanto la cantidad y dimensiones de las mangas filtrantes como así también la potencia del ventilador de succión de aire.

##### 4.1. Conceptos Básicos

El presente proyecto sólo se limita a explicar brevemente los conceptos y fórmulas utilizadas para los cálculos del colector de polvos. Los fundamentos teóricos completos y procedimientos de diseño se los puede consultar en el ya mencionado proyecto final de ingeniería mecánica.

#### 4.1.1. Velocidad de asentamiento y velocidad de filtración

La velocidad de asentamiento es la velocidad mínima requerida para mantener una partícula en suspensión dentro de un fluido en régimen laminar y se calcula:

$$V_a = \frac{g \cdot \rho_a \cdot d_p^2}{18 \cdot \mu}$$

Donde,  $V_a$  es la velocidad de asentamiento,  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $\rho_a$  es la densidad del aire,  $d_p$  diámetro de la partícula y  $\mu$  es la viscosidad absoluta del fluido.

La velocidad de filtración es la relación aire-tela, se define como la razón entre el volumen de aire filtrado y el área del medio filtrante y se la utiliza para obtener la caída de presión total.

$$V_{filtracion} = \frac{Q_{aire}}{A_{neta}}$$

Esta velocidad es muy importante, ya que, si es baja aumenta la superficie filtrante y si es demasiado alta aumenta la frecuencia de limpieza acortando la vida útil de los filtros y provocando una compactación excesiva de la capa de polvo depositada. Como esta relación se determina para cada aplicación en función de la tela utilizada, de las características del material a filtrar y de las condiciones de trabajo, resulta complicado conocer la velocidad de filtrado de esta manera, es por ello que para facilitar el cálculo se utiliza una tabla con valores de velocidad de captura obtenidos de manera empírica con diversos ensayos y luego se afecta el mismo por un factor que depende de la función que cumple el colector. Por lo mencionado anteriormente, la ecuación de velocidad de filtración nos queda:

$$V_f = V_c \cdot f_a$$

Donde,  $V_f$  es la velocidad de filtración,  $V_c$  es la velocidad de captura obtenida de manera empírica por tabla según el polvo filtrado y  $f_a$  es el factor de aplicación.



Las tablas mencionadas en el párrafo anterior, se encuentran dentro del capítulo 5 del proyecto final “CÁLCULO Y DISEÑO DE FILTRO DE MANGAS (Tipo Pulse Jet)” y se muestran en las Figuras 14 y 15 de manera parcial con las partes de nuestro interés remarcadas con recuadro rojo, que son los valores que se utilizarán en la fórmula de velocidad de filtración.

**Figura 14**

*Tabla de valores para “velocidad de captura”*

*Fuente: CÁLCULO Y DISEÑO DE FILTRO DE MANGAS (Tipo Pulse Jet)*

Polvo	Agitador/Tela Tejada Aire a la Inversa/Tela Tejada	Chorro a Pulso/Tela de Felpa Aire a la Inversa/Tela de Felpa
Oxido de Aluminio (Alúmina)	2.5	8
Asbesto	3.0	10
Bauxita	2.5	8
Carbón Negro	1.5	5
Carbón	2.5	8
Cacao, Chocolate	2.8	12
Arcilla	2.5	9
Cemento	2.0	8
Cosméticos	1.5	10
Residuo de Esmalte	2.5	9
Alimento de Ganado, Granos	3.5	14
Feldspar	2.2	9
Fertilizante	3.0	8
Harina	3.0	12
Ceniza Flotante	2.5	5
Grafito	2.0	5
Yeso	2.0	10
Mineral de Hierro	3.0	11
Oxido Férrico	2.5	7
Sulfato Férrico	2.0	6
Oxido de Plomo	2.0	6
Polvo de Piel	3.5	12
Cal	2.5	10
Piedra Caliza	2.7	8
Mica	2.7	9
Pigmentos de Pintura	2.5	7
Polvo de Piedra	3.0	9
Arena	2.5	10
Aserrín (Madera)	3.5	12
Silice	2.5	7
Loza	3.5	12
Detergentes, Jabón	2.0	5
Especies	2.7	10
Almidón	3.0	8
Azúcar	2.0	13
Talco	2.5	5
Tabaco	3.5	
Oxido de Zinc	2.0	

Tabla 5.2 – Relaciones Gas-Tela para distintas aplicaciones. [pie<sup>3</sup>/min/pie<sup>2</sup>]

Figura 15

Tabla de valores para “factor de aplicación”

Fuente: CÁLCULO Y DISEÑO DE FILTRO DE MANGAS (Tipo Pulse Jet)

FACTOR DE LA APLICACIÓN	
Ventilación de emisiones molestas (insidiosas). Alivio de los puntos de transferencias, transportadores, estaciones de embalaje, etc.	1.0
Recolección de producto. Transporte-ventilación del aire, molinos, secadoras relámpago, clasificadores, etc.	0.9
Filtración del gas de proceso. Secadoras por aspersión, hornos, reactores, etc.	0.8

Tabla 5.3 – Factor de aplicación según fabricantes

#### 4.1.2. Cantidad de mangas y área de filtrado

La cantidad de mangas del colector se calcula relacionando el área neta de filtrado con el área de cada manga:

$$N_m \text{ (Número de mangas)} = \frac{A_n \text{ (Área neta de filtrado)}}{A_m \text{ (Área de una manga)}}$$

Para calcular el área neta de filtrado simplemente la despejamos de la fórmula de la velocidad de filtración:

$$A_n = \frac{Q_e}{V_f}$$

Para calcular el área de una manga debemos sumar el área del cilindro con el área del círculo de su base, teniendo en cuenta la recomendación del fabricante en cuanto a la relación de la longitud y el diámetro de la manga.

$$A_m = A_{cilindro} + A_{circulo}$$

$$A_m = \pi \cdot D_m \cdot L_m + \frac{\pi \cdot D_m^2}{4}; \text{ se recomienda: } \frac{L_m}{D_m} \leq 25$$

### 4.1.3. Pérdidas de carga

Para conocer la potencia del ventilador del colector primero es necesario hablar de pérdidas de carga, tanto del colector propiamente dicho como la que se produce por fricción dentro de los ductos y accesorios utilizados para conectar los puntos de succión de polvo fino con la cámara filtrante del colector.

#### Pérdida de carga en el colector de polvos

La pérdida de carga para un colector de polvos tipo Pulse Jet se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\Delta P_c = 6,08 \cdot V_f \cdot P_j^{-0,65} + K_2 \cdot V_f^2 \cdot C_e \cdot t_f$$

Donde,  $\Delta P_c$  es la pérdida de carga total del colector de polvos,  $P_j$  es la presión del pulso de limpieza,  $K_2$  es la permeabilidad de la capa de polvo,  $C_e$  concentración del polvo a la entrada del filtro y  $t_f$  es tiempo de filtración. El factor  $K_2$  depende de diversas variables incluyendo la humedad y la electroestática y se determina de manera exacta mediante ensayos en un banco de pruebas, ante esta complejidad existe una ecuación para determinarlo de manera aproximada teniendo en cuenta las características del gas y su velocidad de filtración:

$$K_2 = \frac{0,00304}{d_{g.masa}^{1,1}} \cdot \frac{\mu_g}{\mu_{g.temp.amb.}} \cdot \frac{2600}{\rho_P} \cdot \left( \frac{V_f}{0,0152} \right)^{0,6}$$

Donde,  $K_2$  es la permeabilidad de la capa de polvo expresada en  $\text{cmH}_2\text{O}/(\text{m/s} \cdot \text{Kg}/\text{m}^2)$ ,  $d_{g.masa}$  es el diámetro medio geométrico de masa expresado en m,  $\mu_g$  es la viscosidad absoluta del gas a la temperatura de operación en  $^\circ\text{F}$  expresada en  $\text{Kg}/\text{m} \cdot \text{s}$ ,  $\mu_{g.temp.amb.}$  es la viscosidad absoluta del gas a temperatura ambiente ( $70^\circ\text{F} - 21^\circ\text{C}$ ) y  $\rho_P$  es la densidad de la partícula expresada en  $\text{Kg}/\text{m}^3$ .

El coeficiente  $C_e$  se refiere a la eficiencia de la campana de captura y esta tabulado para los distintos tipos de campana, su velocidad de captura y las condiciones de dispersión del contaminante.

Finalmente, la presión de pulso ( $P_j$ ) que se utiliza normalmente para la limpieza se encuentra entre 60psi y 100psi.

### **Pérdida de carga en ductos**

Antes de calcular la pérdida de carga en los ductos, debemos definir las dimensiones de los mismos, como así también tener en cuenta la cantidad de accesorios que posee el sistema.

Sabiendo el caudal necesario para cada tramo, que es un dato que tenemos de la cantidad de aire requerido por maquina a desempolvar, y considerando que la velocidad en todo el sistema de aspiración es uniforme e igual a la velocidad ascendente del colector, determinamos la sección de los ramales principales y secundarios utilizando la expresión de continuidad siguiente:

$$V_a = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_2}{A_2} = \dots = \frac{Q_n}{A_n}$$

Y para dimensionar el área de cada tramo tenemos:

$$A_n = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4} = \frac{Q_n}{V_a}$$

La pérdida de carga para los tramos rectos de ductos del sistema de aspiración se calcula de acuerdo a la fórmula de Darcy, aplicando la siguiente ecuación:

$$h_f = f \cdot \frac{L_n}{D_n} \cdot \frac{V_a^2}{2g}$$

Donde,  $h_f$  es la pérdida de carga expresada en m cda,  $f$  es el factor de fricción de Darcy adimensional y  $g$  es la aceleración de la gravedad, que tomamos como  $9,81\text{m/s}^2$

### Pérdida de carga en accesorios

Estas pérdidas son las que se producen en los accesorios de la tubería que hay desde el punto de aspiración más lejano al colector hasta la cámara del colector de polvos y se calculan mediante el “Método del factor n” donde, en función de la presión dinámica del aire que circula por los ductos “Pd” y de unos coeficientes “n” que se determinan experimentalmente para cada caso, obtenemos la pérdida de carga en unidades de presión total “Pt”

$$P_t = n \cdot P_d$$

Y la presión dinámica viene ligada a la velocidad del aire por la fórmula:

$$P_d = \frac{V^2}{16,3}$$

Este coeficiente “n” depende del tipo de accesorio y de su forma geométrica básicamente y es parecido al coeficiente de caudal facilitado por los fabricantes de válvulas, aunque mucho más generalista y aproximado.

Como se mencionó anteriormente, la pérdida de carga total del sistema es la suma de las pérdidas en el colector, en los ductos y en los accesorios, expresada en la siguiente ecuación:

$$\Delta P_T = \Delta P_c + \Delta P_d + \Delta P_a$$

#### 4.1.4. Selección del ventilador

Una vez determinado el caudal requerido para los equipos instalados  $Q_e$  y habiendo calculado las pérdidas de carga del sistema  $\Delta P_T$ , estamos en condiciones de calcular la potencia del ventilador del colector mediante la siguiente ecuación:

$$P_V = Q_e \cdot \Delta P_T \cdot g$$

Donde,  $P_V$  es la potencia que entregará el ventilador al aire de circulación en W,  $h_T$  es la altura total de pérdida de carga que debe vencer el ventilador en m cda (metros de columna de

agua) y  $g$  es la aceleración de la gravedad. Sabiendo este dato, sólo debemos seleccionar un ventilador cuya potencia nominal esté próxima y por encima de este valor.

#### 4.2. Cálculo de CPO-01

Habiendo definido los conceptos y fórmulas necesarias para el dimensionamiento del colector, procederemos con los cálculos. Los datos preliminares se resumen en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Datos preliminares para cálculo de colector de polvos*

<b>Material a filtrar</b>	Cal dolomítica molida
<b>Tamaño de partículas (<math>d_p</math>)</b>	70 $\mu\text{m}$
<b>Densidad del aire (<math>\rho_a</math>)</b>	1,2 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Viscosidad absoluta del aire (<math>\mu</math>)</b>	1,85x10 <sup>-5</sup> Kg/m.s
<b>Relación aire-tela</b>	10 pie <sup>3</sup> /min/pie <sup>2</sup>
<b>Velocidad de captura (<math>V_c</math>)</b>	3,05 m/min
<b>Factor de aplicación (<math>f_a</math>)</b>	0,9
<b>Densidad de partícula (<math>\rho_p</math>)</b>	1.041 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Caudal de trabajo</b>	3.300 CFM

##### 4.2.1. Cálculo de velocidad de filtración

Primero arrancamos con la velocidad de asentamiento que se calcula:

$$V_a = \frac{g \cdot \rho_a \cdot d_p^2}{18 \cdot \mu} = \frac{9,81 \cdot 1,2 \cdot (70 \times 10^{-6})^2}{18 \cdot 1,8 \times 10^{-5}}$$

$$V_a = 0,178 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

Para el cálculo de la velocidad de filtración utilizamos las tablas mencionadas anteriormente de las cuales el valor obtenido para la velocidad de captura es de 10pie/min que convertido a metros sería 3,05m/min se vuelcan en la formula quedando de la siguiente manera:

$$V_f = V_c \cdot f_a = 3,05 \cdot 0,9$$

$$V_f = 2,745 \text{ m/min} = 45,75 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

#### 4.2.2. Cálculo de dimensiones y cantidad de mangas

Sabiendo la velocidad de filtración, estamos en condiciones de calcular la cantidad de mangas y el área de filtrado de nuestro colector de polvos, pero primero debemos optar por una longitud de manga que, debido a las dimensiones preexistentes de la planta de tratamiento de cal dolomítica, no debe superar los 3,2m de altura. Consultamos al fabricante por las medidas estándar de las mangas y elegimos la de 6x10, que son de 6 pulgadas de diámetro y 10 pies de longitud que serían 150mm y 3050mm respectivamente. Con esto procedemos a calcular el área de cada manga filtrante con la siguiente formula:

$$A_m = \pi \cdot D_m \cdot L_m + \frac{\pi \cdot D_m^2}{4} = \pi \cdot 0,15 \cdot 3,05 + \frac{\pi \cdot 0,15^2}{4}$$

$$A_m = 1,45m^2$$

Luego debemos calcular el área neta filtrante, para ello se debe conocer el caudal necesario de aire a filtrar, siendo este el que se encuentra identificado con línea de trazo gris en el DFP, del ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO, para cada punto de transición de la planta de briqueteado en cuestión, con valores optados por recomendación del fabricante y que nos da un total de caudal necesario de 3300 CFM o en unidades métricas 93,45 m<sup>3</sup>/min (se redondea a 100 m<sup>3</sup>/min), entonces el área neta de filtrado quedaría:

$$A_n = \frac{Q_e}{V_f} = \frac{100}{2,745}$$

$$A_n = 36,43m^2$$

Así la cantidad de mangas se calcula:

$$N_m \text{ (Número de mangas)} = \frac{A_n \text{ (Área neta de filtrado)}}{A_m \text{ (Área de una manga)}} = \frac{36,43}{1,45}$$

$$N_m = 25,12 \text{ mangas} \cong 28 \text{ mangas por condiciones de fabricación}$$

4.2.3. Cálculo de pérdidas de carga

Para conocer la potencia del ventilador, primero debemos calcular las pérdidas de carga, comenzando con la pérdida de carga en los ductos. Para ello utilizaremos la siguiente formula:

$$h_f = f \cdot \frac{L_n}{D_n} \cdot \frac{V_t^2}{2g}$$

La velocidad de transporte, que tomaremos como constante a través de todos los conductos y accesorios, la podemos obtener mediante la tabla extraída del ya mencionado proyecto de colector de polvos y que la podemos observar en la Figura 16.

Figura 16

*Velocidades recomendadas para transporte en ductos de aire*

*Fuente: CÁLCULO Y DISEÑO DE FILTRO DE MANGAS (Tipo Pulse Jet)*

NATURALEZA DEL CONTAMINANTE	EJEMPLOS	VELOCIDAD EN CONDUCTO (M/S)
Vapores, gases, humos y polvos muy livianos.	Todos los vapores, gases, humos y polvo fino de algodón.	7 – 13
Polvos secos de densidad mediana.	Polvo de madera y de caucho, hilachas de yute.	13 – 18
Polvos industriales corrientes	Chorro de arena, esmerilado, polvo de cuero y virutas de madera.	18 – 20
Polvos pesados	Polvo de plomo y fundición pesada, virutas de metal.	20 - 23

Tabla 4.3 – Valores recomendados para las velocidades de transporte en conductos.

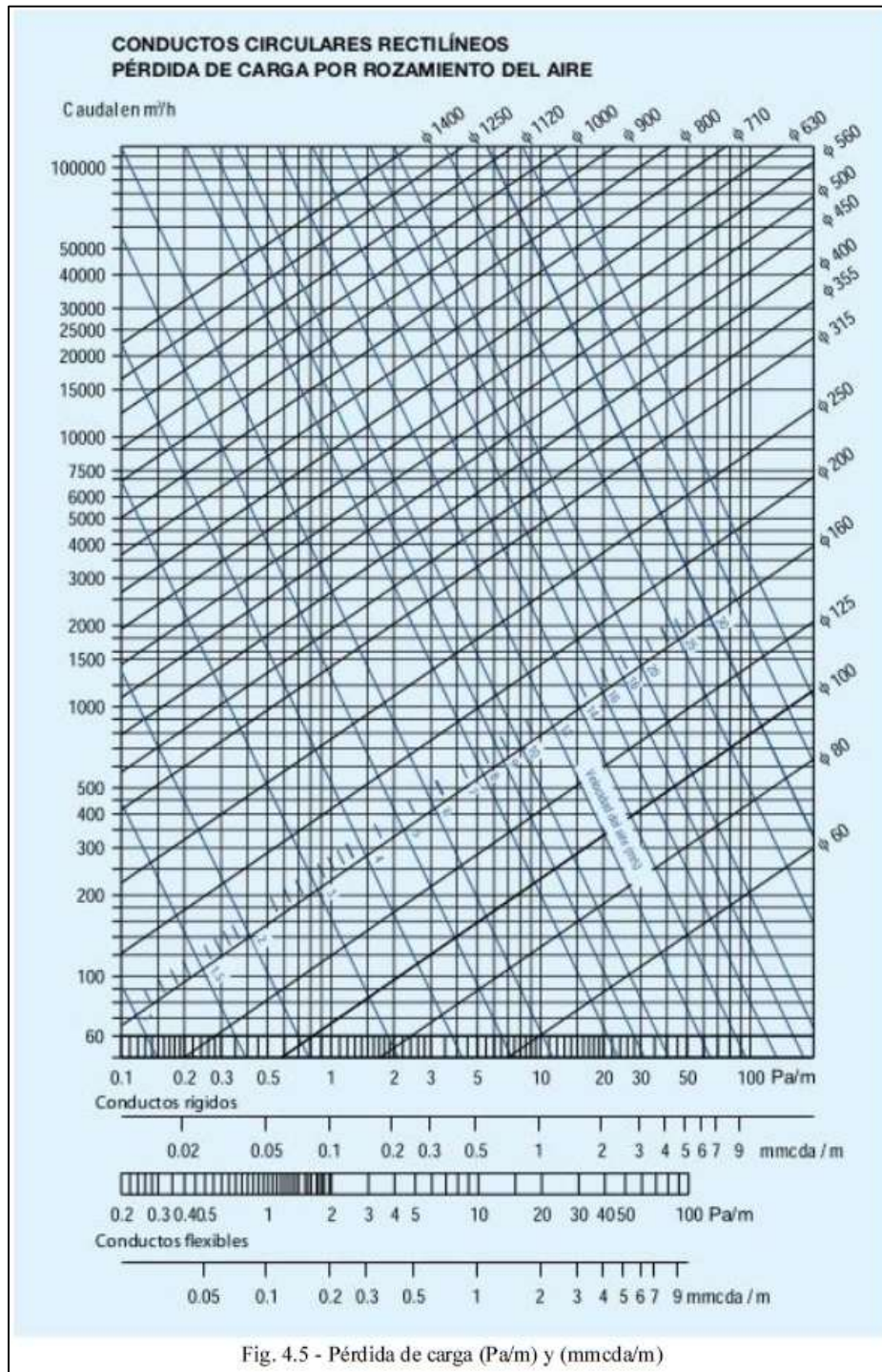
Para simplificar los cálculos, se determinará la pérdida de carga por metro lineal de ducto con ayuda del ábaco de la Figura 17 que relaciona la pérdida de carga con el diámetro del ducto, el caudal y la velocidad de transporte dentro del conducto, y es válida para las rugosidades más comunes de los materiales empleados en el mercado para este tipo de instalaciones, luego confeccionaremos una tabla con las dimensiones de cada tramo recto para obtener así la pérdida total en ductos.



Figura 17

Ábaco de pérdida de carga en ductos de aire

Fuente: CÁLCULO Y DISEÑO DE FILTRO DE MANGAS (Tipo Pulse Jet)



Para nuestro caso de estudio y por la naturaleza del contaminante, la velocidad elegida será de 18m/s constante a través de toda la instalación de ductos y accesorios que transportan el polvo hasta el colector. Esta velocidad junto con el caudal de aspiración requerido de cada máquina, nos permitirán dimensionar nuestros ductos con la siguiente formula:

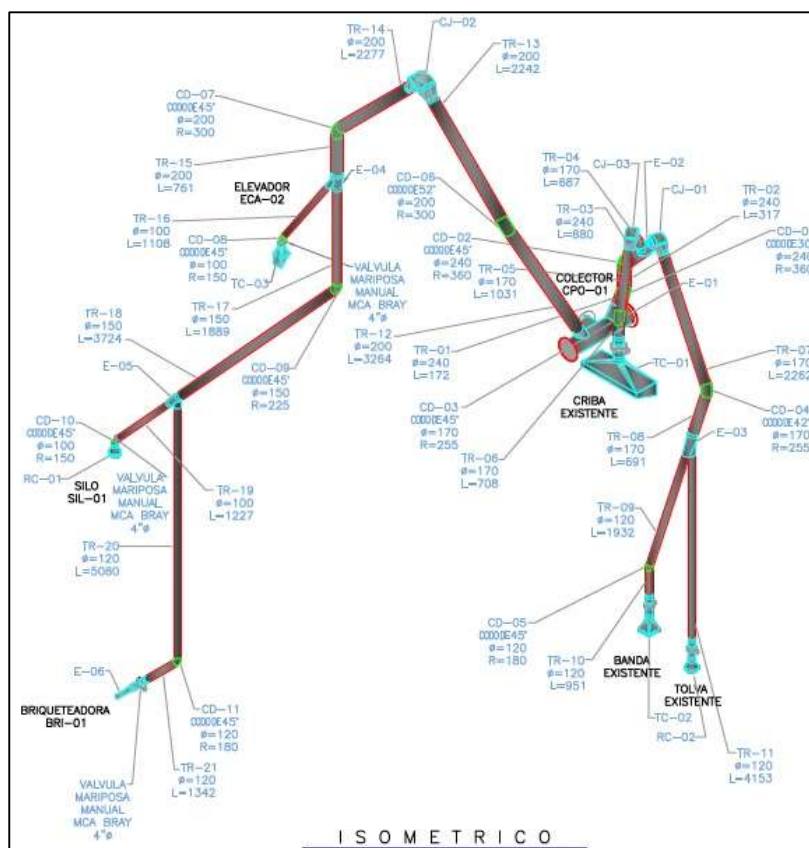
$$V_t = \frac{Q_n \text{ (Caudal del tramo recto)}}{A_n \text{ (Área del tramo recto)}} \Rightarrow A_n = \frac{Q_n}{V_t}; \text{ como así también; } D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot V_t}}$$

En la Figura 18 podemos ver un plano de la instalación completa de los ductos de aspiración por los que se transporta el polvo hasta el colector.

**Figura 18**

*Ductos de aspiración de polvos*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



Este plano se encuentra completo dentro del ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO.

Cabe señalar que, con lo visto hasta aquí podremos calcular la pérdida de carga en función de la longitud de tramo recto de la instalación, es por ello que, para conocer la pérdida de carga total de la instalación, a los valores obtenidos del ábaco para cada tramo los debemos multiplicar por su longitud.

Teniendo la velocidad de transporte, el ábaco y las longitudes, estamos en condiciones de completar nuestra tabla de pérdidas de carga para tramos rectos, siendo ésta la Tabla 7 que vemos a continuación:

**Tabla 7**

*Pérdida de carga en tramos rectos*

Tramo	Diámetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Longitud (m)	Pérdida de Carga (Pa)	Descripción
TR-01	0,240	0,045	3400	0,172	2,408	ENTRADA A COLECTOR CRIBA+BANDA+TOLVA
TR-02	0,240	0,045	3400	0,317	4,438	ENTRADA A COLECTOR CRIBA+BANDA+TOLVA
TR-03	0,240	0,045	3400	0,880	12,320	ENTRADA A COLECTOR CRIBA+BANDA+TOLVA
TR-04	0,170	0,023	1700	0,687	15,114	SUCCION DE POLVO CRIBA
TR-05	0,170	0,023	1700	1,031	22,682	SUCCION DE POLVO CRIBA
TR-06	0,170	0,023	1700	0,708	15,576	SUCCION DE POLVO CRIBA
TR-07	0,170	0,023	1700	2,262	49,764	SUCCION DE POLVO TOLVA+BANDA
TR-08	0,170	0,023	1700	0,691	15,202	SUCCION DE POLVO TOLVA+BANDA

TR-09	0,120	0,011	850	1,932	61,824	SUCCION DE POLVO BANDA
TR-10	0,120	0,011	850	0,951	30,432	SUCCION DE POLVO BANDA
TR-11	0,120	0,011	850	4,153	132,896	SUCCION DE POLVO TOLVA DE FINOS
TR-12	0,200	0,031	2210	3,264	58,752	ENTRADA A COLECTOR SILO+BRIQUET.+ELEVADOR
TR-13	0,200	0,031	2210	2,242	40,356	ENTRADA A COLECTOR SILO+BRIQUET.+ELEVADOR
TR-14	0,200	0,031	2210	2,277	40,986	ENTRADA A COLECTOR SILO+BRIQUET.+ELEVADOR
TR-15	0,200	0,031	2210	0,761	13,698	ENTRADA A COLECTOR SILO+BRIQUET.+ELEVADOR
TR-16	0,100	0,008	680	1,108	44,320	SUCCION DE POLVO ELEVADOR DE CANGILONES
TR-17	0,150	0,018	1530	1,889	45,336	SUCCION DE POLVO SILO+BRIQUETEADORA
TR-18	0,150	0,018	1530	3,724	89,376	SUCCION DE POLVO SILO+BRIQUETEADORA
TR-19	0,100	0,008	680	1,227	49,080	SUCCION DE POLVO SILO PULMON
TR-20	0,120	0,011	850	5,080	162,560	SUCCION DE POLVO BRIQUETEADORA
TR-21	0,120	0,011	850	1,342	42,944	SUCCION DE POLVO BRIQUETEADORA
<b>21</b>				<b>36,698</b>	<b>950,064</b>	<b>TOTAL TRAMOS RECTOS</b>

Para tramos rectos, que en total hay 36,7m, tenemos una pérdida de carga total de 950,064PA o bien, 95,01mm cda, que son milímetros de columna de agua y también es una unidad de medida de presión.

Para determinar la pérdida de carga en los accesorios de la instalación utilizaremos el “Método del coeficiente n”, donde en función de la presión dinámica del aire que circula por los ductos y de unos coeficientes “n”, que se determinan experimentalmente para cada caso,

obtendremos la pérdida de carga en unidades de presión total para cada accesorio con la siguiente fórmula:

$$P_t = n \cdot P_d$$

Y la presión dinámica del aire, en mm cda, viene ligada a la velocidad de transporte por la fórmula:

$$P_d = \frac{v_t^2}{16,3} = \frac{18^2}{16,3}$$

$$P_d = 19,88 \text{ mm cda}$$

Como la velocidad de transporte es constante a lo largo de toda la instalación, entonces  $P_d$  también será constante para todos los accesorios que el aire encuentre a su paso.

Como se mencionó anteriormente, los coeficientes “n” se determinan experimentalmente, por ende, recurrimos al ejemplo de cálculo del proyecto final mencionado al principio de esta sección para obtener valores aproximados de dichos coeficientes para nuestro caso particular, y en algunos accesorios se estimarán en base a estos.

Con la presión dinámica y los coeficientes “n” confeccionamos la Tabla 8 que se muestra a continuación:

**Tabla 8**

*Pérdida de carga en accesorios*

Accesorio	Diámetro (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Coefficiente “n”	Pérdida de Carga (Pa)	Descripción
E-01	0,300	5610	0,80	15,902	DERIVACIÓN ENTRADA AL COLECTOR
E-02	0,240	3400	0,30	5,963	DERIVACIÓN 25° CRIBA/TOLVA+BANDA
E-03	0,170	1700	0,30	5,963	DERIVACIÓN 25° TOLVA/BANDA
E-04	0,200	2210	0,25	4,969	DERIVACIÓN 45°

					ELEVADOR/SILO+BRIQUET.
E-05	0,150	1530	0,25	4,969	DERIVACIÓN 45° SILO/BRIQUETEADORA
E-06	0,120	850	0,25	4,969	DERIVACIÓN 45° SALIDAS BRIQUETEADORA
CJ-01	0,170	1700	0,50	9,939	CAJÓN 3 PIEZAS HACIA TOLVA
CJ-02	0,200	2210	0,50	9,939	CAJÓN 3 PIEZAS HACIA ELEVADOR
CJ-03	0,170	1700	0,50	9,939	CAJÓN 3 PIEZAS HACIA CRIBA
CD-01	0,240	3400	0,20	3,975	CODO SIMPLE 30°
CD-02	0,240	3400	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
CD-03	0,170	1700	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
CD-04	0,170	1700	0,24	4,771	CODO SIMPLE 42°
CD-05	0,120	850	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
CD-06	0,200	2210	0,28	5,566	CODO SIMPLE 52°
CD-07	0,200	2210	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
CD-08	0,100	680	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
CD-09	0,150	1530	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
CD-10	0,100	680	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
CD-11	0,120	850	0,25	4,969	CODO SIMPLE 45°
TC-01	0,170	1700	0,24	4,771	CAMPANA CRIBA
TC-02	0,120	850	0,24	4,771	CAMPANA BANDA
TC-03	0,100	680	0,24	4,771	CAMPANA ELEVADOR
RC-01	0,100	680	0,24	4,771	CAMPANA SILO
RC-02	0,120	850	0,24	4,771	CAMPANA TOLVA
<b>25</b>				<b>150,471</b>	<b>TOTAL ACCESORIOS</b>

Según el “Método de equilibrio por compuertas”, lo que nos interesa determinar es el ramal que ofrece mayor pérdida de carga, que por lo general es aquel que se encuentra a mayor distancia del ventilador. Observando el plano de la Figura 18, vemos que hay 3 ramales de interés que podrían llegar a ser los más desfavorables en cuanto a pérdidas se refiere.



Para determinar cuál es el ramal con mayor cantidad de pérdida de carga, los compararemos en la Tabla 9, que no es más que la sumatoria de cada accesorio y tramo recto que posee cada ramal de interés.

**Tabla 9**

*Comparación de ramales más largos*

Ramal	Colector-Tolva	Ramal	Colector-Banda	Ramal	Colector-Briquet.
T. R.+Acc.	Pérdida de Carga	T. R.+Acc.	Pérdida de Carga	T. R.+Acc.	Pérdida de Carga
E-01	15,902	E-01	15,902	E-01	15,902
TR-01	0,241	TR-01	0,241	TR-12	5,875
CD-01	3,975	CD-01	3,975	CD-06	5,566
TR-02	0,444	TR-02	0,444	TR-13	4,036
CD-02	4,969	CD-02	4,969	CJ-02	9,939
TR-03	1,232	TR-03	1,232	TR-14	4,099
E-02	5,963	E-02	5,963	CD-07	4,969
CJ-01	9,939	CJ-01	9,939	TR-15	1,370
TR-07	4,976	TR-07	4,976	E-04	4,969
CD-04	4,771	CD-04	4,771	TR-17	4,534
E-03	5,963	E-03	5,963	CD-09	4,969
TR-11	13,290	TR-09	6,182	TR-18	8,938
RC-02	4,771	CD-05	4,969	E-05	4,969
-	-	TR-10	3,043	TR-19	4,908
-	-	TC-02	4,771	CD-11	4,969
-	-	-	-	TR-21	4,294
-	-	-	-	E-06	4,969
<b>TOTAL</b>	<b>76,436</b>	<b>TOTAL</b>	<b>77,340</b>	<b>TOTAL</b>	<b>99,275</b>

Como vemos en la Tabla 9, el ramal que tiene mayor cantidad de pérdida de carga es el que va desde el colector de polvos hasta la máquina briquetadora, con un total de pérdida de carga de 99,275mm cda.

Este valor es el que tomaremos como pérdida en ductos para la selección del ventilador.

Para el cálculo de la pérdida de carga en los filtros del colector utilizaremos la fórmula:

$$\Delta P_c = 6,08 \cdot V_f \cdot P_j^{-0,65} + K_2 \cdot V_f^2 \cdot C_e \cdot t_f$$

Donde, el primer término representa la caída de presión producida por la manga limpia y el segundo término representa la caída de presión producida por el polvo acumulado en la manga, la suma de ambos términos representa la caída de presión en el filtro de mangas del colector.

Como la fórmula utiliza el sistema inglés de medidas, se debe convertir todos los valores obtenidos con unidades del sistema internacional y luego del cálculo volver a convertir para conocer el valor de pérdida de carga en mm cda que tiene el colector.

Siendo,  $V_f = 2,745\text{m/min} = 9,01\text{pie/min}$ ,  $P_j = 80\text{psi}$ ,  $C_e = 30\text{g/m}^3 = 1,87 \times 10^{-3}\text{lb/ft}^3$ ,  $t_f = 120\text{min}$  y  $K_2$  se calcula con la siguiente formula:

$$K_2 = \frac{0,00304}{d_{g.masa}^{1,1}} \cdot \frac{\mu_g}{\mu_{g.temp.amb.}} \cdot \frac{2600}{\rho_P} \cdot \left(\frac{V_f}{0,0152}\right)^{0,6}$$

$$K_2 = \frac{0,00304}{0,01^{1,1}} \cdot \frac{1,85 \times 10^{-5}}{1,8 \times 10^{-5}} \cdot \frac{2600}{1041} \cdot \left(\frac{0,0457}{0,0152}\right)^{0,6}$$

$$K_2 = 3,544 \text{ cm cda}$$

Entonces,  $K_2 = 2,394\text{cm cda} = 0,942\text{plg cda}$ , y calculando la pérdida de carga en los filtros del colector nos queda:

$$\Delta P_c = 6,08 \cdot 9,01 \cdot 80^{-0,65} + 0,942 \cdot 9,01^2 \cdot 1,87 \times 10^{-3} \cdot 120$$

$$\Delta P_c = 20,37 \text{ plg cda}$$

Reconvirtiendo a mm cda, nos queda:

$$\Delta P_c = 517,43 \text{ mm cda}$$

Siendo esta la pérdida de carga en el colector de polvos propiamente dicho que, sumadas a las pérdidas en ductos y accesorios, conforman la pérdida de carga total del sistema.



#### 4.2.4. Cálculo del ventilador

Para calcular la potencia del ventilador tendremos en cuenta la pérdida de carga que este debe superar. El total de pérdida de carga de nuestro sistema se obtiene sumando las pérdidas propias de los filtros del colector y las pérdidas del ramal más desfavorable que se obtuvo por comparación en la Tabla 9, recordando la fórmula de pérdida de carga, tenemos:

$$\Delta P_T = \Delta P_c + \Delta P_d + \Delta P_a$$

Donde,  $\Delta P_c = 517,43 \text{ mm cda}$  y  $\Delta P_d + \Delta P_a = 99,275 \text{ mm cda}$ , entonces:

$$\Delta P_T = 517,43 + 99,275$$

$$\Delta P_T = 616,7 \text{ mm cda}$$

Sabiendo la pérdida de carga que debe vencer el ventilador y el caudal de aire que debe extraer del sistema expresado en  $\text{m}^3/\text{s}$  podemos calcular la potencia necesaria con la fórmula:

$$P_V = Q_e \cdot \Delta P_T \cdot g = 1,557 \cdot 616,7 \cdot 9,81$$

$$P_V = 9419,6 \text{ W} = 9,42 \text{ kW}$$

$$P_V = 12,62 \text{ HP}$$

Con este valor obtenido, seleccionaremos un ventilador o forzador de aire con motor eléctrico de 15HP de potencia, ya que se aproxima a lo calculado teóricamente.

Con estos datos ya podemos solicitar al fabricante del colector de polvos la potencia requerida del ventilador, el caudal necesario de aire que se debe extraer y la altura de presión que se debe superar, como así también, la cantidad de mangas y sus dimensiones que se calcularon en la sección anterior.

## 5. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN

### 5.1. Trinchera y Poste

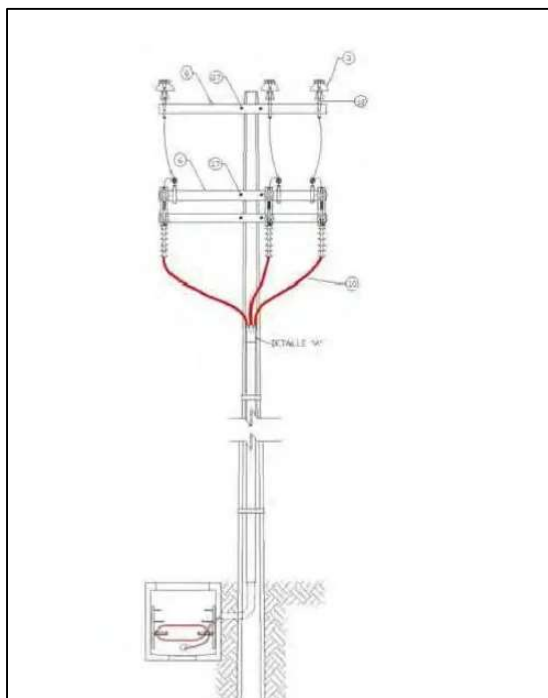
Nos tomaremos de una línea área existente de 13.200 voltios interna ubicada a 50 metros del emplazamiento de planta. En uno de los postes de alineación colocaremos una doble cruceta de madera, donde se colocarán 3 descargadores de sobretensión de 15kV y 10kA con su respectiva puesta a tierra con cable de cobre desnudo de 25mm<sup>2</sup> de sección y 3 seccionadores de 15kV.

A modo de ilustración, la Figura 19 muestra cómo quedaría la conexión en media tensión.

#### Figura 19

*Poste con cruceta, fusible y descargador*

*Fuente: Biblioteca Digital SCRIBD*

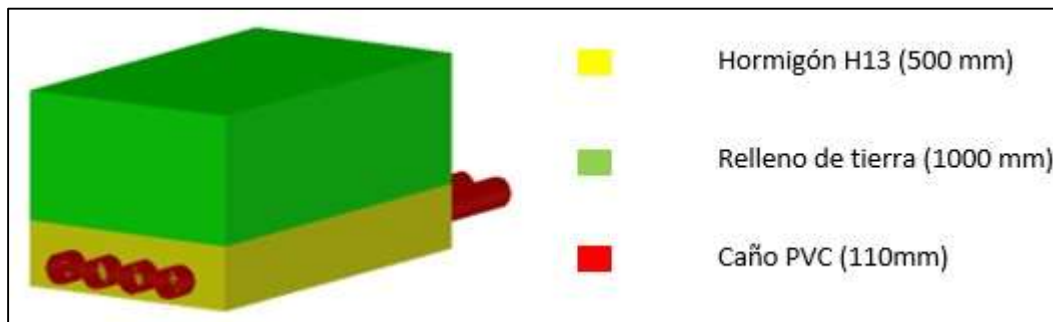


La bajada del poste será con cable subterráneo RETENAX-CU-13,2kV-CAT.II-1X25/6mm<sup>2</sup>-PRYSMIAN, con protección mecánica (caño de 2 ½” galvanizado) hasta un registro y cañeros subterráneos de PVC empotrado a 1,5m del nivel natural con una capa de hormigón H13 hasta la celda de MT, como se ilustra en la Figura 20, y desde ésta hasta el transformador.

**Figura 20**

*Vista cañero subterráneo para línea de media tensión*

*Fuente: Realizado en AutoCAD de autoría propia*

**5.2. Celda y Transformador**

Para protección del transformador se montarán dos celdas de Media Tensión modelo CGMCOSMOS de la marca ORMAZABAL:

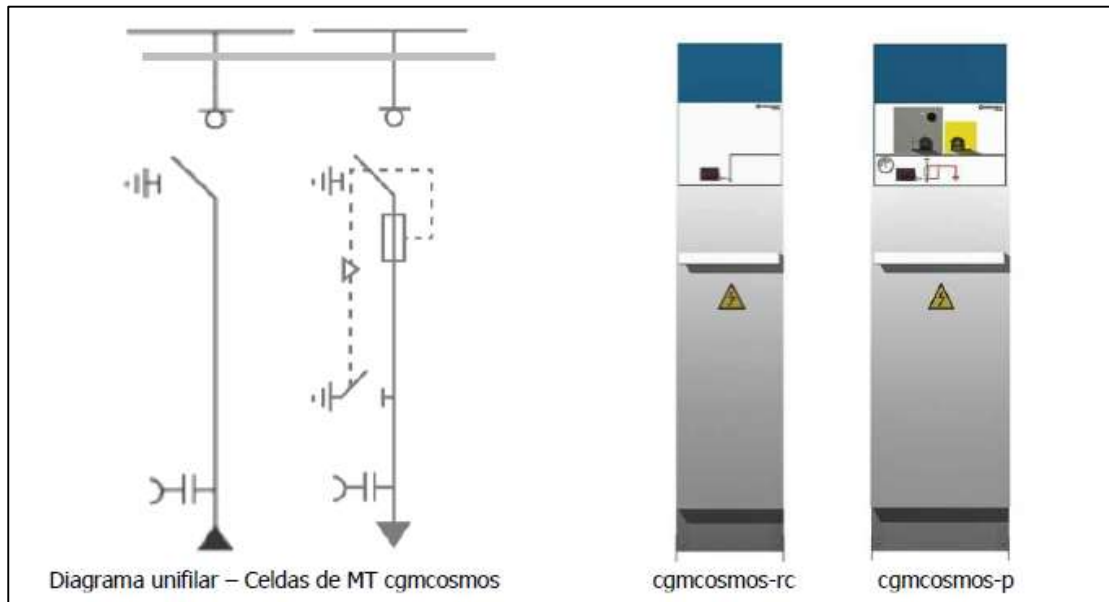
1. Celda N°1: Celda de entrada y salida, CGMCOSMOS-RC. Celda modular de remonte de cables (hasta el embarrado principal) con aislamiento en aire.
2. Celda N°2: Celda de protección del transformador, CGMCOSMOS-P. Celda modular con protección por fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores. Esta celda estará equipada con bobina de apertura.

Las celdas que utilizaremos, descritas en el párrafo anterior, como así también el diagrama unifilar de conexión, se pueden observar en la Figura 21 a continuación.

**Figura 21**

*Topográfico ilustrativo celdas de media tensión*

*Fuente: catálogo ORMAZABAL*



El transformador de potencia seleccionado es de la marca MIRON en baño de aceite de tipo llenado integral con las siguientes características:

- Potencia nominal: 400kVA
- Fases: 3
- Tensión primaria: 13,2kV - conexión Triángulo
- Tensión secundaria: 400V - conexión Estrella
- Frecuencia: 50Hz
- Grupo de conexión (designación IEC): Dyn11
- Regulación: +/- 2 x 2.5
- Refrigerante: Aceite
- Refrigeración: ONAN

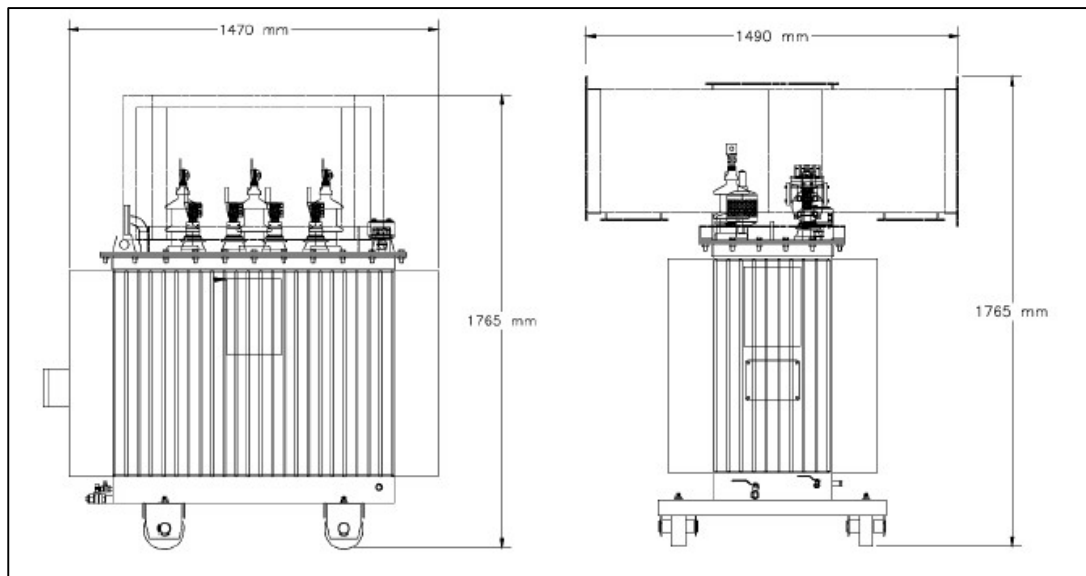
- Temperatura admisible en los arrollamientos y en el líquido aislante: Según Normas IRAM.
- Régimen de sobrecarga admisible: 10% por períodos no mayores de 2 horas con una carga previa continúa de 75% de su potencia nominal.

Las dimensiones del transformador seleccionado se pueden observar en la Figura 22 que vemos a continuación.

### Figura 22

*Topográfico ilustrativo de transformador de potencia*

*Fuente: catálogo MIRON*



Para seleccionar el transformador de potencia se tuvo en cuenta la sumatoria de potencias de los motores eléctricos de las máquinas y equipos auxiliares que forman parte de la planta de briqueteado dimensionada en este proyecto.

Dicha sumatoria se observa en la Figura 23, que no es otra cosa que la captura de la hoja de cálculo confeccionada por los autores a modo de demostrar la potencia consumida por la planta.

Figura 23

Lista de motores eléctricos utilizados en planta briqueteadora

Fuente: Hoja de cálculo de autoría propia

"Lista de Motores Planta Briqueteadora"							
TAG	EQUIPO	POTENCIA KW	ARRANCADOR	KVA	I NOMINAL	AJUSTE POR PROTECCION	
1 TGA - 01	Alimentador helicoidal	5,5	VFD	6,88	10,5	8,4	
2 ECA - 01	Elevador de cangilones	5,5	TENSION PLENA	6,88	10,5	8,4	
3 THM - 01	Transportador helicoidal mezclador	5,5	VFD	6,88	10,5	8,4	
4 THM - 02	Transportador helicoidal mezclador	5,5	VFD	6,88	10,5	8,4	
5 POL - 01	Polipasto	2,25	TENSION PLENA	2,81	4,3	3,4	
6 DVO - 01	Dosificador volumetrico	1,5	TENSION PLENA	1,88	2,9	2,3	
7 BRI - 01	Briqueteadora	75	VFD	93,75	142,6	114,1	
8 IND - 01	Inductor	11,2	VFD	14,00	21,3	17,0	
9 AGI - 01	Agitador	1,5	TENSION PLENA	1,88	2,9	2,3	
10 TVI - 01	Tubo vibratorio	2,5	TENSION PLENA	3,13	4,8	3,8	
11 ECA - 02	Elevador de cangilones	5,5	TENSION PLENA	6,88	10,5	8,4	
12 TVI - 02	Tubo vibratorio	2,5	TENSION PLENA	3,13	4,8	3,8	
13 VRO - 01	Valvula rotativa	1,5	TENSION PLENA	1,88	2,9	2,3	
14 VCE - 01	Ventilador centrifugo	11,2	TENSION PLENA	14,00	21,3	17,0	
15	Iluminacion y servicio	10	TENSION PLENA	12,50	19,0	15,2	
16 IND - 02	Inductor	11,2	VFD	14,00	21,3	17,0	
17 AGI - 02	Agitador	1,5	TENSION PLENA	1,88	2,9	2,3	
18 BRI - 02	Briqueteadora	75	VFD	93,75	142,6	114,1	
		234,35		292,9	445,6		
		152,33		390,6	289,6		

Como podemos ver en la Figura 23, hay 3 motores resaltados que no están incluidos en el dimensionamiento del actual proyecto, sin embargo, como ya se mencionó antes en otras secciones, se pensó en una duplicación de la capacidad de la planta con sólo agregar otra máquina briqueteadora en paralelo, así toda la planta del actual proyecto queda preparada de antemano para éste aumento de producción de briquetas.

## 6. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO EN BAJA TENSIÓN

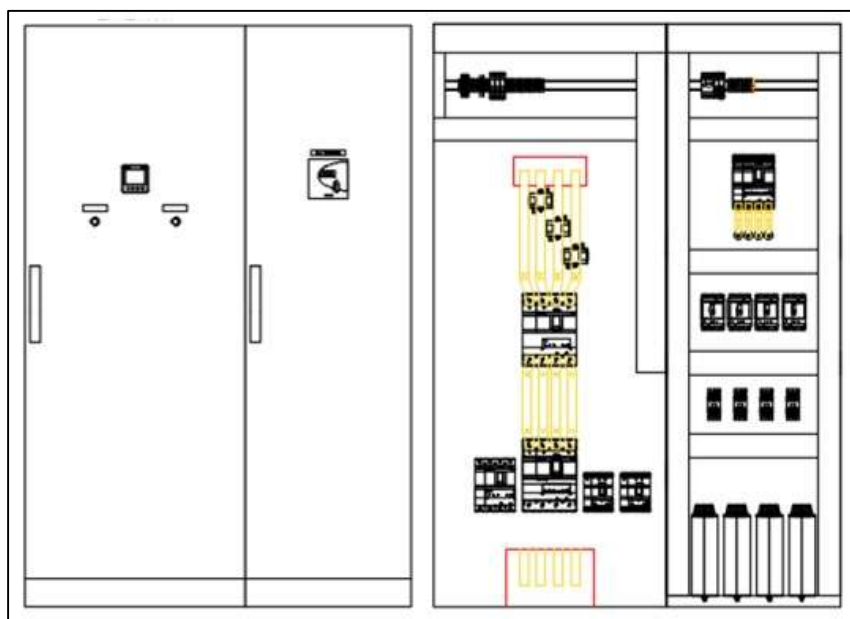
### 6.1. Tablero de Distribución y Corrección de Factor de Potencia

El tablero principal de distribución en baja tensión contará con un interruptor principal de  $I_N = 630A$ ,  $I_{CU} = 55kA$ ,  $415V$ , 4 polos y ajuste de protección de  $I_R = 250A-630A$ . También tendrá un medidor de energía marca SENTROM PAC 3200 que se comunicará con el PLC a través de la placa de comunicación con protocolo profibus. Aguas abajo del interruptor principal tendremos 4 interruptores automáticos compactos de 400A (CCM planta de briqueteado), 160A (tomacorrientes para mantenimiento), 80A (iluminación de planta) y 63A (para iluminación y tomacorrientes de cuartos eléctricos). Para el banco de capacitores contaremos con un interruptor de 400A y 4 interruptores de 100A para las etapas de compensación, siendo cada etapa de 50kVar. Para el control de las etapas contaremos con un relé varimétrico que tiene una etapa fija y 3 etapas variables para compensar a medida que lo requiera la carga. Esto se ilustra en la Figura 24.

#### Figura 24

*Topográfico ilustrativo, Exterior e Interior del TGDBT*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



**6.2. Centro de Control de Motores (CCM)**

El CCM contará con 6 gabinetes modulares de 2.000mm de alto por 600mm de profundidad. El gabinete de alimentación general de potencia deberá llevar un interruptor compacto con neutro protegido de 400A con barras de 30x10, este mismo alimentará todo el sistema de barras, también tendrá conectado un SENTRON PAC 3200 con sus respectivos transformadores de intensidad, también se conectará un relé de seguridad de falta de fase vinculado con el disparador de apertura del interruptor compacto y también con la parada de emergencia, cada gabinete modular tiene 5 barras de cobre horizontales para alimentar cada guardamotor e interruptor compacto de cada uno de los arranques directos y variadores de frecuencia, que serán variadores de la línea G120 debido a que necesitamos variar velocidades con material cargado, por lo que deben ser del tipo par constante y estarán alimentados por un interruptor compacto y aguas abajo un contactor de habilitación y una habilitación con enclavamiento eléctrico desde botones en la puerta del tablero, un panel operado en la puerta y debajo pulsadores con indicador verde.

Por otro lado, el gabinete de control tendrá un PLC S7-400 de la marca SIEMENS en donde el mismo será conformado por una fuente, CPU y el módulo de comunicación dentro de un rack de 4 slots, también tendrá conectada una UPS de 3kVA que permitirá el uso de esta o un bypass mediante un interruptor seccionador de 3 posiciones (UPS; 0; BYPASS).

También contaremos con una estación remota ET200-MP, su fuente de alimentación y los módulos I/O según el listado de señales, cada módulo de I/O deberá llevar su protección termomagnética unipolar y por cada grupo de borneras de I/O. Para la disipación del calor generado por los sistemas de VDF y control contaremos con control de temperatura y forzador de aire.

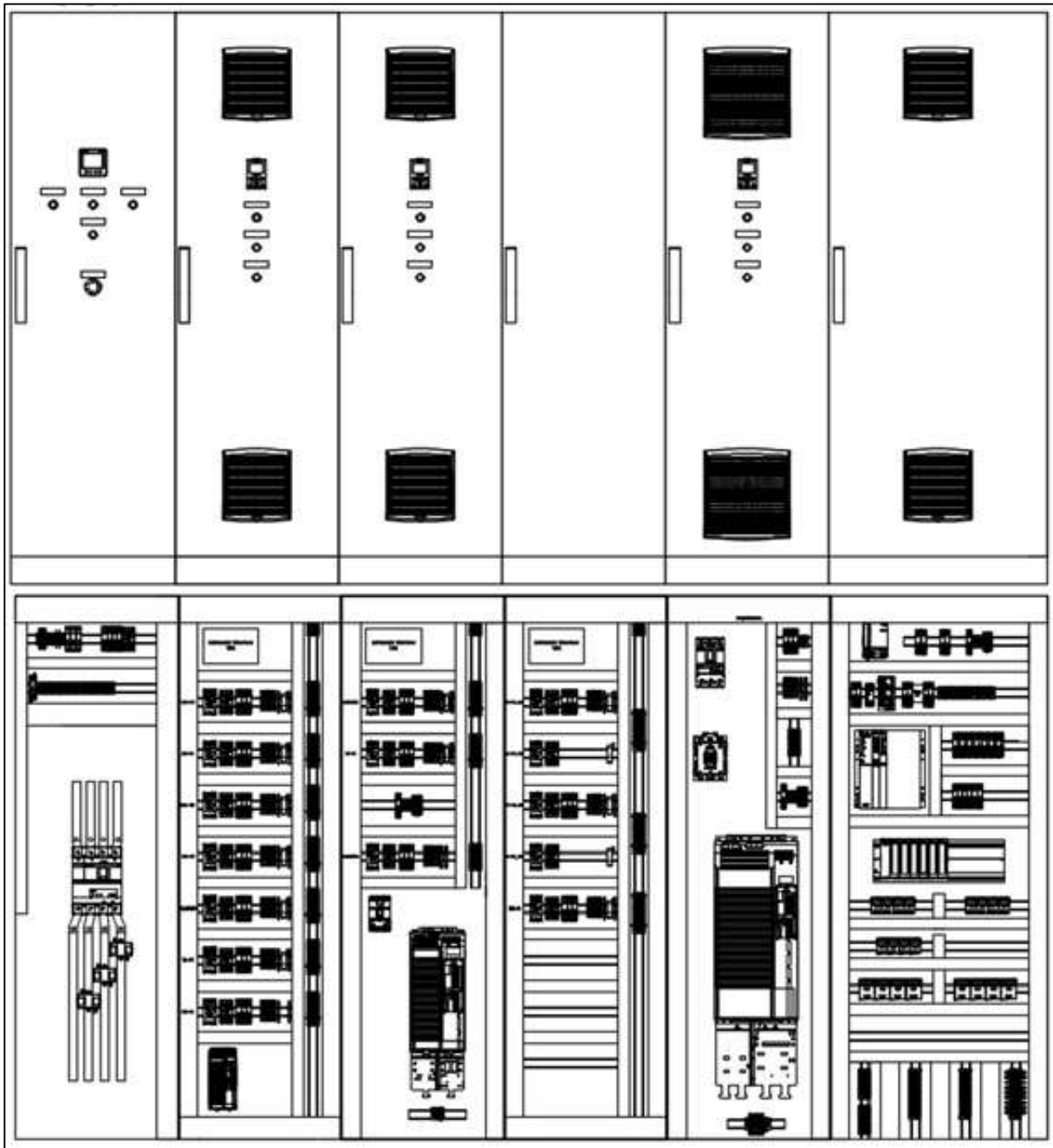
Para ilustrar lo explicado sobre el CCM, la Figura 25 muestra un plano topográfico del exterior e interior del CCM.



Figura 25

*Topográfico ilustrativo, Exterior e Interior del CCM*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



### 6.3. Arranques de Máquinas y Equipos

Los arranques que utilizaremos en este proyecto pueden ser del tipo directo o con variador de frecuencia (VDF). Ambos fueron pensados para tener una lógica sencilla y similar para disminuir los costes de inventario y mantenimiento, como así también, pensados para la seguridad de las personas que deban intervenir los equipos en campo, ya que, toda la planta puede ser manejada y arrancada de forma remota desde el HMI (Interface Máquina-Hombre).

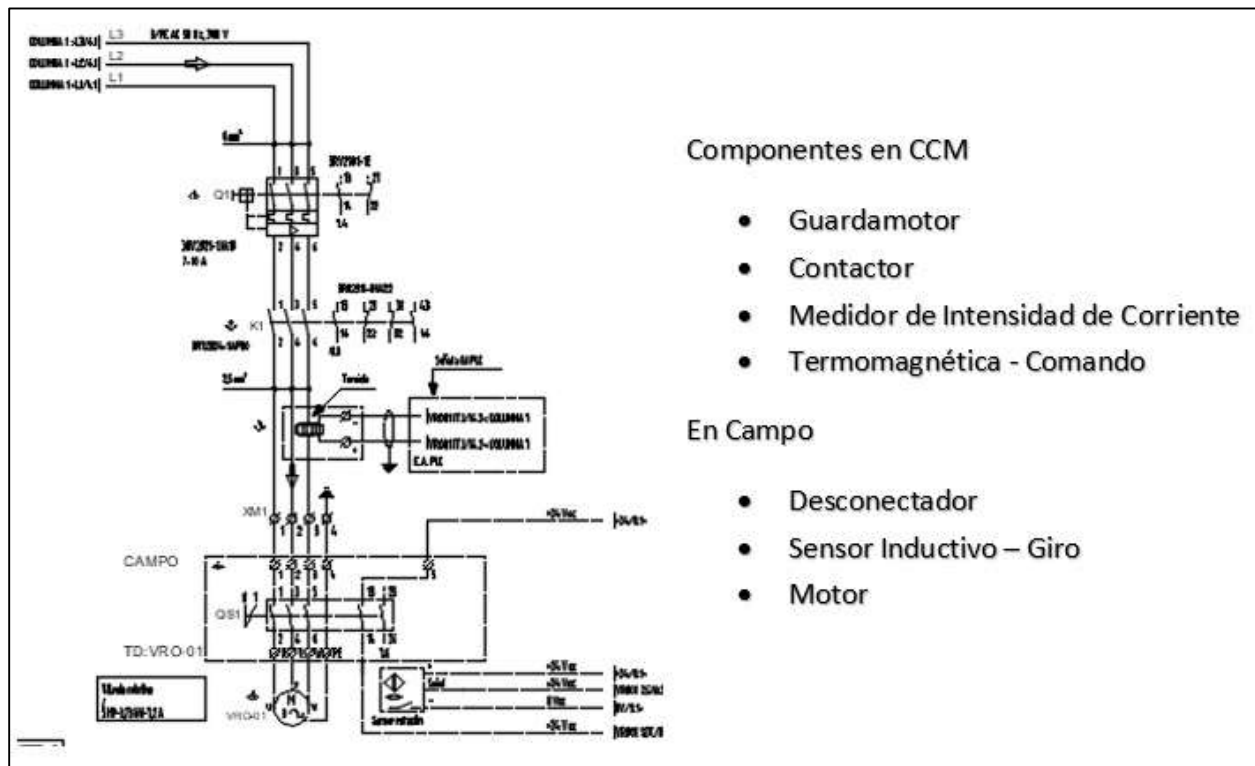
#### 6.3.1. Arranque directo

La Figura 26 ilustra el arranque directo que utilizaremos.

**Figura 26**

*Unifilar de Potencia para Arranque Directo*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



En el CCM tendremos el guardamotor como protección termomagnética (Q), contactor como equipo de maniobra (K) y el toroide como equipo de medición para protección del proceso y aviso de alarmas (interlocks en HMI).

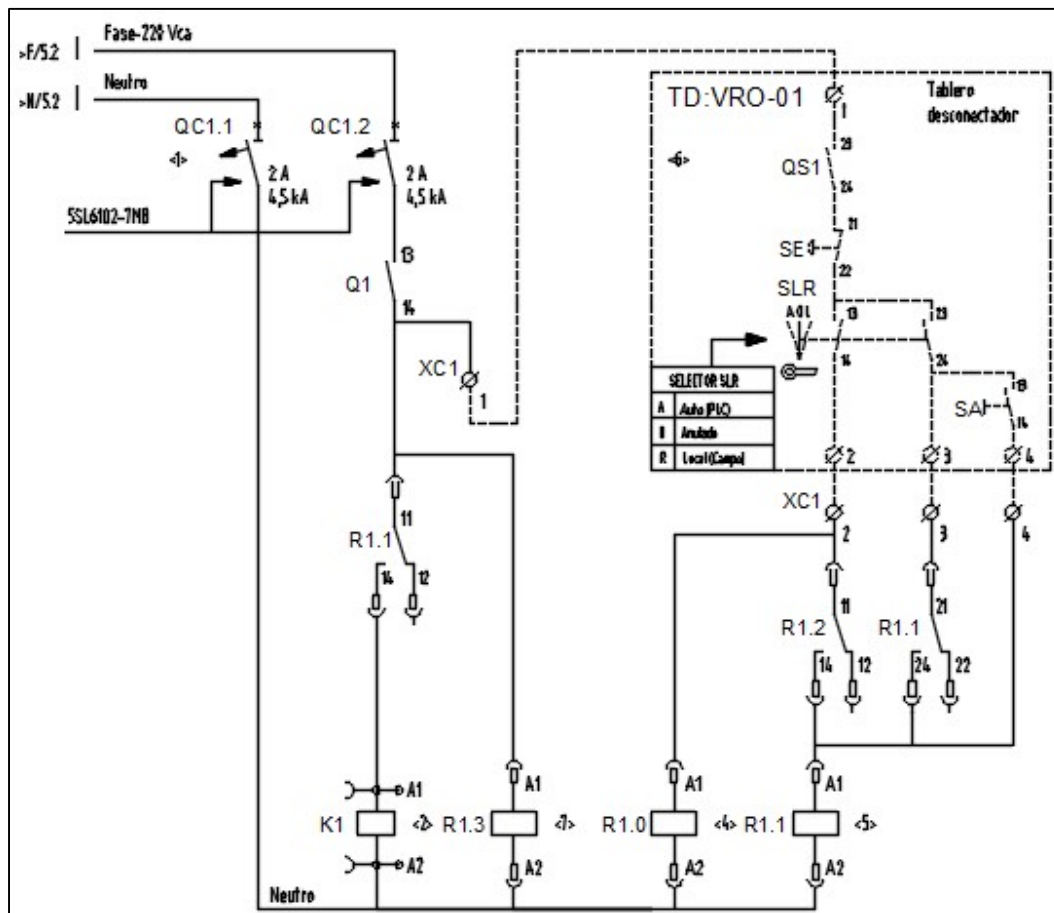
En campo contaremos con un desconectador de campo que posee un seccionador bajo carga con maneta para candaneo y solo si el equipo lo necesita un sensor inductivo para detectar el giro de los elementos conducidos (transportadores helicoidales y elevadores).

El diagrama unifilar de comando para arranque directo se puede observar en la Figura 27.

**Figura 27**

*Unifilar de Comando para Arranque Directo*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



Tanto fase como neutro poseen protección termomagnética independiente. El primer elemento es el contacto auxiliar del guardamotor que energiza todos los componentes siempre que el guardamotor esté cerrado (NA). K1 es la bobina del contactor. R1.0 es el relé que indica al PLC que el desconectador de campo está en la posición de arranque remoto. R1.1 es el relé de arranque (ya sea de manera local o remota). R1.2 es el relé de interfaz que energiza R1.1 desde el PLC (cuando arrancamos desde HMI). R1.3 es el relé de interfaz que nos indica que el equipo está en condiciones de arrancar.

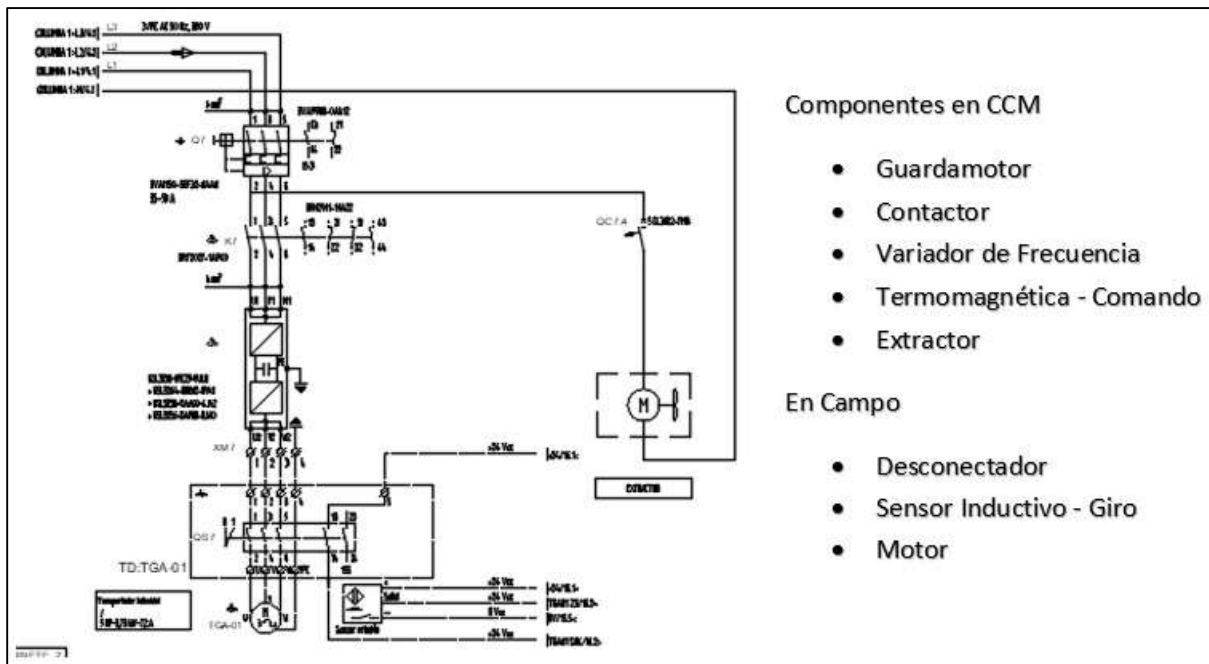
**6.3.2. Arranque con variador de frecuencia (VDF)**

La Figura 28 ilustra el arranque con VDF que utilizaremos.

**Figura 28**

*Unifilar de Potencia para Arranque con VDF*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



En el CCM tenemos el guardamotor como protección termomagnética (Q), contactor como equipo de maniobra (K) y el VDF para modificar la velocidad de rotación del motor sin modificar el par.

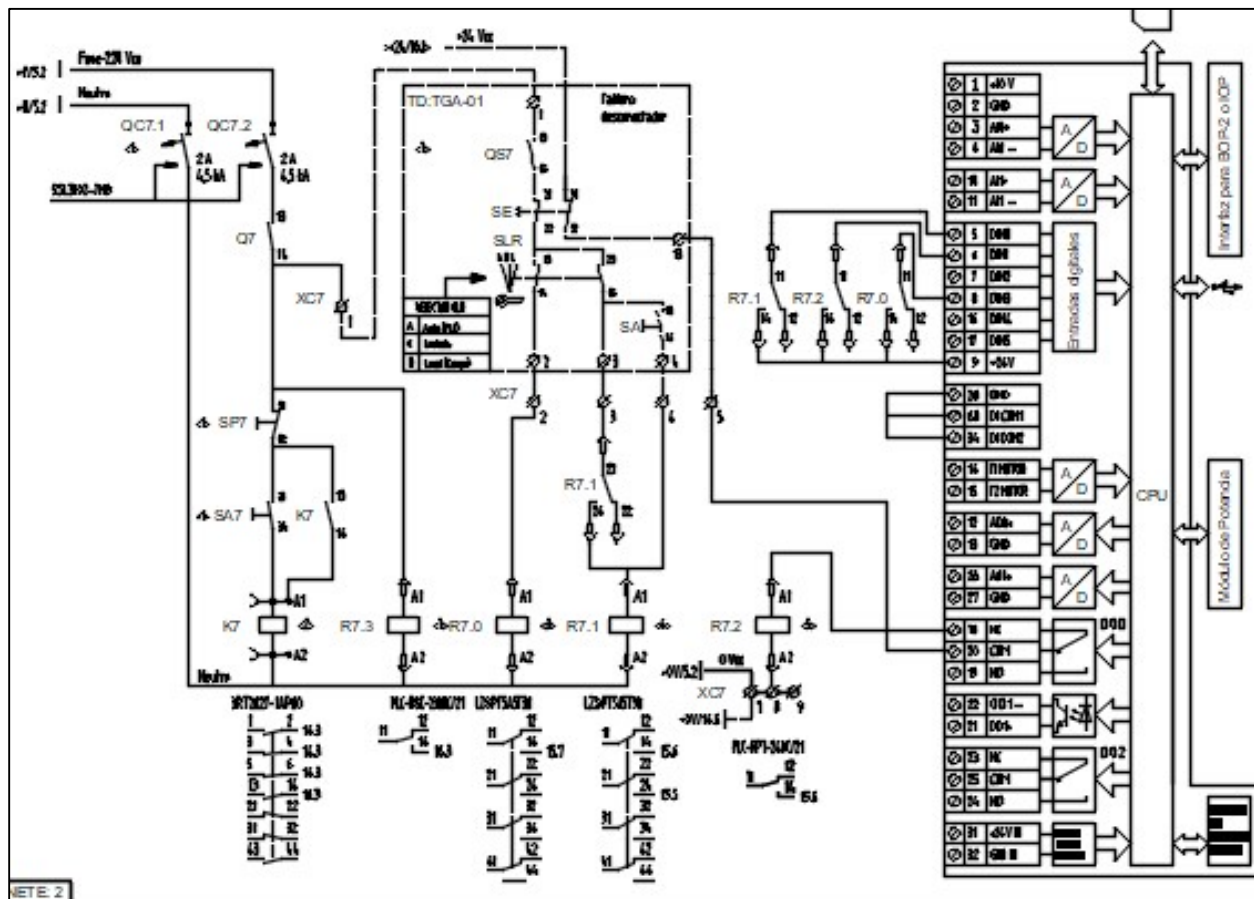
En campo contaremos con un desconectador de campo que posee un seccionador bajo carga con maneta para candaneo y solo si el equipo lo necesita un sensor inductivo para detectar el giro de los elementos conducidos (transportadores helicoidales y elevadores).

El diagrama unifilar de comando para arranque con VDF se puede ver en la Figura 29.

**Figura 29**

*Unifilar de Comando para Arranque con VDF*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



Tanto fase como neutro poseen protección termomagnética independiente. El primer elemento es el contacto auxiliar del guardamotor que energiza todos los componentes siempre que el guardamotor esté cerrado (NA). K1 es la bobina del contactor que energiza el circuito de potencia del VDF mediante un pulsador de arranque en la puerta, esto funciona como protección para evitar un arranque accidental del variador ante un corte de energía. R7.0 es el relé que indica al PLC que el desconectador de campo está en la posición de arranque remoto y el grupo de entradas digitales. R7.1 es el relé de arranque (ya sea de manera local o remota) por medio de su contacto auxiliar NA y las entradas digitales del VDF. R7.2 es el relé de interfaz que cumple la función de indicar que el variador está en falla por medio de sus salidas relé. R1.3 es el relé de interfaz (FR) que nos indica que el equipo está en condiciones de arrancar.

Todas las señales son enviadas al PLC a través del protocolo de comunicación profibus de SIEMENS.

#### **6.4. Desconectador de Campo**

Para cada equipo se considera colocar un “desconectador”, este es un equipo que utilizamos para des electrificar el motor eléctrico de los equipos del proceso, esto lo conseguimos colocando un seccionador bajo carga que cumple la función de dejar sin tensión el equipo de manera local, ya que el desconectador se coloca lo más cerca posible del equipo.

También nos permite realizar un candadeo del mismo al momento de hacer intervenciones de mantenimiento en la máquina.

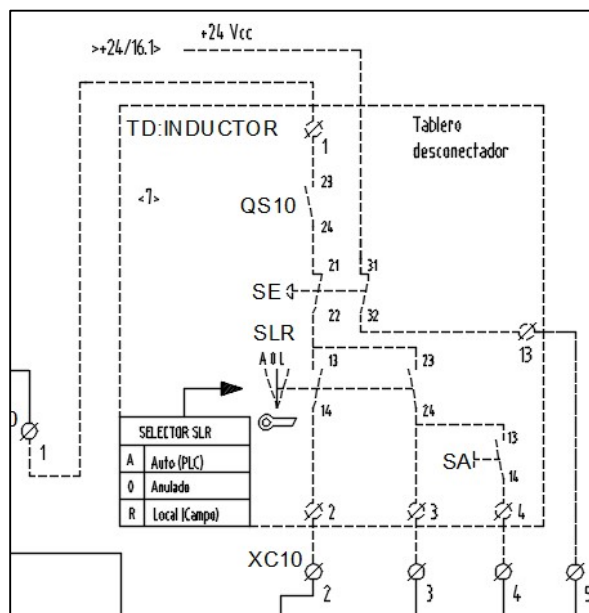
El desconectador también cuenta con un pulsador de arranque, un paro de emergencia (tipo hongo, con enclavamiento mecánico) y un selector de llave de 3 posiciones (Local; 0; Automático).

En la Figura 30 podemos ver el diagrama unifilar de comando de un desconectador de campo, como ya se mencionó anteriormente todas las máquinas y equipos de la planta poseen uno.

**Figura 30**

*Unifilar de Comando para Desconector de Campo*

*Fuente: ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO de autoría propia*



## 6.5. Consumo de Energía Eléctrica

Para calcular el consumo de la planta primero debemos considerar el funcionamiento de la misma ya que, durante un mismo día, no todos los equipos funcionan constantemente, sino que los involucrados en la etapa de llenado del silo funcionan con una intermitencia de 1 hora.

Considerando que esta planta procesa material durante 6 horas diarias, podemos resumir el cálculo de energía consumida por hora en la Figura 31, que es una hoja de cálculo realizada en Excel.

Por otro lado, en la Figura 32 podemos ver un gráfico combinado donde se muestra la variación de consumo de energía eléctrica a lo largo de una jornada laboral, como así también el acumulado de energía eléctrica consumida por día.



Figura 31

Hoja de cálculo para el consumo de energía eléctrica por hora de la planta

Fuente: Hoja de cálculo de autoría propia

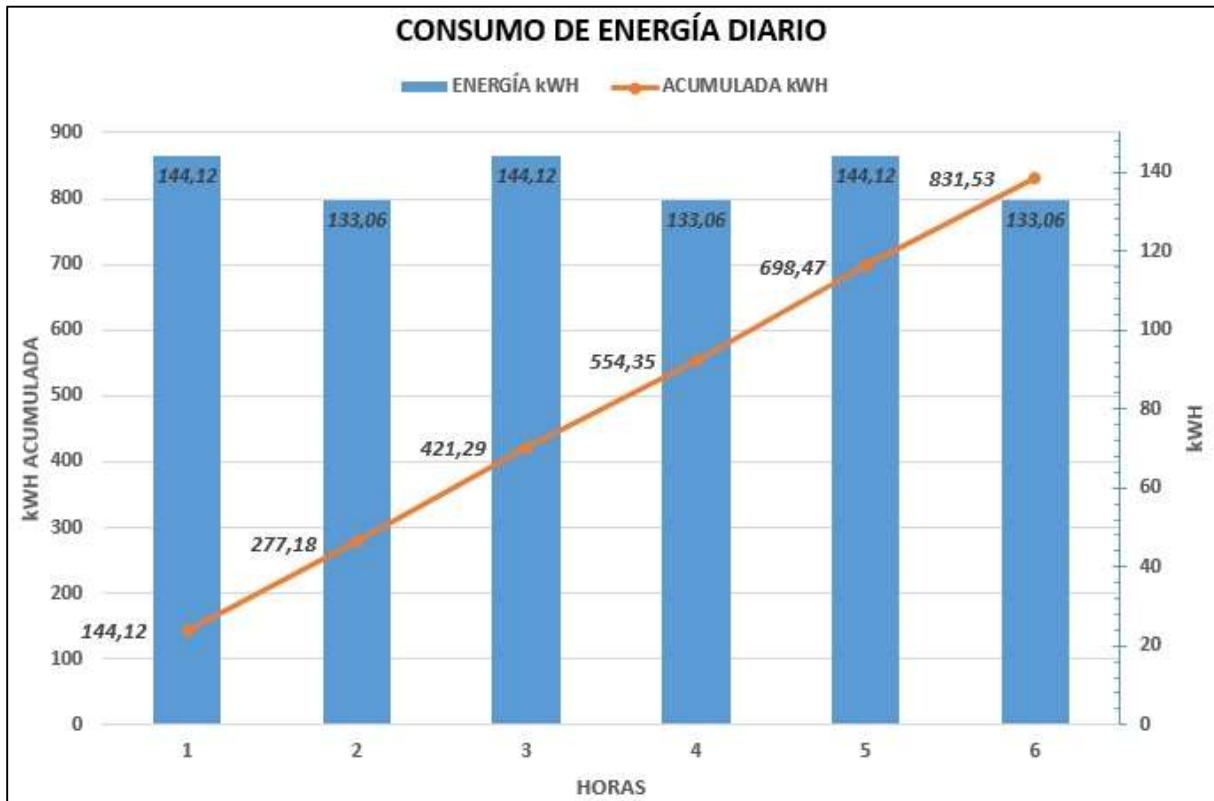
TAG	EQUIPO	POTENCIA APARENTE KVA	HORAS DIARIAS DE FUNCIONAMIENTO							RÉGIMEN DE CARGA %	ENERGÍA DIARIA CONSUMIDA KWH	
			HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL			
TGA - 01	Etapa de Llenado de Silo	6,47	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	3	7,76
ECA - 01	Alimentador helicoidal	6,47	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	3	7,76
THM - 01	Elevador de cangilones	6,47	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	3	7,76
THM - 02	Transportador helicoidal mezclador	6,47	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	3	7,76
DVO - 01	Transportador helicoidal mezclador	1,76	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	3	2,12
	Dosificador volumétrico											
TAG	Etapa de Briqueteado + Iluminación + Recolección de Polvos	KVA	HORA 1	HORA 2	HORA 3	HORA 4	HORA 5	HORA 6	TOTAL	%	KWH	
BRI - 01	Briqueteadora	88,24	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	100	529,41	
IND - 01	Inductor	13,18	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	100	79,06	
AGI - 01	Agitador	1,76	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	100	10,59	
TVI - 01	Tubo vibratorio	2,94	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	40	7,06	
ECA - 02	Elevador de cangilones	6,47	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	40	15,53	
TVI - 02	Tubo vibratorio	2,94	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	40	7,06	
VRO - 01	Válvula rotativa	1,76	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	100	10,59	
VCE - 01	Ventilador centrífugo	13,18	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	100	79,06	
-	Iluminación y servicio	10,00	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6	100	60,00	
									<b>TOTAL</b>		<b>831,53</b>	



Figura 32

Gráfico de Consumo Eléctrico Diario

Fuente: Hoja de cálculo de autoría propia



La energía diaria consumida por toda la planta es de 831,53kWh aproximadamente.

## 7. INSTRUMENTACIÓN Y FILOSOFÍA DE CONTROL

### 7.1. Descripción del Proceso

El proceso comienza con el material que descarta la criba existente en su malla inferior, es decir los residuos finos (0 a 3mm). Este material es descargado en la tolva de almacenamiento TAM-01 el control de llenado de ésta será por medio de un radar ultrasónico que monitorea el nivel de material de manera continua, además, posee dos switches de nivel puntual que dan arranque o parada a la cinta que descarga en dicha tolva.

Recordemos que cuando se llena esta tolva la cinta cambia su sentido de giro para continuar descargando residuos finos en la tolva TAM-02 que serán tratados por la empresa tal y como lo vienen haciendo hasta antes de que este proyecto sea ejecutado.

Los sensores y radares mencionados anteriormente se pueden ver en la Figura 33.

#### Figura 33

*Control de Niveles de Tolvas y Silos*

*Fuente: Manual UWT MICROCONTROL*



La tolva descarga en un dosificador volumétrico TGA-01 que por diseño debe trabajar inmerso de material. Se coloca un VDF para tener un mejor control de la dosificación del óxido de calcio y así obtener la mezcla deseada. Además, se coloca un sensor del tipo inductivo para verificar la rotación del helicoidal. La velocidad de alimentación se fijará con un medidor de resistencia de las briquetas y con el desgaste de los rodillos de briqueteado.

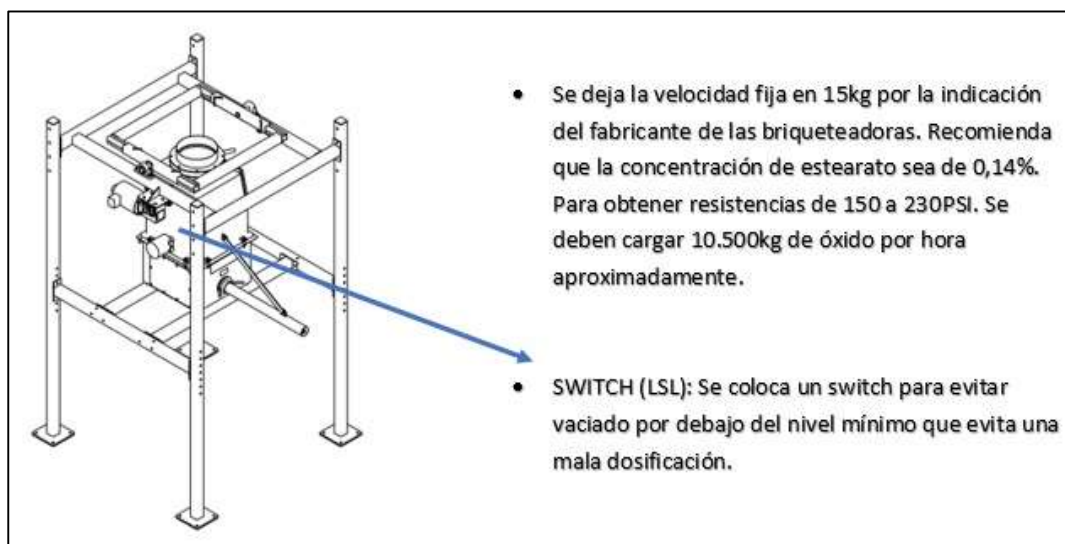
El gusano descarga en el elevador de cangilones ECA-01, este último, eleva el material para ingresar en el tolvin, pasando antes por un switch que nos indica que está pasando material, donde se unen los residuos finos con el estearato de calcio para su posterior mezclado en los tornillos mezcladores. Al igual que los helicoidales, los elevadores llevan un sensor de rotación para verificación de giro del conducido.

En el tolvin también se introduce estearato de calcio por medio del dosificador volumétrico que puede inyectar desde 1kg a 20 kg de estearato por hora. El dosificador está ilustrado en la Figura 34.

### Figura 34

*Dosificador Volumétrico de Estearato de Calcio*

*Fuente: Manual TECWEICH*



Luego el material pasará por dos transportadores helicoidales mezcladores (THM-01 y THM-02) mezclándolo durante 30 segundos (recomendación KOMAREK) para lograr la homogeneidad de la mezcla. A los mezcladores le colocamos sensor de rotación (ZS).

Los mezcladores descargan en el silo SIL-01 para generar un pulmón intermedio. El silo, al igual que la tolva TAM-01, tendrá 3 instrumentos de medición de niveles:

- RADAR (LT): controla el llenado o vaciado normal del silo. Histéresis: 30% - 90% de llenado.
- 2 SWICHES (LS): funcionan como una redundancia por encima y debajo de la histéresis, evitando que el silo rebalse o que quede vacío por debajo del nivel mínimo que evita una mala dosificación.

El silo va montado sobre la briqueteadora por lo que alimenta directamente el inductor, el cual es controlado por un variador de frecuencia para poder conseguir briquetas de calidad y poder mantener el valor de la resistencia de las mismas aun cuando hay desgaste en las piezas.

El rodillo conformador también tiene un VDF ya que es el que controla la productividad de la máquina ( $50\text{hz} = 5\text{Tn/h}$  -  $25\text{hz} = 2,5\text{Tn/h}$ ).

Aquí la instrumentación juega un papel importante en la calidad ya que el variador, por medio del protocolo de comunicación, envía mediciones de corrientes que deben mantenerse en un valor cercano a 100A en los rodillos y además colocamos un transmisor de presión en el sistema hidráulico para buscar valores cercanos a 150bar, que por datos empíricos sabemos que es el valor que nos brinda mayor durabilidad de los rodillos y calidad de briquetas óptimas. Si le damos mayor presión obtenemos mayor resistencia en las briquetas, pero la durabilidad de los rodillos cae drásticamente.

Al salir de la briqueteadora las briquetas deben ser cribadas ya que se producen porcentajes de materiales finos que varían desde el 10% al 22% cuando se deben cambiar las piezas desgastables.

Por lo que se debe elevar las briquetas hasta la criba existente pasando por TVI-01 luego por elevador ECA-02 y por otro transportador vibratorio TVI-02 hasta descargar en la criba, logrando así un proceso cíclico.

## 7.2. Secuencia de Arranque y Parada

Las secuencias de arranque se pueden dividir en dos, dado que tenemos el pulmón intermedio.

### 7.2.1. Llenado de Silo SIL-01

**Para el arranque:** Se deben arrancar los equipos de adelante hacia atrás. Siempre que no estén activados los **interlocks** del llenado de silo.

- Todos los equipos en automático AR
- Nivel de tolva TAM-01 por encima del LALL
- Filtro de mangas sin fallo
- Nivel de silo SIL-01 por debajo del LAH o LAHH
- Ninguno de los equipos con el pulsador de emergencia en campo activado
- La alarma de Nivel Mínimo de la tolva de estearato “LSAL” no deberá estar activada, para el arranque de secuencia
- Con la secuencia encendida en caso de que se active alarma de Nivel Mínimo de la tolva de estearato “LSAL” esta detendrá la secuencia de manera automática
- El dosificador de estearato se encenderá cuando la alarma de “FSAL” se desactive por NO detección de flujo de óxido de calcio

- El dosificador de estearato se detendrá cuando la alarma de “FSAL” se active por No detección de flujo de óxido de calcio

**Secuencia Arranque:**

1. Arranca el TMH-02
2. Arranca el TMH-01
3. Arranca ECA-01
4. Arranca TGA-01
5. Arranca DVO-01

**Para el paro:** Si los equipos paran por el enclavamiento de silo lleno, los equipos deben parar de atrás hacia adelante. Si se da el paro por una emergencia, ya sea que se pulsa algún paro de emergencias de algún equipo, se coloca un equipo en local, se detecta el no giro de un equipo o no hay flujo de óxido de calcio, paran todos de golpe indicando alarma del motivo del paro en HMI.

**7.2.2. Briqueteado**

**Para el arranque:** Se deben arrancar los equipos de adelanta hacia atrás. Siempre que no estén activados los **interlocks** del briqueteado.

- Todos los equipos en automático AR
- Nivel de silo SIL-01 por encima del LALL
- Filtro de mangas sin fallo
- Ninguno de los equipos con el pulsador de emergencia en campo activado
- La criba debe estar encendida

**Secuencia Arranque:**

1. Arranca la criba vibratoria existente
2. Arranca el TVI-02
3. Arranca ECA-02
4. Arranca TVI-01
5. Arranca AGI-02
6. Arranca BRI-01
7. Arranca el inductor de BRI-01

**Para el paro:** Si los equipos paran por el enclavamiento de silo vacío, los equipos deben parar de atrás hacia adelante. Si se da el paro por una emergencia, ya sea que se pulsa algún paro de emergencias de algún equipo, se coloca un equipo en local, se detecta el no giro de un equipo o se detecta amperaje alto de rodillos, paran todos de golpe indicando alarma del motivo del paro en HMI.

**7.4. Listado de Instrumentos de Campo**

Como vimos anteriormente cada máquina y equipo lleva una serie de instrumentos para sensor y controlar diferentes partes del proceso. Estos instrumentos están detallados en la Figura 35 donde podemos ver el listado de instrumentos para cada máquina junto con su nombre y su designación.

También podemos ver estos instrumentos dentro del DTI (Diagrama de Tuberías e Instrumentos) que se encuentra en el ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO.

### 7.5. Dimensionamiento del PLC

Para dimensionar la capacidad que debe tener el PLC S7-400 que necesitamos para manejar el proceso, se elabora un listado de señales que provienen de los instrumentos, equipos de protección y maniobra y equipos de medición de toda la planta.

Este listado se analiza y se suman el total de señales digitales y analógicas como así también de cada tipo se determina si serán señales de entrada o de salida.

De esta sumatoria obtendremos el nro. de tarjetas que tendrá nuestro PLC, sabiendo que para el modelo en cuestión hay tarjetas digitales de 32 entradas o de 32 salidas, y tarjetas analógicas de 8 entradas o de 8 salidas.

El resultado de dicha sumatoria se resume en la Tabla 10 a continuación.

**Tabla 10**

*Dimensionamiento de PLC*

Tipo de Señal	DI	DO	AI	AO
	Digital Input	Digital Output	Analogic Input	Analogic Output
<b>Total de Señales</b>	58	11	15	0
<b>Nro. de Tarjetas</b>	3	1	2	0
<b>Señales Activas</b>	96	32	16	0
<b>Señales Libres</b>	38	21	1	0
<b>% de Reserva</b>	40%	66%	6%	0%

Podemos ver en la tabla que necesitaremos 3 tarjetas de entradas digitales, 1 tarjeta de salidas digitales, 2 tarjetas de entradas analógicas y ninguna tarjeta de salidas analógicas. Así es como sabremos con que capacidad solicitar nuestro PLC al fabricante, en este caso SIEMENS.



Figura 35

Listado de Instrumentos de Campo (autoría propia)

Proyecto Briqueteado					
Lista de Instrumentos					
TAG No.	Aplicación	Cant.	Equipo	Señal de salida	Voltaje
<b>TAM - 01 Tolva</b>					
LT	Nivel Continuo	1	Transmisor de Radar	4 - 20 mA	24VDC
LSH	Alto Nivel	1	Switch de alto nivel	contacto SPDT relé, Colector abierto PNP	24VDC
LSL	Alto bajo	1	Switch de alto bajo	contacto SPDT relé, Colector abierto PNP	24VDC
<b>TGA - 01 Alimentador helicoidal</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>ECA - 01 Elevador de canjilones</b>					
FS	Flujo de material	1	Sensor de flujo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>THE-01 Transportador Helicoidal</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>VRO - 02 Valvula rotativa</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>THM - 01 Transportador helicoidal mezclador</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>THM - 02 Transportador helicoidal mezclador</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>DVO - 01 Dosificador volumetrico</b>					
LSH	Alto Nivel	1	Switch de alto nivel	contacto SPDT relé, Colector abierto PNP	24VDC
<b>SIL - 01 Silo</b>					
LT	Nivel Continuo	1	Transmisor de Radar	4 - 20 mA	24VDC
LSH	Alto Nivel	1	Switch de alto nivel	contacto SPDT relé, Colector abierto PNP	24VDC
LSL	Alto bajo	1	Switch de alto bajo	contacto SPDT relé, Colector abierto PNP	24VDC
<b>BRI - 01 Briqueteadora</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
TP	Presion continua	1	Transmisor de presion	4 - 20 mA	24VDC
<b>TGA - 03 Alimentador helicoidal</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>AGI - 02 Agitador</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
SV	Valvula solenoide	1		NO , NC	24VDC
<b>TVI - 01 Tubo vibrante</b>					
<b>ECA - 02 Elevador de canjilones</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>TVI - 02 Tubo vibrante</b>					
<b>VRO - 01 Valvula rotativa</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 4 HILOS	24VDC
<b>CPO - 01 Colector de polvos</b>					
PDT01	Presion diferencia	1	Transmisor de presion	4 - 20 mA	24VDC
PSL	Presion minima	1	Presostato	NO, NC 3 HILOS	24VDC
<b>VCE - 01 Ventilador centrifugo</b>					
ZE01	Rotación	1	Sensor Inductivo	NO, NC 3 HILOS	24VDC

## 8. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

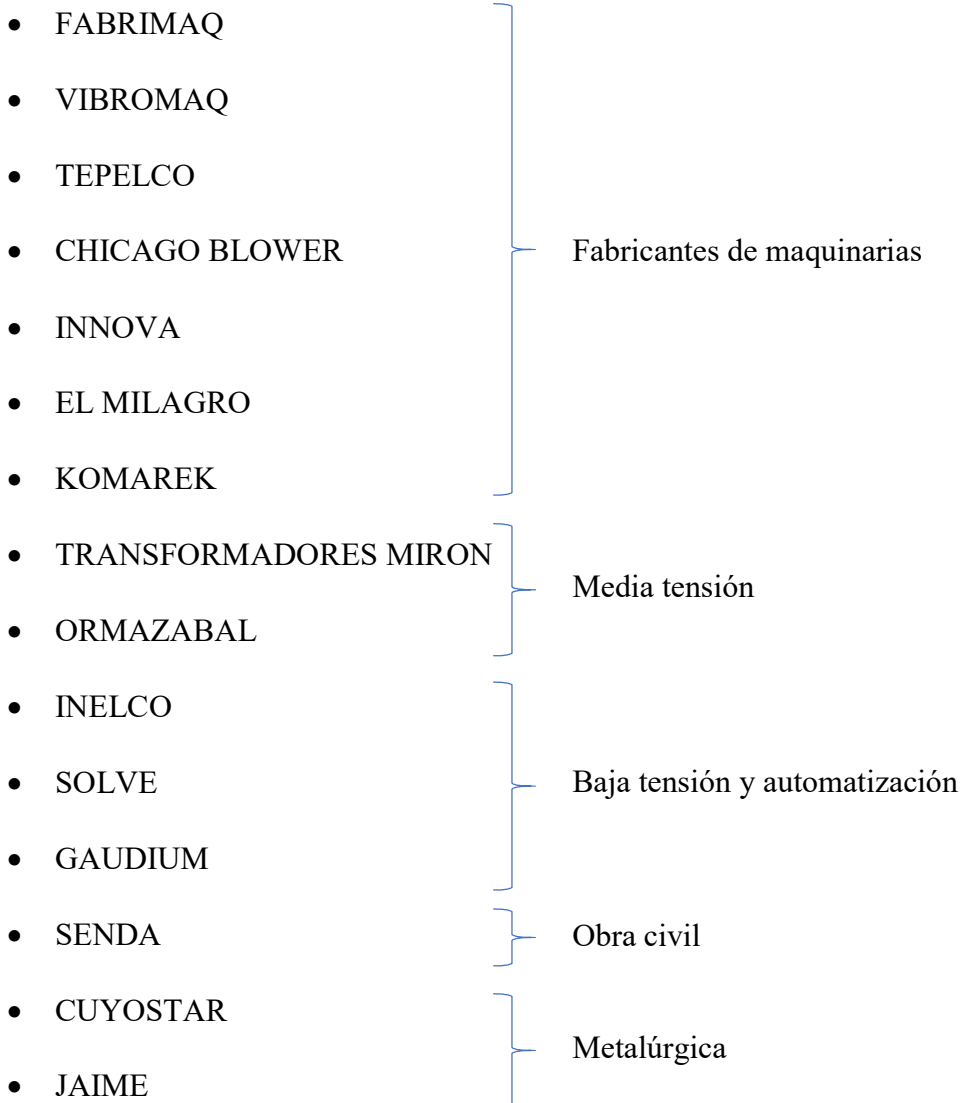
Es menester planificar la ejecución de tareas para poder realizar un análisis de costos con mayor exactitud, donde se tendrán en cuenta las tareas por orden cronológico y poder evaluar así la superposición de tareas que nos permitan acortar el plazo de entrega del proyecto, como así también, la ruta crítica que nos puede perjudicar en la entrega.

### 8.1. Estructura de Desglose de Trabajos

- Ingeniería
- Máquinas y Equipos
- Edificio e Instalaciones
  - Obra Civil
  - Estructuras Metálicas
  - Montaje Mecánico
  - Instalación Eléctrica
- Pruebas de Funcionamiento

Cada sección del proyecto tiene sus tareas y sus recursos asignados de acuerdo a la disciplina y teniendo en cuenta la experiencia y características de los distintos proveedores, tales como, la trayectoria y envergadura de la empresa, características técnicas y disponibilidad en la provincia de San Juan. Se aclara que la ingeniería será desarrollada por los autores del proyecto.

**8.2. Empresas Disponibles**



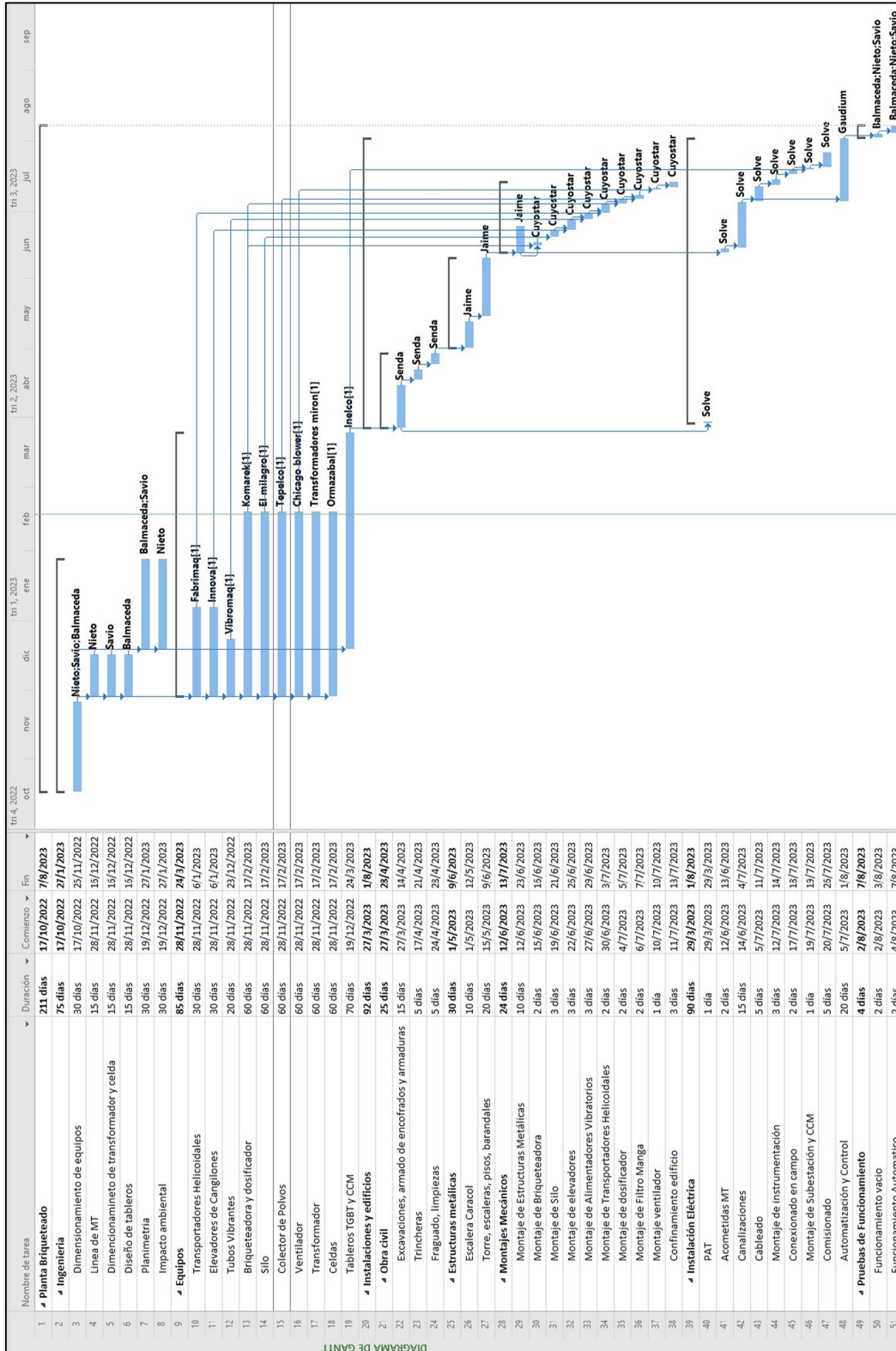
**8.3. Diagrama de Gantt**

Con ayuda del programa “Project” de Microsoft Office, se elabora un diagrama de Gantt donde se asignan fechas estimadas de inicio y se calculan los días totales de ejecución del proyecto y posibles superposiciones de tareas.

El mencionado diagrama está ilustrado en la Figura 36 que es una captura de pantalla del diagrama realizado en Project.

Figura 36

Diagrama de Gantt del Dimensionamiento de Planta de Briqueteado (autoría propia)



## 9. ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

Con este análisis encontraremos el costo de ingeniería, provisión de los equipos, obra civil, estructuras, montajes mecánicos, instalación eléctrica y la puesta en marcha del presente proyecto.

No están considerados en los costos el impuesto al valor agregado (IVA), ya que pueden variar según el caso.

### 9.1. Costos Unitarios

Partiendo de la planificación, con los recursos ya establecidos en cuanto a días laborables, horas diarias, plazo máximo de obra y responsables de tareas podemos dividir los costos en:

- Ingeniería
- Equipos
- Edificio e instalaciones
- Pruebas de funcionamiento

Los costos unitarios por empresa se muestran en la Tabla 11 a continuación.

**Tabla 11**

*Listado de costos unitarios por empresa*

Nombre del Recurso	Tipo	Iniciales	Tasa estándar
SAVIO	Trabajo	PS	USD 20,00/HORA
NIETO	Trabajo	LN	USD 20,00/HORA
BALMACEDA	Trabajo	RB	USD 20,00/HORA
FABRIMAQ	Material	FM	USD 15.000,00
INNOVA	Material	IN	USD 20.000,00
EL MILAGRO	Material	EM	USD 3.000,00
KOMAREK	Material	KK	USD 100.000,00
VIBROMAQ	Material	VQ	USD 5.000,00
TEPELCO	Material	TC	USD 8.000,00
CHICAGO BLOWER	Material	CB	USD 5.000,00
INELCO	Material	IC	USD 150.000,00
SENDA	Trabajo	SD	USD 1.200,00/HORA

JAIME	Trabajo	JM	USD 1.500,00/HORA
CUYOSTAR	Trabajo	CY	USD 1.500,00/HORA
SOLVE	Trabajo	SL	USD 1.200,00/HORA
GAUDIUM	Trabajo	GA	USD 100,00/HORA
TRANSFORMADORES MIRON	Material	TM	USD 20.000,00
ORMAZABAL	Material	OB	USD 8.000,00

**9.2. Costos de Ingeniería**

Los costos de ingeniería se resumen en la Figura 37 que vemos a continuación.

**Figura 37**

*Listado de costos de ingeniería*

*Fuente: Diagrama de Gantt de autoría propia*

2	▲ Ingeniería	75 días	17/10/2022	27/1/2023			USD 36.000,00
3	Dimensionamiento de equipos	30 días	17/10/2022	25/11/2022		Nieto;Savio;Balmaceda	USD 14.400,00
4	Linea de MT	15 días	28/11/2022	16/12/2022	3	Nieto	USD 2.400,00
5	Dimencionamieto de transformador y celda	15 días	28/11/2022	16/12/2022	3	Savio	USD 2.400,00
6	Diseño de tableros	15 días	28/11/2022	16/12/2022	3	Balmaceda	USD 2.400,00
7	Planimetría	30 días	19/12/2022	27/1/2023	3;4;5;6	Balmaceda;Savio	USD 9.600,00
8	Impacto ambiental	30 días	19/12/2022	27/1/2023	3;4;5;6	Nieto	USD 4.800,00

Para los costos de ingeniería es necesario invertir USD 36.000,00.

**9.3. Costos de Equipos**

Los costos de equipos se resumen en la Figura 38 que vemos a continuación.

**Figura 38**

*Listado de costos de equipos*

*Fuente: Diagrama de Gantt de autoría propia*

9	▲ Equipos	85 días	28/11/2022	24/3/2023			USD 334.000,00
10	Transportadores Helicoidales	30 días	28/11/2022	6/1/2023	3	Fabrimaq[1]	USD 15.000,00
11	Elevadores de Cangilones	30 días	28/11/2022	6/1/2023	3	Innova[1]	USD 20.000,00
12	Tubos Vibrantes	20 días	28/11/2022	23/12/2022	3	Vibroma[1]	USD 5.000,00
13	Briqueteadora y dosificador	60 días	28/11/2022	17/2/2023	3	Komarek[1]	USD 100.000,00
14	Silo	60 días	28/11/2022	17/2/2023	3	El milagro[1]	USD 3.000,00
15	Colector de Polvos	60 días	28/11/2022	17/2/2023	3	Tepelco[1]	USD 8.000,00
16	Ventilador	60 días	28/11/2022	17/2/2023	3	Chicago blower[1]	USD 5.000,00
17	Transformador	60 días	28/11/2022	17/2/2023	3	Transformadores miron[1]	USD 20.000,00
18	Celdas	60 días	28/11/2022	17/2/2023	3	Ormazabal[1]	USD 8.000,00
19	Tableros TGBT y CCM	70 días	19/12/2022	24/3/2023	5	Inelco[1]	USD 150.000,00

Para los costos de equipos es necesario invertir USD 334.000,00.



9.4. Costos de Instalaciones y Edificios

Los costos de instalaciones y edificios se resumen en la Figura 39 a continuación.

Figura 39

Listado de costos de instalaciones y edificios

Fuente: Diagrama de Gantt de autoría propia

HOJA DE TAREAS	20	▸ Instalaciones y edificios	92 días	27/3/2023	1/8/2023				USD 1.314.400,00
	21	▸ Obra civil	25 días	27/3/2023	28/4/2023				USD 240.000,00
	22	Excavaciones, armado de encofrados y armaduras	15 días	27/3/2023	14/4/2023	19	Senda		USD 144.000,00
	23	Trincheras	5 días	17/4/2023	21/4/2023	22	Senda		USD 48.000,00
	24	Fraguado, limpiezas	5 días	24/4/2023	28/4/2023	23	Senda		USD 48.000,00
	25	▸ Estructuras metálicas	30 días	1/5/2023	9/6/2023				USD 360.000,00
	26	Escalera Caracol	10 días	1/5/2023	12/5/2023	24	Jaime		USD 120.000,00
	27	Torre, escaleras, pisos, barandales	20 días	15/5/2023	9/6/2023	26	Jaime		USD 240.000,00
	28	▸ Montajes Mecánicos	24 días	12/6/2023	13/7/2023				USD 372.000,00
	29	Montaje de Estructuras Metálicas	10 días	12/6/2023	23/6/2023	27	Jaime		USD 120.000,00
	30	Montaje de Briqueteadora	2 días	15/6/2023	16/6/2023	29CC+3 días;13	Cuyostar		USD 24.000,00
	31	Montaje de Silo	3 días	19/6/2023	21/6/2023	14;30	Cuyostar		USD 36.000,00
	32	Montaje de elevadores	3 días	22/6/2023	26/6/2023	11;31	Cuyostar		USD 36.000,00
	33	Montaje de Alimentadores Vibratorios	3 días	27/6/2023	29/6/2023	12;32	Cuyostar		USD 36.000,00
	34	Montaje de Transportadores Helicoidales	2 días	30/6/2023	3/7/2023	10;33	Cuyostar		USD 24.000,00
	35	Montaje de dosificador	2 días	4/7/2023	5/7/2023	13;34	Cuyostar		USD 24.000,00
	36	Montaje de Filtro Manga	2 días	6/7/2023	7/7/2023	15;35	Cuyostar		USD 24.000,00
	37	Montaje ventilador	1 día	10/7/2023	10/7/2023	16;36	Cuyostar		USD 12.000,00
	38	Confinamiento edificio	3 días	11/7/2023	13/7/2023	37	Cuyostar		USD 36.000,00
	39	▸ Instalación Eléctrica	90 días	29/3/2023	1/8/2023				USD 342.400,00
	40	PAT	1 día	29/3/2023	29/3/2023	22CC+2 días	Solve		USD 9.600,00
	41	Acometidas MT	2 días	12/6/2023	13/6/2023	27	Solve		USD 19.200,00
	42	Canalizaciones	15 días	14/6/2023	4/7/2023	41	Solve		USD 144.000,00
	43	Cableado	5 días	5/7/2023	11/7/2023	42	Solve		USD 48.000,00
	44	Montaje de instrumentación	3 días	12/7/2023	14/7/2023	43	Solve		USD 28.800,00
	45	Conexionado en campo	2 días	17/7/2023	18/7/2023	44	Solve		USD 19.200,00
	46	Montaje de Subestación y CCM	1 día	19/7/2023	19/7/2023	19;45	Solve		USD 9.600,00
	47	Comisionado	5 días	20/7/2023	26/7/2023	46	Solve		USD 48.000,00
	48	Automatización y Control	20 días	5/7/2023	1/8/2023	42	Gaudium		USD 16.000,00

Para los costos de equipos es necesario invertir USD 1.314.400,00.

9.5. Costos de Pruebas de Funcionamiento

Los costos para realizar las pruebas de funcionamiento se resumen en la Figura 40.

Figura 40

Listado de costos de pruebas de funcionamiento

Fuente: Diagrama de Gantt de autoría propia

49	▸ Pruebas de Funcionamiento	4 días	2/8/2023	7/8/2023				USD 1.920,00
50	Funcionamiento vacio	2 días	2/8/2023	3/8/2023	48	Balmaceda;Nieto;Savio		USD 960,00
51	Funcionamiento Automatico	2 días	4/8/2023	7/8/2023	50	Balmaceda;Nieto;Savio		USD 960,00

Para los costos de pruebas de funcionamiento es necesario invertir USD 1.920,00.

## 9.6. Costos Totales

Los costos totales, para el proyecto de dimensionamiento de planta de briqueteado para la empresa CALERA S.A. ubicada en la provincia de San Juan, se resumen en la Figura 41.

### Figura 41

*Costos totales del proyecto de dimensionamiento de planta de briqueteado*

*Fuente: Diagrama de Gantt de autoría propia*

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
▲ Planta Briqueteado	211 días	17/10/2022	7/8/2023	USD 1.686.320,00
▷ Ingeniería	75 días	17/10/2022	27/1/2023	USD 36.000,00
▷ Equipos	85 días	28/11/2022	24/3/2023	USD 334.000,00
▷ Instalaciones y edificios	92 días	27/3/2023	1/8/2023	USD 1.314.400,00
▷ Pruebas de Funcionamiento	4 días	2/8/2023	7/8/2023	USD 1.920,00

Siendo necesario invertir un total de USD 1.686.320,00 para el presente proyecto.

## 9.7. Flujo de Caja del Proyecto

Dentro del análisis de costos, es importante también realizar un análisis del flujo de caja del proyecto, es decir, el desembolso de dinero a lo largo del tiempo de realización del mismo.

Para ello recurrimos nuevamente al programa Project para realizar un gráfico de costos mensuales requeridos por el proyecto desde su inicio hasta que se culmina con la última tarea del mismo.

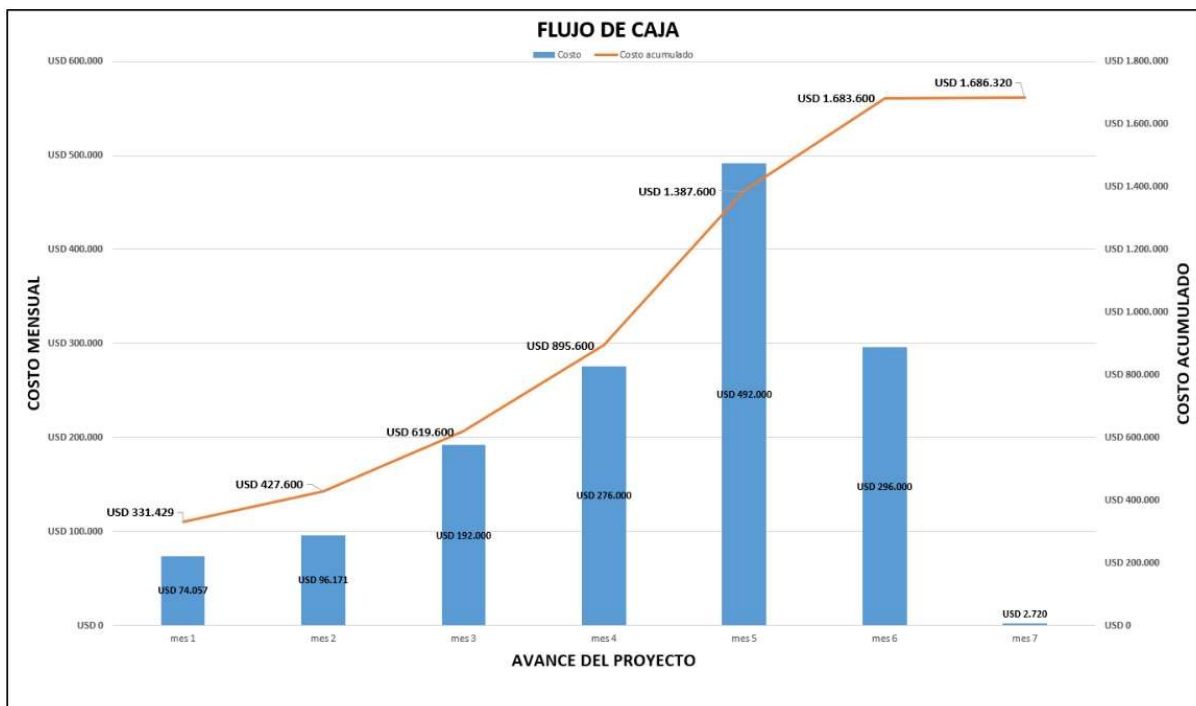
En la Figura 42 podemos ver la representación gráfica del flujo de caja mensual para nuestro proyecto. Cabe aclarar que se toman los periodos mensuales, ya que es la forma de pagar a las distintas empresas contratistas que están involucradas en la construcción del proyecto.



Figura 42

Flujo de Caja Mensual del Proyecto de Briqueteado

Fuente: Diagrama de Gantt de autoría propia



### 9.8. Período de Recuperación de Inversión

El período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial.

Nuestra planta procesa 30 toneladas de residuos finos por día, que serán briqueteados y vendidos en bolsones de 1 tonelada, si el costo de cada tonelada es de USD 113,88, entonces:

$$\text{Ingreso diario} = 30 \cdot 113,88$$

$$\text{Ingreso diario} = \text{USD } 3.416,4/\text{día}$$

Suponiendo que el costo diario de operación de la planta sea la suma del consumo eléctrico diario más los salarios de los empleados dividido en 30 días del mes, y que, el costo de mantenimiento se estima como un 30% del costo de operación, tenemos que:

$$\text{Costo diario de prod.} = \text{Energía diaria} + 10 \cdot \frac{\text{Salario prom.}}{30} + 30\% \text{ de costos de operac.}$$

Sabemos por la sección “6.5. Consumo de Energía Eléctrica” que, la energía diaria consumida por la planta es de 831,53kWH y el valor de la energía, para el sector industrial en la localidad de Los Berros de la provincia de San Juan, es USD 0,05 por cada kWh de energía eléctrica. Para la operación de la planta briqueteadora se necesitan 10 empleados ubicados en distintos puestos de trabajo, el salario promedio de estos operarios es de USD 500 y si lo dividimos en 30 días que tiene un mes, obtendremos el costo diario por cada operario. El costo diario del mantenimiento regular de la planta podemos estimarlo como un 30% del costo diario de operación, es decir de la suma de los salarios de los operarios dividido en los 30 días del mes. Procediendo con el cálculo tenemos:

$$\text{Costo diario de producción} = 831,53 \cdot 0,05 + 10 \cdot \frac{500}{30} + 10 \cdot \frac{500}{30} \cdot 30\%$$

$$\text{Costo diario de producción} = \text{USD } 257,34/\text{día}$$

Para saber la cantidad de días que se necesitan para recuperar la inversión inicial, debemos hacer la siguiente ecuación:

$$PRI = \frac{\text{Inversión total de la planta briqueteadora}}{\text{Ingresos diarios} - \text{Costos diarios de producción}}$$

$$PRI = \frac{1.686.320}{3.416,4 - 257,34}$$

$$PRI = 534 \text{ días}$$

El periodo de recuperación de la inversión será de 1 año y 6 meses.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ *Apuntes de cátedra - Proyecto Final* - Ing. Claudio Aegerter
- ❖ [https://es.wikipedia.org/wiki/óxido\\_de\\_calcio](https://es.wikipedia.org/wiki/óxido_de_calcio) - **Óxido de Calcio** - Wikipedia
- ❖ <https://komarek.lat/soluciones-de-briqueteado/proceso-de-briqueteado/> - **Proceso de Briqueteado** - KOMAREK Latinoamérica
- ❖ <https://sisanjuan.gob.ar/mineria/2017-09-24/5649-conoce-el-proceso-de-produccion-de-cal> - **Industria de Cal en San Juan** - Prensa Ministerio de Minería
- ❖ <https://redargentinadegeografiafisica.files.wordpress.com/2013/07/01-sanchez-la-industria.pdf> - **La Industria de la Cal en el Departamento Sarmiento, Provincia de San Juan** - Departamento de Geografía e Instituto de Geografía Aplicada - FFHA-UNSJ
- ❖ *Cálculo de Transportadores Helicoidales* - **Manual MARTIN de Manejo de Material a Granel** - Asociación de Fabricantes de Equipos de Transporte (CEMA)
- ❖ *Cálculo de Elevadores de Cangilones* - **Manual de Cálculo de Cintas Transportadoras** - PIRELLI
- ❖ *Cálculo de Colector de Polvos* - **Cálculo y Diseño de Filtro de Mangas (Tipo Pulse Jet)** - Mauro Hernán Galíndez
- ❖ *Cálculo de Pérdidas de Carga* - **Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas** - Claudio Mataix
- ❖ *Cálculos Eléctricos* - **Máquinas Eléctricas y Transformadores** - I. L. Kosow

ANEXO I - ILUSTRACION DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

1. TRANSPORTADOR GUSANO ALIMENTADOR TGA-01

Figura 1

*Alimentador Volumétrico Helicoidal Escalonado*

*Fuente: Catálogo FLOWTEC*



2. ELEVADORES DE CANGILONES ECA-01 Y ECA-02

Figura 2

*Elevador de Cangilones*

*Fuente: Catálogo FABRIMAC*



Una solución confiable y probada en múltiples aplicaciones y con altos requerimientos de transporte, nuestros elevadores a cangilones consideran las más rigurosas normas de calidad y diseño y son fabricados de acuerdo a las más exigentes regulaciones internacionales, ya sea para aplicaciones agrícolas o industriales.

Pueden ser autoportantes o aptos para colocar dentro de una torre soporte.

**Capacidades de trabajo hasta 1500 ton/hora.**

Sus cabezales motrices y de retorno son de construcción robusta y las zonas donde se producen roces con el material están revestidos con elementos antidesgaste específico para cada uso.

Poseen bocas de alivio dimensionadas de acuerdo a las Normas NFPA vigentes.

Construidos en acero SAE 1010, chapa de acero galvanizado o acero inoxidable AISI según necesidad o aplicación, ofrecen una elevada resistencia al desgaste aún con materiales abrasivos.

**Diseños especiales**

También fabricamos equipos especiales realizados completamente en acero inoxidable, los que son habitualmente requeridos en actividades donde las condiciones de corrosión o de sanidad son extremas, como por ejemplo la industria alimenticia o de fertilizantes. Los mismos son completamente desarmables para tener acceso a todos los sectores, tanto en el pié como en el cabezal motriz.

### 3. DOSIFICADOR DE ESTEARATO DE CALCIO

Figura 3

*Tolva con Dosificador*

*Fuente: Catálogo TECWEIGH*





#### 4. TRANSPORTADOR HELICOIDAL MEZCLADOR THM-01 Y THM-02

Figura 4

*Transportador Helicoidal con Paletas Mezcladoras*

*Fuente: Catálogo FABRIMAC*

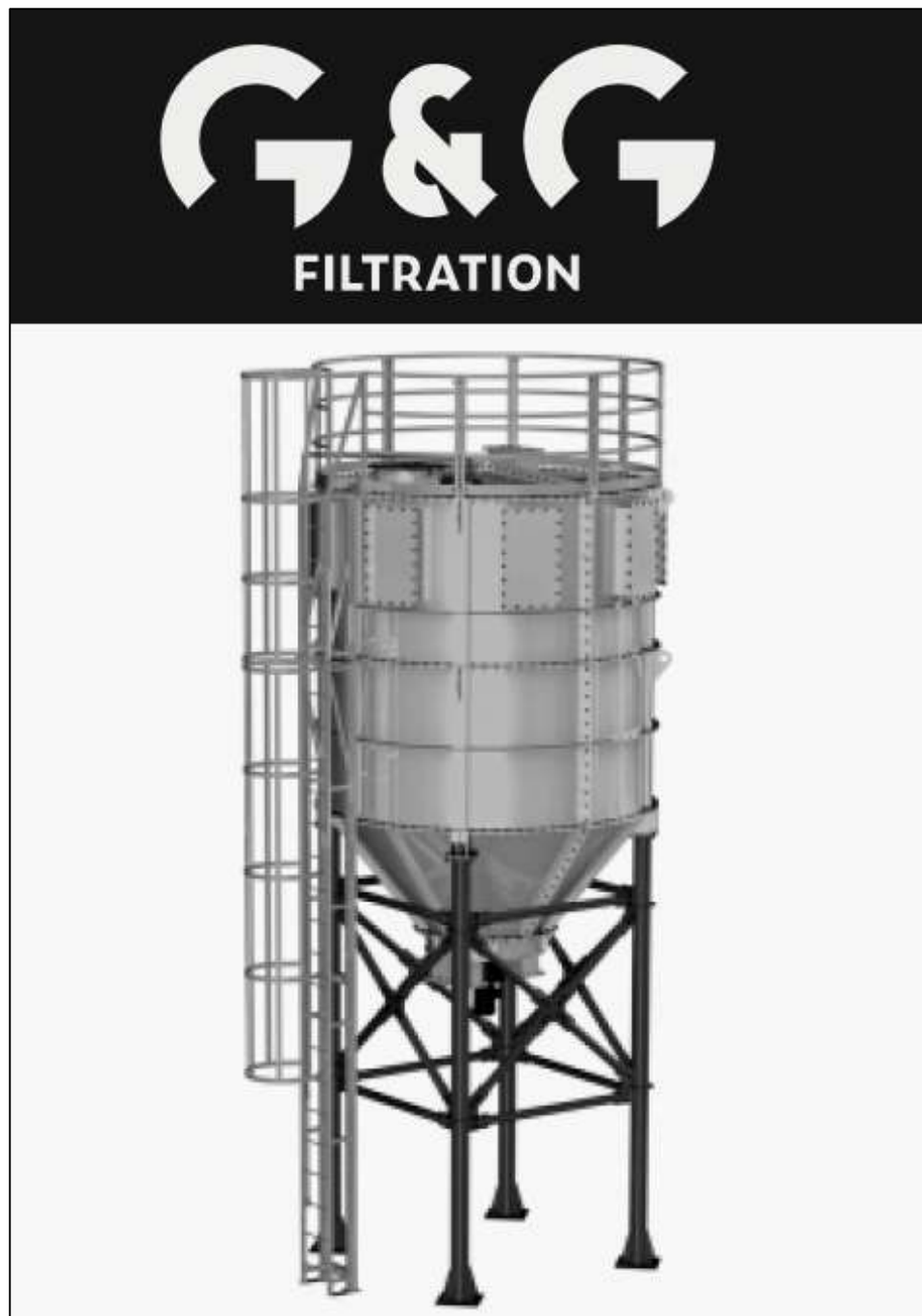


5. SILO PULMÓN SIL-01

Figura 5

*Silo para 20 Toneladas*

*Fuente: Catálogo G&G FILTRATION*






6. MÁQUINA BRIQUETEADORA BRI-01

Figura 6


Maquina Briqueteadora (especificaciones y dimensiones)

Fuente: Catálogo KOMAREK

## MÁQUINA B400B



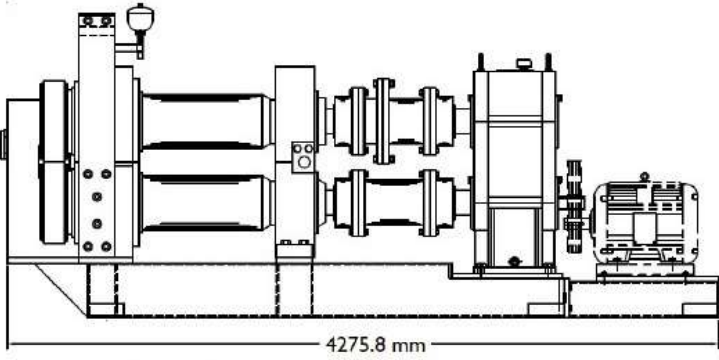
MODELO DE LA MÁQUINA	B400B
SERIAL DE LAS MÁQUINAS	35280-2
N° DIBUJO	B40023
CAPACIDAD (t/h)	<b>5 @ 26 rpm</b>
LARGO (mm)	4275.8
ANCHO (mm)	1955.8
ALTO (mm)	1762
REQ. ELÉCTRICO	400V - 3F - 50HZ
TAMAÑO BRIQUETAS (mm)	≈ 37.2x24.8x17.98
PESO APROX. BRIQUETAS (g)	≈ 22.58
VOL. BRIQUETAS (cc)	≈ 10.04
DENSIDAD BRIQUETAS (g/cc)	≈ 2,25






1955.8 mm

1762 mm



4275.8 mm

9798 Kg



7. TUBO VIBRANTE TVI-01 Y TVI-02

Figura 7

*Tubo Vibrante Estanco*

*Fuente: Catálogo VIBROMAC*



8. COLECTOR DE POLVOS CPO-01

Figura 8

Colector de Polvos tipo PULSE-JET

Fuente: Catálogo TEPELCO S.A.C.I.



## ANEXO II - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>106</b>
1.1. Antecedentes .....	106
1.2. Objetivos .....	107
<b>2. MARCO LEGAL APLICABLE.....</b>	<b>108</b>
2.1. Marco Legal Nacional.....	108
2.2. Marco Legal Provincial.....	109
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>112</b>
3.1. Nombre del Proyecto.....	112
3.2. Domicilio Real y Legal en la Jurisdicción .....	112
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE.....</b>	<b>113</b>
4.1. Ubicación Geográfica del Proyecto.....	113
4.2. Descripción Ambiental del Área de Influencia .....	115
4.2.1. Información general del entorno.....	115
4.2.2. Descripción de las características ambientales.....	116
4.2.2.1. Geomorfología .....	116
4.2.2.2. Sismología.....	117
4.2.2.3. Climatología.....	118
4.2.2.4. Vientos: frecuencia, intensidad, estacionalidad.....	118
4.2.2.5. Precipitaciones, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura .....	119
4.2.2.6. Calidad del aire .....	120

**DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA DE BRIQUETEADO 104**

4.2.2.7. Hidrología ..... 120

4.2.2.8. Escorrentía y red de desagüe cloacal ..... 123

4.2.3. Situación socio-económica ..... 123

4.2.4. Aspectos demográficos de la ciudad ..... 124

4.2.5. Flora y fauna ..... 125

**5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO..... 127**

5.1. Localización del Emplazamiento ..... 127

5.2. Descripción General de las Obras a Realizar y Actividades Programadas ..... 127

5.3. Planificación y Metodología de Trabajo ..... 127

5.4. Generación de Efluentes Líquidos ..... 129

5.5. Generación de Residuos ..... 129

5.6. Generación de Emisiones Gaseosas ..... 130

5.7. Generación de Material Particulado ..... 130

5.8. Producción de Ruidos y Vibraciones ..... 130

5.9. Emisiones de Calor..... 131

5.10. Superficie del Terreno Afectada u Ocupada por el Emplazamiento ..... 131

5.11. Superficie Total Existente ..... 131

5.12. Infraestructuras e Instalaciones en el Predio ..... 131

5.13. Agua. Fuente. Calidad y Cantidad. Consumo ..... 131

5.14. Energía. Origen. Consumo ..... 132

5.15. Insumos y Productos Químicos Utilizados. Origen. Consumo ..... 132

5.16. Materias Primas y Materiales Utilizados ..... 133

5.17. Monitoreo y Control Ambiental ..... 133



<b>DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA DE BRIQUETEADO</b>	<b>105</b>
5.18. Personal Ocupado. Turnos y Horarios de Trabajo .....	134
<b>6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>135</b>
6.1. Impacto Sobre las Aguas.....	135
6.2. Impacto sobre la Calidad del Aire.....	135
6.2.1. Contaminación con gases .....	136
6.2.2. Contaminación con partículas en suspensión .....	136
6.2.3. Contaminación acústica y por vibraciones .....	136
6.3. Impacto Sobre el Suelo. Grado de Afectación del Uso Actual y Potencial .....	136
6.4. Impacto Sobre el Ámbito Socio-cultural.....	137
6.4.1. Impacto sobre la calidad de vida .....	138
6.4.2. Impacto sobre la salud de la población.....	138
6.4.3. Impacto sobre el empleo/economía local .....	138
6.4.4. Impacto sobre la infraestructura de servicios .....	138
<b>7. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>140</b>
7.1. Metodología de Identificación y Ponderación de Impactos Ambientales.....	140
7.2. Matriz de Impacto Ambiental .....	141
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>145</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>147</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La actividad minera en San Juan se remonta a la época prehispánica, donde se han encontrado evidencias de la extracción de minerales como el oro, la plata y el cobre por parte de las culturas indígenas que habitaban la región. Sin embargo, la explotación minera a gran escala en la región comenzó en el siglo XIX, con la llegada de empresas extranjeras que buscaban explotar los yacimientos de minerales que se encontraban en la zona.

Durante la década de 1990, experimentó un aumento significativo debido a la privatización de empresas mineras estatales y la implementación de políticas de promoción de la inversión extranjera. En este periodo se produjo una importante inversión en infraestructuras, tecnología y equipamiento para la extracción de minerales en la región.

En la provincia de San Juan, se encuentran importantes yacimientos que son explotados para la producción de cal dolomítica. Empresas nacionales y extranjeras se dedican a la extracción y procesamiento de la dolomita para su transformación. La cal es un compuesto químico que se produce a partir de la calcinación de rocas de dolomita. Esta producción es una actividad que genera importantes ingresos económicos para la región, así como también empleo para la población local, sin embargo, también puede tener un impacto negativo en el medio ambiente si no se implementan prácticas sostenibles y responsables en la explotación de la dolomita.

Entre los posibles impactos ambientales que pueden surgir de la producción de cal dolomítica en la región se incluyen la alteración de la calidad del suelo y el agua, la emisión de gases tóxicos y la alteración de los hábitats naturales y la biodiversidad. Es importante que se tomen medidas para minimizar estos impactos y promover una producción de cal dolomítica sostenible y responsable en la región.

En la producción de cal dolomita, se generan polvos finos que pueden contener una serie de impurezas y compuestos no deseados. Estos desechos son conocidos como residuos finos, y su disposición final es un desafío importante en términos de gestión ambiental, es importante que se tomen medidas para minimizar la generación de residuos finos y optimizar el proceso de producción de cal dolomita para reducir la cantidad de residuos generados.

En este proyecto se considera el reciclaje de estos residuos finos por medio del dimensionamiento de una planta de producción de briquetas de cal dolomítica automatizada con el propósito de minimizar la generación de desechos y optimizar el proceso de producción de cal dolomita.

## **1.2. Objetivos**

El objetivo de la evaluación de impacto ambiental es efectuar un análisis de las áreas afectadas, a fin de garantizar que las actividades desarrolladas durante la instalación y el funcionamiento de la planta ocasionen el menor impacto ambiental posible, examinando los procedimientos más adecuados para corregir los mismos.

La valoración de los impactos lo efectuamos por medio del estudio detallado de las características del medio ambiente en la zona de influencia del proyecto, incluyendo aspectos como la geología, el clima, la hidrología, la flora y fauna, entre otros.



## 2. MARCO LEGAL APLICABLE

### 2.1. Marco Legal Nacional

El marco legal aplicable para la producción de cal en Argentina, puede variar según la escala de producción, el tipo de actividad y las características específicas de la empresa. Sin embargo, a continuación, se presentan algunas leyes y regulaciones relevantes que podrían ser aplicables:

#### **Ley General del Ambiente - Ley Nro. 25.675**

Esta ley establece el marco para la protección ambiental en Argentina. Las empresas deben cumplir con las normas y regulaciones establecidas en esta ley para minimizar los impactos ambientales de sus operaciones.

**ARTICULO 11:** Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.

**ARTICULO 12:** Las personas físicas o jurídicas darán inicio al procedimiento con la presentación de una declaración jurada, en la que se manifieste si las obras o actividades afectarán el ambiente. Las autoridades competentes determinarán la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuyos requerimientos estarán detallados en ley particular y, en consecuencia, deberán realizar una evaluación de impacto ambiental y emitir una declaración de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados.

**ARTICULO 13:** Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.

**Ley de Residuos Peligrosos - Ley Nro. 24.051**

Esta ley establece las condiciones para el manejo, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados por las empresas. Las empresas que producen cal pueden generar residuos peligrosos, por lo que deben cumplir con las disposiciones de esta ley.

**Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo - Ley Nro. 19.587**

Esta ley establece las condiciones de trabajo seguro para los empleados y la prevención de accidentes laborales. Las empresas que producen cal deben cumplir con las disposiciones de esta ley para garantizar la seguridad de sus empleados.

**Ley de Control Ambiental - Ley Nro. 5.965**

Esta ley establece los requisitos y procedimientos para la evaluación y control ambiental de las actividades que pueden generar impactos ambientales significativos.

**2.2. Marco Legal Provincial**

Además de las leyes nacionales, las empresas que producen cal en San Juan también deben cumplir con la normativa provincial aplicable. Esta puede incluir normas relacionadas con la emisión de contaminantes al aire y al agua, la gestión de residuos, la protección de la fauna y la flora.

**Normativa Provincial de Impacto Ambiental**

Ley 6571/95 (modificada por Leyes 6800/98 y 7585/05). Reglamentación del Estudio de Impacto Ambiental. Decreto reglamentario 2067/97.

Decreto 875/09, modifica el Art. 2 del Decreto 2067/97. Manifestación de Impacto Ambiental.

Ley 5824/87. Preservación de los recursos Agua, Suelo y Aire. Decreto reglamentario 638/89.

Ley 2553/61. Código Sanitario. Saneamiento, control del agua para bebida, eliminación de excretas.

Ley 4392/78 (modificada por Leyes 4395/78,4526/79,6872/98). Código de Aguas. Decreto Reglamentario 1479.

Ley 5824/87. Preservación de los recursos Agua, Suelo y Aire. Decreto reglamentario 2107/06, efluentes de actividades industriales, comerciales, agropecuarias, mineras, de servicio, en aguas superficiales y subterráneas. Normas de calidad para descargas.

Decreto 2107/06. Fija los parámetros límites admisibles para el vertido de efluentes a los cauces de agua e infiltración en suelo.

Ley 5166/83. Adhesión a la Ley Nacional 22428 de Fomento a la Conservación de los Suelos.

Ley 5824/87. Preservación de los recursos Agua, Suelo y Aire. Decreto reglamentario 638/89.

Decreto 2107/06. Fija los parámetros límites admisibles para el vertido de efluentes a los cauces de agua e infiltración en suelo.

Ley 6801/97. Protección, conservación, restauración, del Patrimonio Cultural y Natural.

Ley 6911/99. Aprovechamiento sustentable de la flora, fauna silvestre, fauna Ictícola. Creación, fiscalización y desarrollo de Áreas Naturales Protegidas.

Ley 6550/94. Regula el tratamiento, manipuleo, transporte y disposición final de los residuos patogénicos. Resolución DPA 199/01, Registro de Generadores de R. Patológicos.

Ley 6665/95 (modificada por ley 7802/07). Adhesión a la Ley Nacional 24051 de residuos peligrosos. Decreto reglamentario 1211/07. Resolución SSMA 220/07, expedición de Certificado

de Destrucción y Disposición Final - constancia para el Generador. Resolución SSMA 221/07, Registro de Empadronamiento de Generadores de Residuos Peligrosos.

Ley 6720/96. Prohibición de ingreso, transporte, almacenamiento, manipulación y/o tenencia de residuos o desechos nucleares.

Ley 8238/11. Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y residuos asimilables a RSU. Adhesión a la Ley Nacional 25916. Resolución SSMA 267/07, Registro de Grandes Generadores de RSU.

**3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO****3.1. Nombre del Proyecto**

“Dimensionamiento de Planta de Briqueteado para el Aprovechamiento de Residuos Finos del Proceso de Producción de Cal Dolomítica para calera de San Juan”

**3.2. Domicilio Real y Legal en la Jurisdicción**

La cantera que tomamos como base se encuentra ubicada en RN 153 Km 24, en la localidad Los Berros, del Departamento Sarmiento, Provincia de San Juan, en la región de Cuyo, Argentina.

## 4. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE

### 4.1. Ubicación Geográfica del Proyecto

Este proyecto se ejecutará en el Sur-Oeste de la ciudad de Los Berros la cual es una pequeña ciudad ubicada en la provincia de San Juan, Argentina.

La región en la que se encuentra está caracterizada por su clima desértico, con temperaturas cálidas durante el día y frías por la noche.

El medio ambiente de la ciudad está influenciado por la geografía de la región, que está compuesta principalmente por montañas y valles.

El suelo es árido y rocoso, con poca vegetación. El río San Juan, que pasa cerca de la ciudad, es una importante fuente de agua para la región.

En cuanto a la biodiversidad, la fauna de la región está compuesta por especies adaptadas al clima árido y semiárido, como el guanaco, la vicuña, el puma, el zorro y diferentes especies de aves.

La flora está representada por especies resistentes a las condiciones áridas, como el algarrobo, el chañar y la jarilla.

Sin embargo, el medio ambiente de Los Berros ha sido impactado por la actividad humana, como la minería, la agricultura y la urbanización.

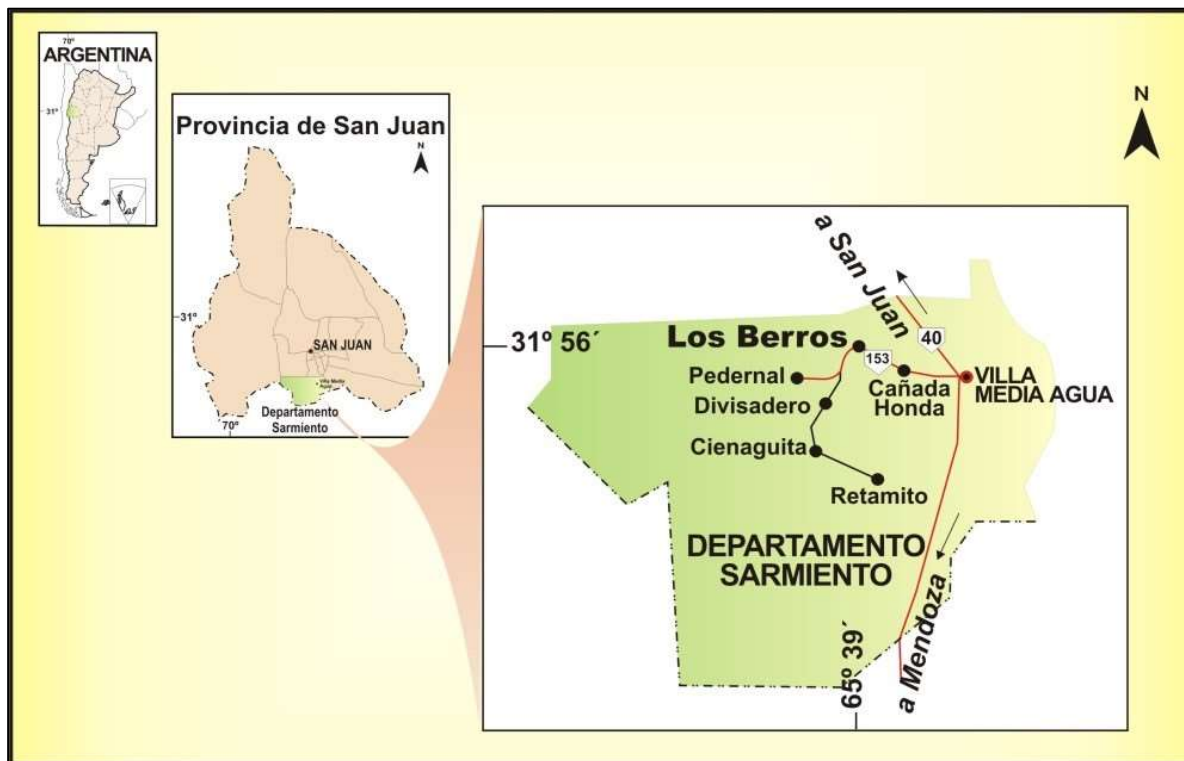
Estas actividades han provocado la degradación del suelo y del agua, y han afectado negativamente a la biodiversidad de la región.

En la Figura 1 se observa la ubicación de la localidad Los Berros dentro de la provincia:

**Figura 1**

*Ubicación de Los Berros dentro de la provincia de San Juan*

*Fuente: recuperado de <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/3255/3696>*



Las coordenadas GPS de la ubicación exacta que tendrá la planta son las siguientes:

**Latitud:** -31.95743047552154

**Longitud:** -68.67007497967063

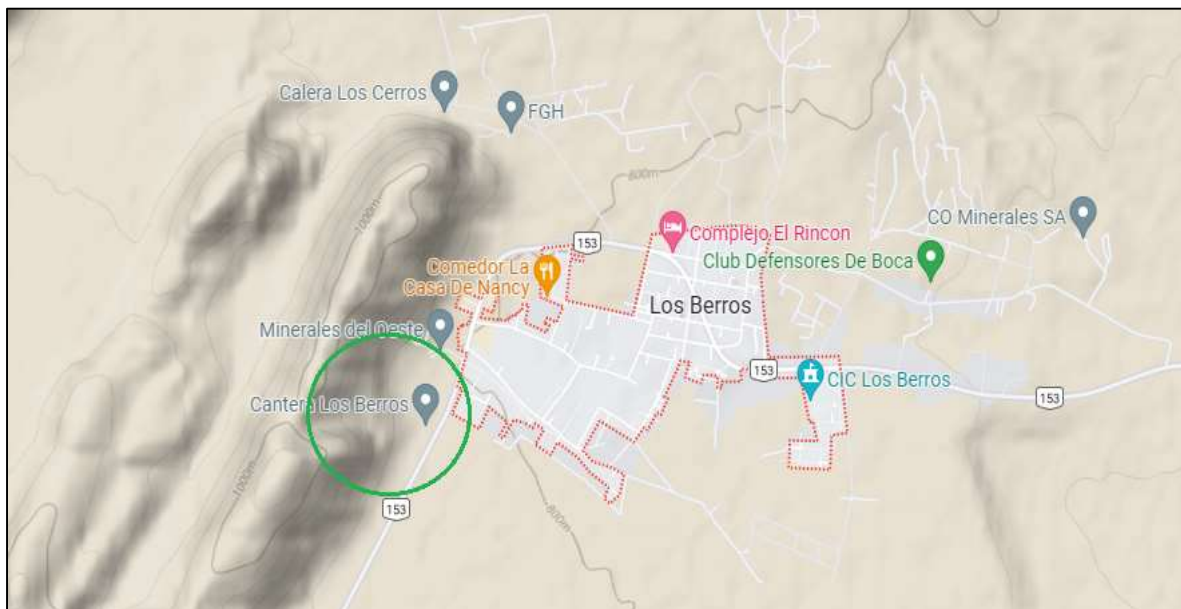
**Altitud:** 798m s.n.m.

En la Figura 2 podemos ver una captura tomada con GOOGLE MAPS de la zona y remarcado con un círculo verde el lugar donde se emplazará el presente proyecto.

**Figura 2**

*Geolocalización del lugar de emplazamiento de la planta briqueteadora*

*Fuente: GOOGLE MAPS*



## 4.2. Descripción Ambiental del Área de Influencia

### 4.2.1. Información general del entorno

La ciudad de Los Berros es relativamente pequeña, lo que ha llevado a un mayor sentido de comunidad entre los habitantes locales. La ciudad cuenta con una plaza central donde se realizan actividades comunitarias y eventos culturales, y es un lugar de encuentro para los habitantes de la ciudad. Cuenta con una plaza principal, una iglesia y algunos comercios locales.

En términos de educación, la ciudad de Los Berros cuenta con una escuela primaria y secundaria, lo que brinda oportunidades de educación a la población local. La inversión en educación es un factor clave para el desarrollo humano, ya que permite a las personas acceder a mayores oportunidades de empleo y mejorar su calidad de vida.



En cuanto a la salud, cuenta con un centro de salud que brinda atención médica básica a la población local. Además, la región de San Juan es conocida por su clima seco y saludable, lo que contribuye a la salud y el bienestar de sus habitantes.

En términos de empleo, cuenta con oportunidades laborales en la industria minera, la producción de cal dolomita y la agricultura. El gobierno provincial también ha implementado programas de empleo y capacitación para fomentar la creación de empleo y mejorar las habilidades de la fuerza laboral.

#### **4.2.2. Descripción de las características ambientales**

Se realizará una breve descripción de las características y condiciones que conforman el entorno inmediato del proyecto incluyendo aspectos como el clima, la topografía, la flora y fauna, entre otros elementos relevantes, por medio de una creación de una imagen visual del lugar para ilustrar de manera más precisa las características del ambiente.

##### **4.2.2.1. Geomorfología**

La geomorfología de esta región está influenciada por su ubicación en la Cordillera de los Andes, lo que da lugar a un relieve montañoso con una topografía abrupta y escarpada.

En esta región, se pueden encontrar diversos tipos de formas del relieve, como montañas, cerros, quebradas, valles y cañones, que son el resultado de procesos geológicos como la tectónica de placas, la erosión y la sedimentación. También hay ríos y arroyos que atraviesan la región, lo que ha dado lugar a la formación de valles fluviales.

Además, la región está sujeta a amenazas naturales como deslizamientos de tierra, inundaciones y terremotos debido a su ubicación en una zona sísmica activa.

#### 4.2.2.2. Sismología

La ciudad de Los Berros se encuentra en una región sísmica activa debido a su ubicación en la zona de contacto entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana.

En la provincia de San Juan, el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) es el organismo encargado de monitorear la actividad sísmica y emitir alertas en caso de eventos sísmicos importantes. El INPRES cuenta con una red de estaciones sismológicas distribuidas en todo el territorio de la provincia, que registran y analizan la actividad sísmica en tiempo real.

Se puede esperar una actividad sísmica similar a la que se produce en el resto de la provincia de San Juan. Es importante tener en cuenta que, aunque la mayoría de los sismos son de baja intensidad y no causan daños significativos, la región está sujeta a terremotos de mayor magnitud que pueden ser peligrosos para la población y las estructuras.

La clasificación de las zonas sísmicas en Argentina se basa en una escala que va del 0 al 4, donde el nivel 0 corresponde a zonas con baja sismicidad y el nivel 4 a zonas con la mayor sismicidad. Según la normativa sismo-resistente de Argentina (Decreto 461/79), la provincia de San Juan se clasifica como zona sísmica 3, la cual es considerada como una zona de sismicidad alta.

La provincia de San Juan ha experimentado numerosos terremotos a lo largo de su historia. Algunos de los sismos más importantes registrados en la provincia de San Juan son:

**El terremoto de Caucete de 1977:** Este sismo tuvo lugar el 23 de noviembre de 1977 y fue el terremoto más destructivo de la historia moderna de Argentina. Tuvo una magnitud de 7.4 en la escala de Richter y dejó un saldo de 65 personas fallecidas, más de 300 heridos y grandes daños materiales en la ciudad de Caucete y sus alrededores.

**El terremoto de San Juan de 1944:** Este sismo tuvo lugar el 15 de enero de 1944 y tuvo una magnitud de 7.0 en la escala de Richter. Se produjo en la zona de la ciudad de San Juan y dejó un saldo de 10 personas fallecidas y numerosos daños materiales.

**El terremoto de Iglesia de 1979:** Este sismo tuvo lugar el 27 de diciembre de 1979 y tuvo una magnitud de 6.7 en la escala de Richter. Se produjo en la zona de Iglesia y dejó un saldo de 28 personas fallecidas y grandes daños materiales en la región.

#### **4.2.2.3. Climatología**

Es una zona de clima árido y semiárido. La región presenta un clima continental seco, con inviernos fríos y veranos calurosos. Las temperaturas máximas en verano suelen superar los 35°C, mientras que las temperaturas mínimas en invierno pueden descender por debajo de los 0°C. La amplitud térmica diaria es alta, con una diferencia significativa entre las temperaturas máximas y mínimas en un mismo día.

Las precipitaciones en la región son escasas, con una media anual que ronda los 150mm. La mayor parte de las precipitaciones se concentran en los meses de verano, entre diciembre y marzo, mientras que el resto del año suele ser bastante seco. Las lluvias suelen presentarse en forma de tormentas, con fuertes vientos y granizo en algunas ocasiones.

Además, la región cuenta con una alta tasa de radiación solar, lo que contribuye a la aridez del clima y a la elevada evaporación de las pocas precipitaciones que se producen

#### **4.2.2.4. Vientos: frecuencia, intensidad, estacionalidad**

Los vientos en la región pueden ser influenciados por diversos factores, como la altitud, la latitud y la cercanía a la Cordillera de los Andes.

En la región, los vientos predominantes son los vientos del oeste, que suelen soplar durante todo el año, especialmente en la zona de la cordillera. Estos vientos pueden tener una intensidad

de hasta 100 km/h en algunos casos y son responsables de esparcir partículas de cal desde los montículos de las canteras, contaminando el ambiente que rodea a la localidad de Los Berros.

También es común la presencia de vientos del norte, especialmente durante el verano, que pueden ser cálidos y secos. Estos vientos pueden tener una velocidad de hasta 50 km/h y suelen ser acompañados por una baja humedad relativa del aire.

Por otro lado, durante el invierno, la región puede experimentar la presencia de vientos del sur, que pueden ser fríos y húmedos, especialmente en la zona de la cordillera. Estos vientos pueden generar nevadas y una importante disminución de la temperatura.

En cuanto a la frecuencia de los vientos, estos suelen ser bastante regulares en la región, con una presencia constante de los vientos del oeste y del norte durante todo el año. En cuanto a la estacionalidad, los vientos del norte son más frecuentes durante el verano, mientras que los vientos del sur suelen ser más comunes durante el invierno.

#### **4.2.2.5. Precipitaciones, humedad relativa, presión atmosférica, temperatura**

El lugar de emplazamiento de este proyecto, se encuentra en una zona de clima árido y semiárido, con precipitaciones escasas y una alta tasa de evaporación debido a la exposición a altas temperaturas y radiación solar. A continuación, se describen algunas de las principales características climáticas de la zona:

**Precipitaciones:** La ciudad de Los Berros presenta una media anual de precipitaciones de alrededor de 150 mm, concentradas principalmente en los meses de verano (diciembre a marzo). Las precipitaciones suelen manifestarse en forma de tormentas, con fuertes vientos y granizo en algunas ocasiones. Las precipitaciones sobre los cúmulos de cal descartada en los alrededores producen un arrastre de los desechos que están a la intemperie en las canteras de cal cercanas,

llevándolos hasta los ríos y arroyos que atraviesan Los Berros contribuyendo a la contaminación del agua, lo que a su vez genera un problema para la pesca y la potabilización del agua.

**Humedad relativa:** La humedad relativa del aire en la región suele ser baja, especialmente durante el verano, cuando los vientos del norte aportan aire cálido y seco. La humedad relativa promedio anual en la zona es de alrededor del 40%.

**Presión atmosférica:** La presión atmosférica en la zona es bastante estable durante todo el año, con un promedio de alrededor de 1014hPa.

**Temperatura:** La temperatura presenta una amplia variación estacional, con veranos calurosos e inviernos fríos. Las temperaturas máximas en verano pueden superar los 35°C, mientras que las temperaturas mínimas en invierno pueden descender por debajo de los 0°C. La amplitud térmica diaria es alta, con una diferencia significativa entre las temperaturas máximas y mínimas en un mismo día.

#### 4.2.2.6. Calidad del aire

Por su actividad minera y de producción de cal dolomítica, en la extracción y procesamiento de estos materiales pueden generar emisiones de polvo y partículas finas que afectan la calidad del aire en la zona. Además, la región de Cuyo, es conocida por tener un clima árido y semiárido, con baja humedad y escasa vegetación, lo que puede contribuir a la dispersión de las partículas y el polvo en el aire.

#### 4.2.2.7. Hidrología.

La hidrología en la provincia de San Juan se centra en el estudio de los ríos y arroyos que fluyen por la región, incluyendo el río San Juan, el río Jáchal, el río Bermejo y otros afluentes importantes. La provincia cuenta con una red de estaciones hidrológicas que miden y monitorean el caudal de los ríos, las precipitaciones y otros datos importantes para la gestión del agua. El

departamento Sarmiento es uno de los 19 departamentos de la provincia de San Juan, Argentina. En términos de hidrología, el departamento se encuentra en una zona árida y semiárida, por lo que el recurso hídrico es escaso y su gestión es esencial para satisfacer las necesidades de la población y de las actividades productivas.

En la Figura 3 podemos observar los ríos que atraviesan la provincia de San Juan:

**Figura 3**

*Mapa físico-hidrológico de la provincia de San Juan*

Fuente: recuperado de [https://www.gifex.com/America-del-Sur/Argentina/San\\_Juan/Fisicos.html](https://www.gifex.com/America-del-Sur/Argentina/San_Juan/Fisicos.html)



El río principal que atraviesa el departamento es el río San Juan, que nace en la cordillera de los Andes y desemboca en el río Desaguadero. El río San Juan tiene una importante presa en el departamento, el dique El Carrizal, que se utiliza para la generación de energía hidroeléctrica, la irrigación de los cultivos y el abastecimiento de agua potable. El río principal que atraviesa la



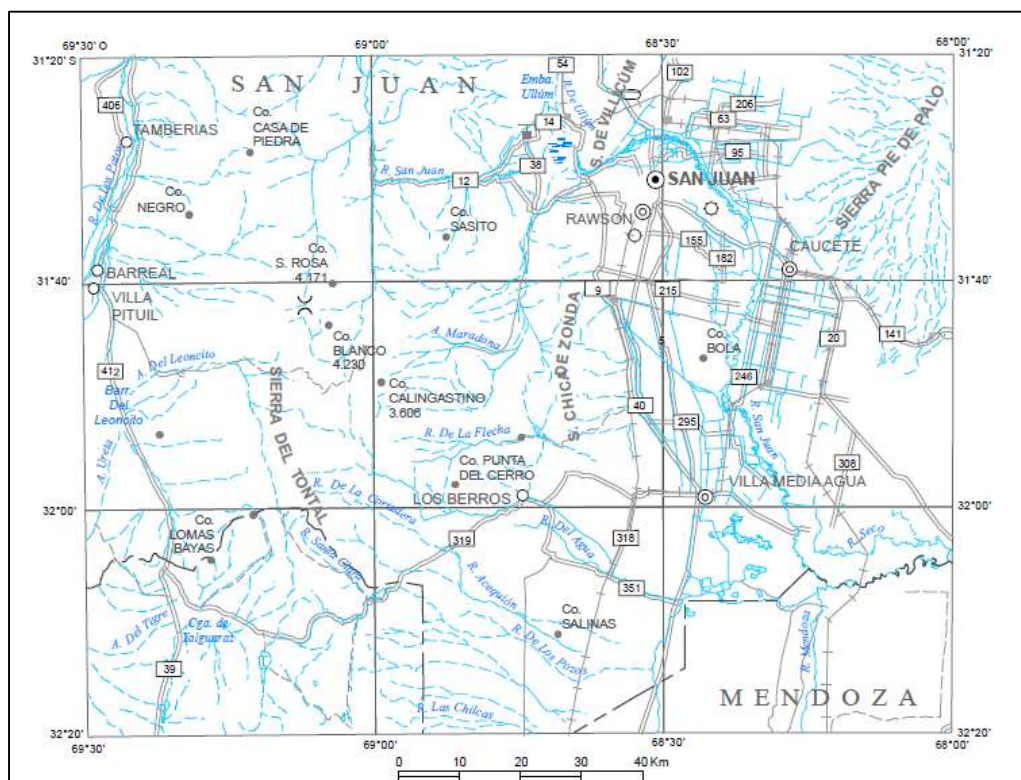
ciudad es el río Los Berros, que tiene su origen en la cordillera de los Andes y es un afluente del río San Juan. El río Los Berros tiene un caudal variable que depende de las lluvias y del deshielo de la cordillera, por lo que su gestión es importante para evitar inundaciones y garantizar el abastecimiento de agua para la población y las actividades productivas.

En la Figura 4 se muestra un mapa de las cuencas de agua de la provincia de San Juan:

**Figura 4**

*Cuencas hidrográficas recuperado de Hoja Geológica 3169-34 Los Berros*

*Fuente: Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina*



Esta pequeña cuenca, de unos 50 km<sup>2</sup> de extensión, se ha desarrollado sobre el pie de monte oriental de la parte sur de la sierra Chica de Zonda y la parte norte de la sierra de Pedernal. Por el este está limitada por una zona de falla que, con bloque elevado al este, une los cerros Valdivia y Salinas. Dicha falla eleva la base conductiva terciaria a pocos metros bajo la superficie.

El relleno sedimentario de esta cuenca está constituido por gravas y arenas del pie de monte oriental de las sierras Chica de Zonda y Pedernal. El espesor saturado, según datos geoelectricos, llega a unos 100 metros. La recarga proviene del río del Agua. Además, existen aportes provenientes de las precipitaciones caídas sobre la Precordillera Oriental.

La topografía de la cuenca es en general plana, con una altitud media de alrededor de 650 metros sobre el nivel del mar. La vegetación predominante en la zona es el monte xerófilo y el bosque de tala.

#### **4.2.2.8. Escorrentía y red de desagüe cloacal**

La escorrentía se refiere al agua de lluvia que fluye por la superficie del terreno y que no es absorbida por el suelo. En la ciudad, la escorrentía es importante debido a la topografía plana y a la presencia de suelos arenosos que no retienen el agua de lluvia. La gestión de la escorrentía se realiza a través de una red de desagües pluviales, que tiene como objetivo recolectar y evacuar el agua de lluvia de las calles y las zonas urbanas hacia los ríos y arroyos cercanos.

En cuanto a la red de desagüe cloacal, existe un sistema de alcantarillado que recolecta las aguas residuales generadas por la población y las dirige hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. Esta planta se encarga de tratar las aguas residuales antes de su descarga al medio ambiente, de manera que se cumplan los estándares de calidad y se evite la contaminación del agua y el suelo en la zona. La gestión de la red de desagüe cloacal está a cargo del municipio local, que se encarga de la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura de alcantarillado y de la planta de tratamiento de aguas residuales.

#### **4.2.3. Situación socio-económica**

La ciudad de Los Berros, de acuerdo a datos oficiales del municipio, tenía 4.266 habitantes en 2.015, lo que constituía el 18% de la población del departamento Sarmiento.



La actividad económica predominante en la provincia de San Juan es la agricultura, con cultivos de vid, olivo y otros cultivos hortícolas. Hay una importante actividad ganadera, especialmente de cría de ovinos y caprinos. Además, hay una presencia significativa de pequeñas y medianas empresas, principalmente relacionadas con la producción de alimentos y bebidas.

La zona donde se ejecutará este proyecto se destaca por su importante actividad minera. Se explotan mármol, piedra caliza y dolomita, y se obtienen cantidades importantes de cal para abastecer la demanda provincial.

En términos de indicadores económicos, según el INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), en el segundo trimestre de 2021, la tasa de desempleo en San Juan fue del 5,6%, por debajo del promedio nacional del 10,2%. Sin embargo, no existen datos específicos sobre la tasa de desempleo en Los Berros. En cuanto al nivel de empleo, presenta una tasa de desempleo relativamente baja en comparación con otras ciudades de la provincia. Sin embargo, el salario promedio en la zona es bajo en relación con otros lugares de la provincia.

En términos de infraestructura, cuenta con servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, alumbrado público y sistema de transporte público. También cuenta con un centro de salud, una comisaría y una escuela primaria y secundaria.

#### 4.2.4. Aspectos demográficos de la ciudad

A continuación, se presentan algunos aspectos demográficos relevantes de la ciudad:

**Edad:** La población de Los Berros tiene una distribución similar a la de la provincia de San Juan, con una edad mediana de alrededor de 35 años. El grupo etario más numeroso es el de las personas entre 15 y 29 años, seguido por el de las personas entre 30 y 44 años.

**Género:** La población está ligeramente sesgada hacia el género femenino, con un 51% de mujeres y un 49% de hombres.

**Etnia:** La población es mayoritariamente de origen argentino, pero también hay una presencia significativa de inmigrantes de países vecinos, como Chile y Bolivia.

**Nivel educativo:** La ciudad cuenta con una escuela primaria y secundaria, y algunos habitantes tienen acceso a estudios universitarios en la ciudad cercana de San Juan. En general, la población de Los Berros tiene un nivel educativo relativamente bajo, con una alta proporción de personas que solo completaron la educación primaria.

**Vivienda:** La mayoría de los habitantes viven en casas particulares, y una proporción significativa de la población es propietaria de su vivienda. La mayoría de las viviendas están construidas con materiales tradicionales, como ladrillos y cemento.

#### 4.2.5. Flora y fauna

La provincia de San Juan, donde se encuentra la ciudad de Los Berros, cuenta con una rica biodiversidad y una gran variedad de especies animales y vegetales.

A continuación, en la Tabla 1, se presentan algunas de las especies de flora y fauna que se pueden encontrar en la zona:

**Tabla 1**

*Flora y Fauna de la localidad de Los Berros, provincia de San Juan*

FLORA		FAUNA	
NOMBRE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE	NOMBRE CIENTIFICO
Algarrobo	<i>Prosopis spp.</i>	Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>
Jarilla	<i>Larrea spp.</i>	Puma	<i>Puma concolor</i>
Quebracho Colorado	<i>Schinopsis spp.</i>	Zorro Gris	<i>Lycalopex griseus</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>	Vizcacha	<i>Lagostomus maximus</i>
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	Cóndor Andino	<i>Vultur gryphus</i>
Palmera Caranday	<i>Trithrinax campestris</i>	Águila Coronada	<i>Harpyhaliaetus coronatus</i>
Cardón	<i>Trichocereus pasacana</i>	Carpintero Gigante	<i>Campephilus magellanicus</i>
-	-	Yarará	<i>Bothrops alternatus</i>
-	-	Lagartija de la Sierra	<i>Phymaturus punae</i>

En cuanto a las especies amenazadas, en la provincia de San Juan se encuentran algunas especies que están en peligro de extinción o que tienen un estado de conservación vulnerable.

Algunas de las especies amenazadas que se pueden encontrar en la zona son:

- Cónдор andino (*Vultur gryphus*): en peligro de extinción
- Yaguareté (*Panthera onca*): en peligro de extinción
- Guanaco (*Lama guanicoe*): vulnerable
- Macá tobiano (*Podiceps gallardoi*): en peligro crítico de extinción
- Puma (*Puma concolor*): vulnerable
- Oso hormiguero grande (*Myrmecophaga tridactyla*): vulnerable
- Tatú carreta (*Priodontes maximus*): vulnerable

Es importante destacar que estas son solo algunas de las especies amenazadas que se pueden encontrar en la provincia de San Juan y que hay muchas otras especies en situación de vulnerabilidad en la región.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO

### 5.1. Localización del Emplazamiento

La planta de briqueteado, dimensionada en este proyecto, será emplazada dentro del predio de la planta de producción de cal dolomítica de la empresa denominada, ficticiamente por razones legales, CALERA S.A. ubicada en la localidad de los berros, provincia de san juan, argentina.

### 5.2. Descripción General de las Obras a Realizar y Actividades Programadas

Las obras consisten en movimiento de suelos para bases civiles, montaje de estructura metálica de soporte, montaje de máquinas y equipos industriales para movimiento de material solido fino, montaje eléctrico de transformador de potencia, celdas de protección de media y baja tensión, centro de control de motores, sensores y actuadores para la automatización de la planta.

### 5.3. Planificación y Metodología de Trabajo

En la Tabla 2 se resume la planificación de las tareas necesarias para el presente proyecto.

**Tabla 2**

*Planning para el emplazamiento de la planta de briqueteado*

<b>PLANTA DE BRIQUETEADO</b>	<b>211 días</b>
Ingeniería	75 días
Dimensionamiento de equipos	30 días
Línea de MT	15 días
Dimensionamiento de transformador y celda	15 días
Diseño de tableros	15 días
Planimetría	30 días
Impacto ambiental	30 días
Equipos	85 días
Transportadores helicoidales	30 días
Elevadores de cangilones	30 días
Tubos vibrantes	20 días
Briqueteadora y dosificador	60 días
Silo	60 días
Colector de polvos	60 días

Ventilador	60 días
Transformador	60 días
Celdas	60 días
Tableros TGBT y CCM	70 días
Instalaciones y edificios	92 días
Obra civil	25 días
Excavaciones, armado de encofrados y armaduras	15 días
Trincheras	5 días
Fraguado, limpiezas	5 días
Estructuras metálicas	30 días
Escalera caracol	10 días
Torre, escaleras, pisos, barandales	20 días
Montajes mecánicos	24 días
Montaje de estructuras metálicas	10 días
Montaje de briqueteadora	2 días
Montaje de silo	3 días
Montaje de elevadores	3 días
Montaje de alimentadores vibratorios	3 días
Montaje de transportadores helicoidales	2 días
Montaje de dosificador	2 días
Montaje de filtro de mangas	2 días
Montaje de ventilador	1 días
Confinamiento edificio	3 días
Instalación eléctrica	90 días
PAT	1 días
Acometidas MT	2 días
Canalizaciones	15 días
Cableado	5 días
Montaje de instrumentación	3 días
Conexión en campo	2 días
Montaje de subestación y CCM	1 días
Comisionado	5 días
Automatización y control	20 días
Pruebas de funcionamiento	4 días
Funcionamiento en vacío	2 días
Funcionamiento automático	2 días

#### 5.4. Generación de Efluentes Líquidos

La generación de efluentes líquidos se producirá durante la etapa de construcción del proyecto, ya que se utilizará agua para la elaboración de hormigón para el llenado de bases civiles que soportaran las máquinas a instalar.

Por otro lado, durante la etapa de funcionamiento de la planta de briqueteado, al sumar 10 empleados más a la empresa, aumentará la generación de efluentes líquidos debido al uso sanitario, aunque este valor es poco significativo.

#### 5.5. Generación de Residuos

Los residuos generados durante la obra de emplazamiento y el posterior mantenimiento de la planta de briqueteado son residuos industriales típicos calificándolos en:

**Residuos peligrosos:** envases y trapos contaminados con aceites y grasas

**Residuos no peligrosos:** papel, cartón, plástico, piezas de acero, madera, cables, etc.

La gestión de residuos en una empresa mediante contenedores separados es una práctica importante para minimizar el impacto ambiental y cumplir con las regulaciones locales y nacionales en materia de gestión de residuos.

Para implementar esta práctica, se deben utilizar contenedores adecuados para cada tipo de residuo. Es importante etiquetar cada contenedor claramente para que los empleados puedan identificar fácilmente qué tipo de residuo debe colocarse en cada uno. Además, es esencial educar a los empleados sobre la importancia de la separación de residuos y cómo hacerlo correctamente. Esto incluye capacitación, carteles y comunicaciones regulares sobre la importancia de la gestión adecuada de los residuos.

Para los residuos no peligrosos, se procederá a separarlos en:

- Vidrios

- Plásticos, latas y tetrapacks
- Papel y cartón
- Residuos orgánicos

Para los residuos peligrosos, la empresa ya cuenta con un servicio encargado de su recolección y disposición final. Dentro del predio también se los recolectará por separado.

### **5.6. Generación de Emisiones Gaseosas**

Se considera que la única emisión gaseosa de esta planta durante su funcionamiento serán los gases de efecto invernadero producidos por las máquinas debido a su consumo eléctrico.

También en este caso se considera que no es un valor significativo.

### **5.7. Generación de Material Particulado**

El presente proyecto incluye el cálculo de un colector de polvos junto con el dimensionamiento de ductos hacia los puntos de toma de la planta en donde, en caso de no tenerlo, emitiríamos polvo directo al ambiente, como así también nuestra planta está equipada con una automatización que detiene todo el proceso en caso de alguna falla, podríamos concluir en que la planta dimensionada en este proyecto no genera material particulado hacia el medio ambiente que la rodea.

### **5.8. Producción de Ruidos y Vibraciones**

La generación de ruidos provenientes de las máquinas y equipos de la planta es mínima, y cumple con la normativa específica que establece como umbral 80dB (en el interior de la HMI) y hacia el exterior del predio el ruido se minimiza. Las fuentes de ruido predominantes corresponden a la planta de producción de cal dolomítica que se encuentra en el mismo predio de nuestra planta de briqueteado, como así también a vehículos pesados que entran y salen del predio y a maquinaria móvil pesada utilizada para el manejo de la cal dentro del predio.

Las vibraciones producidas por las máquinas y equipos son mínimas y serán absorbidas por las bases anti-vibraciones colocadas bajo cada máquina.

### **5.9. Emisiones de Calor**

La emisión de calor en este caso es mínima y proviene de las máquinas debido a la fricción de las partes en movimiento y del transformador de potencia que está refrigerado por aceite.

### **5.10. Superficie del Terreno Afectada u Ocupada por el Emplazamiento**

La superficie cedida por la empresa, y que ocupará la planta de briqueteado será de 400m<sup>2</sup>

### **5.11. Superficie Total Existente**

Actualmente la superficie del predio de la empresa es de 208.000m<sup>2</sup>, de la cual el área productiva de la misma es de 8.000m<sup>2</sup> y lo demás está ocupado por la cantera donde se obtiene la dolomita, el botadero donde se acumulan los desechos finos y caminos internos de acceso y circulación de vehículos pesados.

### **5.12. Infraestructuras e Instalaciones en el Predio**

El predio ya cuenta con una planta de producción de cal dolomítica que consta de hornos regenerativos, molinos de roca, cintas transportadoras horizontales e inclinadas, criba vibratoria, balanzas para control de carga de camiones y depósito de producto terminado. También hay un edificio donde se encuentran las oficinas con sus respectivos servicios de agua potable, gas, electricidad, red cloacal e internet.

### **5.13. Agua. Fuente. Calidad y Cantidad. Consumo**

El consumo de agua en el predio se limita solo al consumo sanitario, ya que el proceso en sí no consume agua, ni tampoco hay dispositivos de riego en el predio.



**5.14. Energía. Origen. Consumo**

La energía consumida por las máquinas y equipos es mayormente energía eléctrica. Dicha energía se obtendrá de la línea área interna de 13,2kV que se encuentra dentro del predio, conectándonos a ella con una transición aéreo-subterránea hacia el transformador de potencia de 400kVA. El consumo eléctrico mensual estimado de la planta de briqueteado será de 26.397kWH. Cabe aclarar que en el predio existen otros consumos eléctricos de consideración, como los de la planta de producción de cal dolomítica, como así también, las oficinas e iluminación del predio.

**5.15. Insumos y Productos Químicos Utilizados. Origen. Consumo**

Los productos químicos utilizados principalmente en la planta briqueteadora de cal son, el estearato de calcio, utilizado como aglutinante para la formación de las briquetas de cal, este será adquirido por la empresa a un proveedor especializado en la fabricación de este tipo de productos químicos sólidos. Otros productos químicos utilizados por la planta de briqueteado serán grasas y aceites, en pequeñas cantidades, utilizados para el mantenimiento y la lubricación de las partes móviles de las máquinas y los equipos según recomendación del fabricante y serán adquiridos a un proveedor que cumpla con las normas y estándares de fabricación de los mismos.

En el caso particular del aceite refrigerante del transformador de potencia, será adquirido y consumido en su totalidad al momento de que la empresa contratista realice el cambio de aceite en caso de ser necesario. También hacemos mención de otro producto químico que se utilizará dentro del predio, que es el combustible diésel para las maquinarias pesadas y camiones que trabajaran durante la obra de emplazamiento de la planta de briqueteado. El mismo será adquirido y consumido por las empresas contratadas para la obra.

### 5.16. Materias Primas y Materiales Utilizados

En el caso de la planta briqueteadora, la materia prima utilizada serán los residuos finos de la planta de producción de cal dolomítica y el estearato de calcio que funciona como un aglutinante de la cal sin alterar sus propiedades.

También se menciona el listado de máquinas y equipos que instalaremos en la planta:

- 1 Alimentador volumétrico
- 2 Transportadores helicoidales mezcladores
- 2 Elevadores de cangilones
- 1 Dosificador de estearato de calcio
- 1 Silo de 20 toneladas
- 1 Máquina briqueteadora
- 2 Tubos vibrantes
- 1 Colector de polvos con filtro de mangas y ventilador

### 5.17. Monitoreo y Control Ambiental

El principal control ambiental se llevará a cabo en el colector de polvos, con sensores que detectan si el aire de salida del colector es aire limpio o está cargado con polvo de cal y otras impurezas lo que haría que, si ese fuera el caso, el proceso productivo de briquetas de cal se detenga evitando una contaminación del aire.

También se contratará una empresa especializada en mediciones de calidad del aire para revisar el aire circundante antes y después del funcionamiento de este proyecto durante un tiempo determinado, y así lograr cuantificar la mejora en la calidad del aire.

**5.18. Personal Ocupado. Turnos y Horarios de Trabajo**

El personal ocupado por la planta de briqueteado será en total de 10 personas distribuidas en los siguientes cargos:

- 2 operarios (8h/día de Lunes a Viernes)
- 2 técnicos de mantenimiento (8h/día de Lunes a Viernes)
- 1 analista de calidad (8h/día de Lunes a Viernes)
- 1 analista de logística (8h/día de Lunes a Viernes)
- 1 supervisor de planta (8h/día de Lunes a Viernes)
- 3 choferes de camiones (8h/día de Lunes a Viernes)

## 6. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 6.1. Impacto Sobre las Aguas

El presente proyecto no utiliza este recurso ni para su proceso productivo ni para el mantenimiento de la planta, por el contrario, se necesita que las máquinas y equipos de la planta se encuentren lo más secos posibles al tratarse de un material solido fino que reacciona químicamente con el agua degradando sus propiedades.

Por otro lado, con el emplazamiento del presente proyecto, se disminuirá la cantidad de desechos que terminan en las corrientes de agua cercanas, debido al arrastre pluvial.

### **IMPACTO POSITIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, MEDIO**

### 6.2. Impacto sobre la Calidad del Aire

El presente proyecto incluye entre sus equipos un colector de polvos equipado con un filtro de aire calculado especialmente para evitar la emanación de aire contaminado con partículas de cal al ambiente y que, a su vez, estas partículas (polvo de cal) son acumuladas y enviadas nuevamente al principio del proceso productivo.

También se tiene en cuenta un mantenimiento periódico de este equipo de forma automática a través de un sistema de sacudido de mangas por pulsos de aire a presión, por otro lado, se realizan recorridos de inspección visual de los ductos y el colector para detectar perdidas de aire contaminado, y en caso de detectarlo todo el proceso se detiene a través de un paro de emergencia para así evitar la contaminación del ambiente.

Por otro lado, sabemos que antes del emplazamiento de este proyecto el residuo fino es depositado en el botadero al aire libre que, si bien la planta se encuentra alejada de la ciudad, permite que este residuo sea arrastrado por los vientos de la zona afectando la calidad del aire en

la región, por ende, con la planta de briqueteado en pleno funcionamiento el desecho depositado en el botadero disminuirá considerablemente.

### **IMPACTO POSITIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, MEDIO**

#### **6.2.1. Contaminación con gases**

Debido al consumo eléctrico de las máquinas y equipos, se generará un aumento de los gases de efecto invernadero producidos por la generación eléctrica convencional.

### **IMPACTO NEGATIVO, REAL, TEMPORAL, REGIONAL, BAJO**

#### **6.2.2. Contaminación con partículas en suspensión**

En funcionamiento normal, no se liberarán partículas en suspensión al ambiente, y en caso de falla del colector de polvos la contaminación se evitaría haciendo que se detengan todos los equipos mediante la automatización de los sensores y actuadores. Concluimos entonces, que el impacto del proyecto en este caso es altamente positivo para la región.

### **IMPACTO POSITIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, ALTO**

#### **6.2.3. Contaminación acústica y por vibraciones**

La contaminación acústica y por vibraciones se producirá tanto durante la obra de emplazamiento de este proyecto, como durante su funcionamiento diario. Teniendo en cuenta que la planta se encuentra dentro del predio de una cantera de cal y que este tipo de contaminación ya existía en la zona, se concluye que la que produce el presente proyecto formaría parte de la actual contaminación en un porcentaje muy bajo.

### **IMPACTO NEGATIVO, REAL, PERMANENTE, LOCALIZADO, BAJO**

#### **6.3. Impacto Sobre el Suelo. Grado de Afectación del Uso Actual y Potencial**

Actualmente la cantera de cal Calera S.A. acumula sus residuos finos en una tolva, que luego se va descargando en camiones para trasladarla a montículos de cal a la intemperie dentro

del mismo predio, esto va produciendo literalmente montañas de cal que por el solo hecho de estar a la intemperie pierde sus características y se convierten en desechos, afectando la flora, la fauna y la visual del paisaje, como así también las características del suelo.

Una vez teniendo la planta de briqueteado en pleno funcionamiento, gran parte de estos residuos finos serán procesados y transformados en briquetas de cal que pueden volver a formar parte del producto terminado de la planta ya que cumple con las características del resto de la cal y sobre todo cumple con la granulometría comercial de la misma.

Esto no solo implica una reducción importante de los desechos de la planta, sino que también permite obtener ganancias económicas a partir de un residuo y por ende aumentar la eficiencia de todo el proceso de obtención de cal.

También se incluyó en el análisis de costos de este proyecto una posible ampliación de la planta de briqueteado con la instalación de una segunda máquina briqueteadora en paralelo con la primera, manteniendo el resto de la instalación sin hacer grandes modificaciones más que una regulación de los equipos instalados.

Con esto duplicaríamos la capacidad de la planta briqueteadora como así también tendríamos mayor continuidad del proceso productivo ante averías en una de las máquinas.

### **IMPACTO POSITIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, ALTO**

#### **6.4. Impacto Sobre el Ámbito Socio-cultural**

Teniendo en cuenta que el emplazamiento de la planta de briqueteado será en una localidad que consta de varias plantas caleras, ya que hay abundancia de minerales ( $\text{CaCO}_2$ ) para la obtención de cal, no generará cambios en los aspectos socioculturales de la zona, debido al acostumbramiento de la comunidad local a la producción de cal.

Por otro lado, se trata de un pueblo que centra su economía en lo que refiere a la producción de cal (producción, transporte, provisión de materiales, equipos, mantenimiento, etc.).

#### **6.4.1. Impacto sobre la calidad de vida**

La localidad de Los Berros es una ciudad que se ve afectada por corrientes de vientos con gran frecuencia generando que el acopio de finos sea desplazado hacia la población generando polvo en suspensión que afecta a las vías respiratorias y posibilita el ingreso de partículas a la vista.

Si bien sólo se instalará una planta de briqueteado que procese estos residuos finos en la empresa en cuestión, se verá una mejora en el ambiente que la rodea.

**IMPACTO POSITIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, MEDIO**

#### **6.4.2. Impacto sobre la salud de la población**

Bajando la polución del ambiente, hay una mejora en la salud de la población, ya que se disminuye estas partículas en suspensión y de esta manera se evita la inhalación de óxido de calcio, como así también, se evita que el óxido de calcio entre en contacto con la piel húmeda y pueda reaccionar generando irritaciones o problemas en la dermis.

**IMPACTO POSITIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, MEDIO**

#### **6.4.3. Impacto sobre el empleo/economía local**

Hay crecimiento de las plazas laborales que beneficiaran a 10 familias, ya que se ocupara personal para: producción, mantenimiento, operación, logística, transporte, supervisión y gestión de calidad.

**IMPACTO POSITIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, MEDIO**

#### **6.4.4. Impacto sobre la infraestructura de servicios**

La planta sólo necesita para su funcionamiento el servicio eléctrico, por lo que consumirá este recurso. Si bien es bajo no deja de quitar recursos a la sociedad.

Por otro lado, habrá un aumento de efluentes cloacales debido a la incorporación de nuevos empleados a la empresa.

**IMPACTO NEGATIVO, REAL, PERMANENTE, REGIONAL, BAJO**



## 7. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### 7.1. Metodología de Identificación y Ponderación de Impactos Ambientales

El análisis de los impactos ambientales es un proceso analítico y sintético. El proceso de evaluación general se lleva a cabo considerando la totalidad de los potenciales procesos de interacción en relación a las actividades desarrolladas, con respecto a las componentes ambientales. Los impactos ambientales identificados y su correspondiente valoración cuantitativa se describen claramente en la Matriz de Impactos Ambientales (Matriz de Importancia) presentada en la siguiente sección, donde la valoración asignada a cada impacto se basa en el análisis de las acciones y sus efectos.

Se identifican las acciones que puedan causar impactos sobre las diferentes componentes ambientales, teniendo en cuenta acciones que:

- Modifican el uso del suelo.
- Implican emisión de contaminantes a la atmósfera, suelo, agua.
- Implican corrección de contaminaciones.
- Derivan del almacenamiento de residuos.
- Implican consumo de recursos.
- Tienen efectos sobre el medio biótico.
- Repercuten en otras infraestructuras.
- Modifican el entorno social, económico y cultural.
- Derivan del incumplimiento de la normativa medioambiental presente.

Se verifica de qué forma inciden estas acciones a lo largo de la vida de la planta briqueteadora, desde su emplazamiento hasta su pleno funcionamiento, identificando los componentes ambientales que puedan ser afectados.

Esta información se manifiesta en una Matriz de Impacto Ambiental, donde se identifican las acciones generadoras del impacto, la componente ambiental afectada, el impacto y se enumeran las características del impacto (carácter, intensidad, probabilidad, extensión y efecto).

Luego se asignan valores a los parámetros descriptivos de cada impacto ambiental identificado, de acuerdo al análisis realizado, dichos valores contribuyen a conformar un único valor denominado Importancia del Impacto.

Las características del impacto son valoradas de acuerdo a lo definido en la Tabla 3:

**Tabla 3**

*Características del impacto ambiental*

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Carácter</b>	Define las acciones, como perjudicial (negativa) y beneficiosa (positiva).	NEGATIVO POSITIVO
<b>Intensidad</b>	Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor afectado	BAJA MEDIA ALTA
<b>Extensión</b>	Define la magnitud del área afectada por el impacto.	LOCALIZADA REGIONAL
<b>Probabilidad</b>	Evalúa la capacidad que tiene la acción de afectar al factor ambiental	REAL POTENCIAL
<b>Duración</b>	Tiempo en el que se ve afectado el ambiente debido a la acción precedente	TEMPORAL PERMANENTE

## 7.2. Matriz de Impacto Ambiental

En la Figura 5 podemos ver la matriz de impacto ambiental. Los criterios para la asignación de rangos de atributos para cada parámetro de caracterización del Impacto Ambiental son:

- **Carácter del impacto**

- **IMPACTO POSITIVO:** Es el admitido por la comunidad técnica y científica y la población en general.

- **IMPACTO NEGATIVO:** Es el que se traduce en pérdida del valor natural, estético, cultural, perceptivo, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, la erosión, y demás riesgos ambientales en discordia con la estructura ecológica y geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

- **Intensidad**

- **BAJA:** Expresa un disturbio mínimo del factor considerado.

- **MEDIA:** Expresa una alteración al componente ambiental con repercusiones moderadas.

- **ALTA:** Expresa una alteración bastante considerable que merece ser remediada.

- **Probabilidad del impacto**

- **REAL:** el que efectivamente se produce ante la acción dada.

- **POTENCIAL:** el que se puede producir ante determinadas circunstancias. El riesgo es un impacto de estas características.

- **Extensión**

- **LOCALIZADO:** influencia dentro del predio.

- **REGIONAL:** influencia fuera de los límites del emprendimiento.

- **Duración del impacto**

- **TEMPORAL:** es aquel que cesa el efecto cuando desaparece la acción que lo genera.

- **PERMANENTE:** el efecto perdura, aunque desaparezca la causa que lo originó.

En la Figura 6 vemos un gráfico de torta que representa los porcentajes de cada tipo de impacto que produce nuestro proyecto.

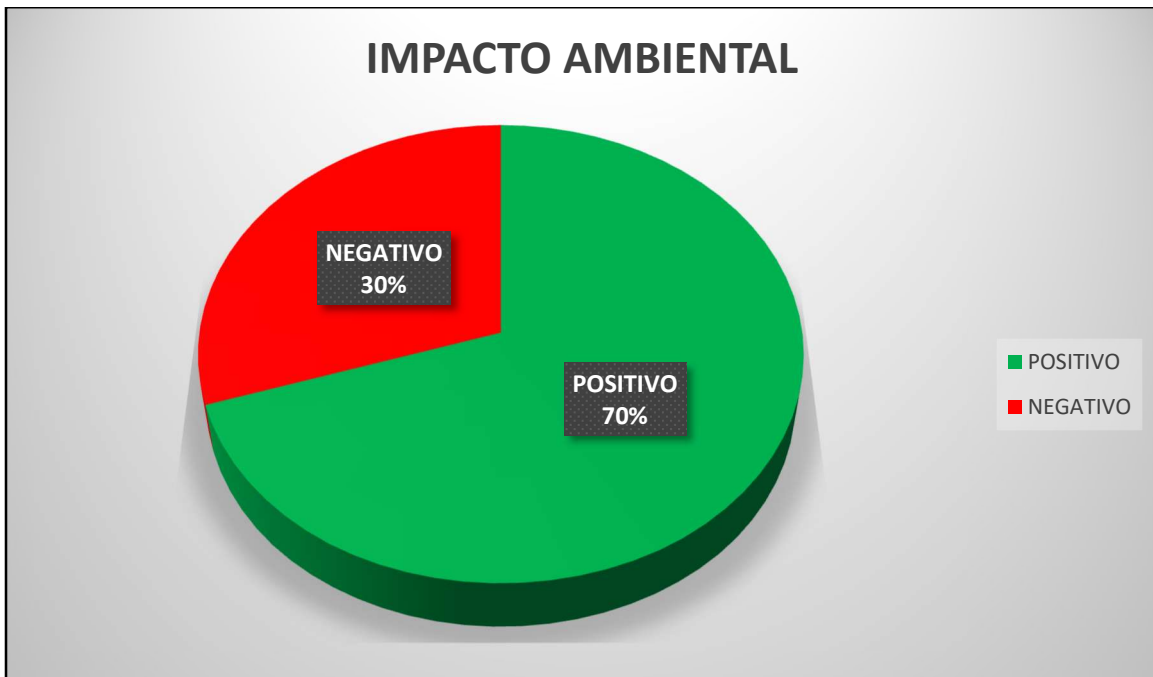
Figura 5

Matriz de Impacto Ambiental de autoría propia

IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS			VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS				
COMPONENTE AMBIENTAL	EFFECTO	ACCIÓN	CARÁCTER	PROBABILIDAD	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD
AGUA	Impacto sobre las aguas	Disminución de la cantidad de desechos en arrastre pluvial	POSITIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	MEDIO
	Calidad del aire	Procesamiento de residuos finos	POSITIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	MEDIO
AIRE	Contaminación con gases	Aumento en la producción de gases de efecto invernadero	NEGATIVO	REAL	TEMPORAL	REGIONAL	BAJO
	Contaminación con partículas en suspensión	Filtración del aire en el colector de polvos	POSITIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	ALTO
	Contaminación acústica y por vibraciones	Obras de emplazamiento y funcionamiento	NEGATIVO	REAL	PERMANENTE	LOCALIZADO	BAJO
SUELO	Uso del suelo	Optimización de la producción de cal	POSITIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	ALTO
	Calidad de vida	Disminución de residuos finos	POSITIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	MEDIO
ÁMBITO SOCIO-CULTURAL	Salud de la población	Disminución de partículas en suspensión	POSITIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	MEDIO
	Empleo y economía local	Creación de nuevos puestos de trabajo	POSITIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	MEDIO
	Infraestructura y servicios	Consumo de energía eléctrica y aumento de efluentes cloacales	NEGATIVO	REAL	PERMANENTE	REGIONAL	BAJO

Figura 6

Gráfico de torta porcentual del impacto ambiental del proyecto



## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye el Estudio de Impacto Ambiental del presente proyecto con las siguientes conclusiones:

1. El aprovechamiento de residuos finos disminuye la cantidad de desechos que son acumulados en el predio de la cantera de cal formando montículos de cal de gran tamaño.

2. Tanto con la obra de construcción de la planta, como con su operación y mantenimiento, se crearán nuevos puestos de trabajo, lo que beneficiara a la comunidad local que ya se encuentra inmersa en la cultura calera.

3. Considerando que no existen otras plantas briqueteadoras en la zona, y que existen varias canteras de cal de la región en plena explotación, podemos decir que el servicio de briqueteado de cal será aprovechado también por otras empresas que podrán llevar sus residuos finos hasta allí para que sean procesados y transformados en briquetas de cal con valor comercial, y así también disminuir la cantidad de desechos que se acumulan en sus respectivas canteras.

4. El consumo eléctrico de la planta de briqueteado es relativamente bajo comparado con el consumo ya existente de la cantera para la extracción de cal dolomítica, por lo que la variación en consumo eléctrico es pequeña y los beneficios obtenidos son de gran consideración.

5. Al tratarse de una obra dentro de los límites del predio de la cantera, y que el espacio fue cedido por la compañía, podemos decir que el uso del suelo es totalmente favorable.

Por otro lado, se recomienda el monitoreo y control ambiental por parte de un profesional responsable que verifique periódicamente la gestión adecuada de todos los riesgos identificados y asociados a la actividad del presente proyecto, tanto en su etapa constructiva, como durante su operación y mantenimiento.

En líneas generales podemos concluir que este proyecto tiene un alto impacto positivo en el medio ambiente de la región debido a que contribuye a la reducción de partículas de cal suspendidas en el aire, como así también disminuye la cantidad de desechos que van a parar a los ríos debido al arrastre pluvial, lo que nos lleva a una mejora en la calidad de vida en general.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ *Apuntes de cátedra - Proyecto Final* - Ing. Mónica Patricia Alitta
- ❖ <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/agencia/normativa-ambiental-nacional> - **Normativa Ambiental Nacional** - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
- ❖ <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/agencia/normativa-ambiental-san-juan> - **Normativa Ambiental de la provincia de San Juan** - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
- ❖ <https://repositorio.segemar.gob.ar/handle/308849217/2884> - **Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina** - SegemAR
- ❖ <https://sisanjuan.gob.ar/mineria/2017-09-24/5649-conoce-el-proceso-de-produccion-de-cal> - **Industria de Cal en San Juan** - Prensa Ministerio de Minería
- ❖ <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/1992/3630> - **Evolución espacial de la ocupación de los residuos mineros en un sector del Departamento Sarmiento, Provincia de San Juan, Argentina** - Instituto de Investigaciones Mineras y Departamento Ingeniería de Minas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Argentina
- ❖ [https://es.wikipedia.org/wiki/Los\\_Berros](https://es.wikipedia.org/wiki/Los_Berros) - **Los Berros** - Wikipedia
- ❖ <https://redargentinadegeografiafisica.files.wordpress.com/2013/07/01-sanchez-la-industria.pdf> - **La Industria de la Cal en el Departamento Sarmiento, Provincia de San Juan** - Departamento de Geografía e Instituto de Geografía Aplicada - FFHA-UNSJ



## ANEXO III - PLANOS DE PLANTA DE BRIQUETEADO

## INDICE DE PLANOS

<b>1. DFP - DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....</b>	<b>153</b>
<b>2. DTI - DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTOS .....</b>	<b>154</b>
<b>3. PLANO DE ELEVACIÓN.....</b>	<b>155</b>
<b>4. LAYOUT DE PLANTA - NIVEL 1 .....</b>	<b>156</b>
<b>5. LAYOUT DE PLANTA - NIVEL 2 .....</b>	<b>157</b>
<b>6. DUCTOS DE ASPIRACIÓN DE POLVOS.....</b>	<b>158</b>
<b>7. TGBT - TABLERO GENERAL DE BAJA TENSION (11 Hojas) .....</b>	<b>159</b>
H-1 PORTADA - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	159
H-2 TOPOGRÁFICO EXTERIOR SET 400kVA .....	160
H-3 TOPOGRÁFICO INTERIOR SET 400kVA .....	161
H-4 ESQUEMA UNIFILAR - SET 400kVA .....	162
H-5 CIRCUITOS DE POTENCIA - MEDIDOR DE ENERGÍA .....	163
H-6 CIRCUITOS DE POTENCIA - GABINETE N°1 .....	164
H-7 CIRCUITOS DE POTENCIA - GABINETE N°2.....	165
H-8 CIRCUITOS DE COMANDO.....	166
H-9 ESQUEMA UNIFILAR - TABLEROS SSAA .....	167
H-10 CIRCUITOS DE POTENCIA - TABLEROS SSAA .....	168
H-11 CIRCUITOS DE POTENCIA - CCM .....	169
<b>8. CCM BRIQUETEADORA - CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (73 Hojas) ...</b>	<b>170</b>
H-1 PORTADA - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	170
H-2 TOPOGRÁFICO EXTERIOR.....	171

H-3 TOPOGRÁFICO INTERIOR .....	172
H-4 CIRCUITOS DE POTENCIA .....	173
H-5 ESQUEMA UNIFILAR - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	174
H-6 GENERACIÓN DE TENSIÓN - GABINETE N°2.....	175
H-7 VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	176
H-8 VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE COMANDO .....	177
H-9 VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE CONTROL .....	178
H-10 VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE CONTROL .....	179
H-11 ECA-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA.....	180
H-12 ECA-01 - CIRCUITOS DE COMANDO.....	181
H-13 ECA-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	182
H-14 ECA-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	183
H-15 ECA-02 - CIRCUITOS DE POTENCIA.....	184
H-16 ECA-02 - CIRCUITOS DE COMANDO.....	185
H-17 ECA-02 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	186
H-18 ECA-02 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	187
H-19 THM-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA.....	188
H-20 THM-01 - CIRCUITOS DE COMANDO.....	189
H-21 THM-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	190
H-22 THM-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	191
H-23 POLIPASTO - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	192
H-24 POLIPASTO - CIRCUITOS DE COMANDO.....	193
H-25 POLIPASTO - CIRCUITOS DE CONTROL .....	194

H-26 CPO-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA.....	195
H-27 CPO-01 - CIRCUITOS DE COMANDO .....	196
H-28 CPO-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	197
H-29 CPO-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	198
H-30 TGA-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	199
H-31 TGA-01 - CIRCUITOS DE COMANDO.....	200
H-32 TGA-01 - CIRCUITOS DE CONTROL .....	201
H-33 GENERACIÓN DE TENSIÓN - GABINETE N°3.....	202
H-34 AGITADOR - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	203
H-35 AGITADOR - CIRCUITOS DE COMANDO .....	204
H-36 AGITADOR - CIRCUITOS DE CONTROL .....	205
H-37 AGITADOR - CIRCUITOS DE CONTROL .....	206
H-38 U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	207
H-39 U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE COMANDO .....	208
H-40 U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE CONTROL .....	209
H-41 U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE CONTROL .....	210
H-42 INDUCTOR - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	211
H-43 INDUCTOR - CIRCUITOS DE COMANDO.....	212
H-44 INDUCTOR - CIRCUITOS DE CONTROL .....	213
H-45 GENERACIÓN DE TENSIÓN - GABINETE N°4.....	214
H-46 TVI-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA .....	215
H-47 TVI-01 - CIRCUITOS DE COMANDO .....	216
H-48 TVI-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	217

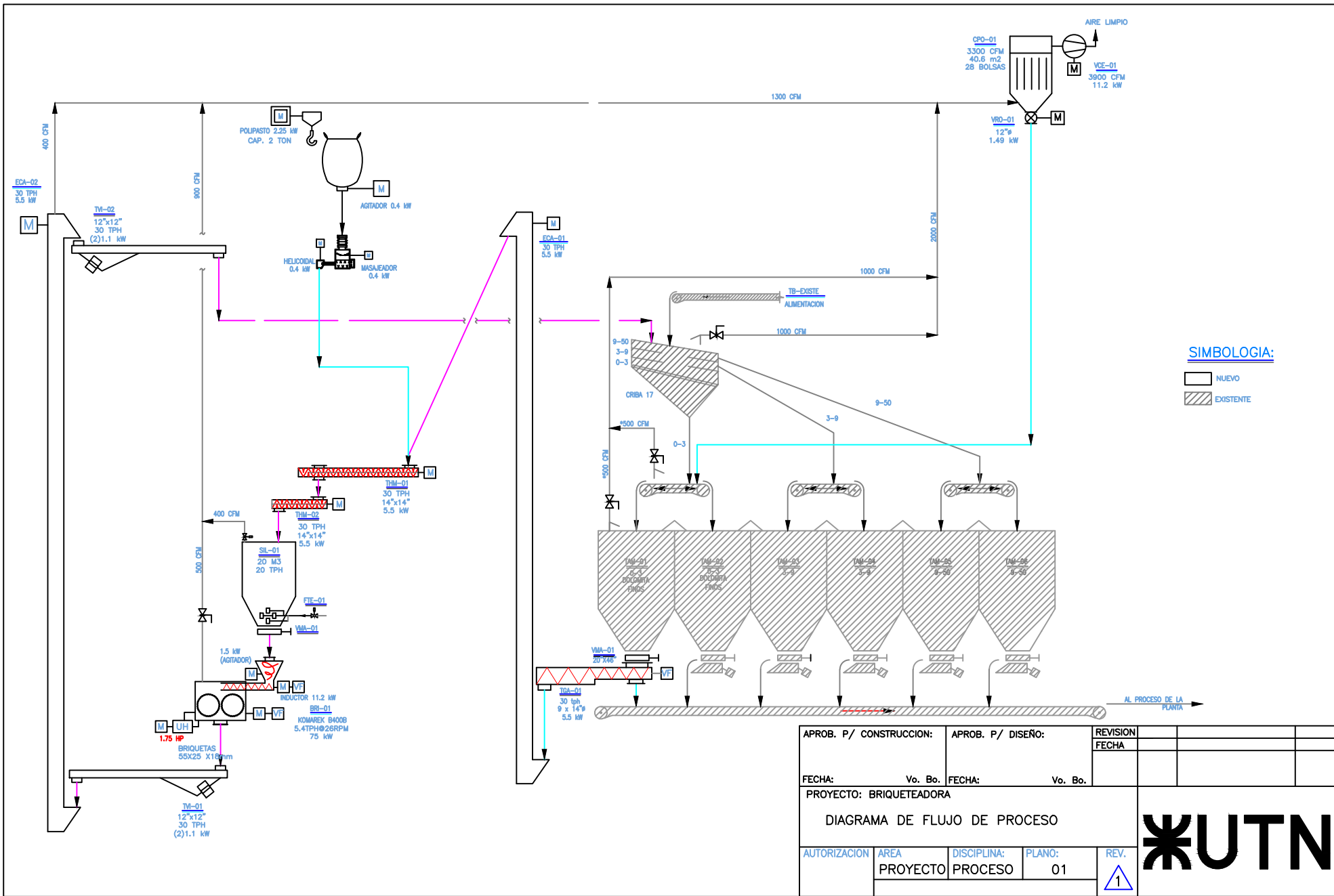
H-49 TVI-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	218
H-50 TVI-02 - CIRCUITOS DE POTENCIA.....	219
H-51 TVI-02 - CIRCUITOS DE COMANDO.....	220
H-52 TVI-02 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	221
H-53 TVI-02 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	222
H-54 THM-02 - CIRCUITOS DE POTENCIA.....	223
H-55 THM-02 - CIRCUITOS DE COMANDO.....	224
H-56 THM-02 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	225
H-57 THM-02 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	226
H-58 GENERACIÓN DE TENSIÓN - GABINETE N°5.....	227
H-59 BRI-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA.....	228
H-60 BRI-01 - CIRCUITOS DE COMANDO.....	229
H-61 BRI-01 - CIRCUITOS DE CONTROL.....	230
H-62 GENERACIÓN DE TENSIÓN - GABINETE N°6.....	231
H-63 DISTRIBUCIÓN DE TENSIÓN DE COMANDO.....	232
H-64 PLC SIMATIC S7-400.....	233
H-65 MÓDULO ET200.....	234
H-66 SLOT 1.....	235
H-67 SLOT 2.....	236
H-68 SLOT 3.....	237
H-69 SLOT 4.....	238
H-70 SLOT 5.....	239
H-71 SLOT 6.....	240

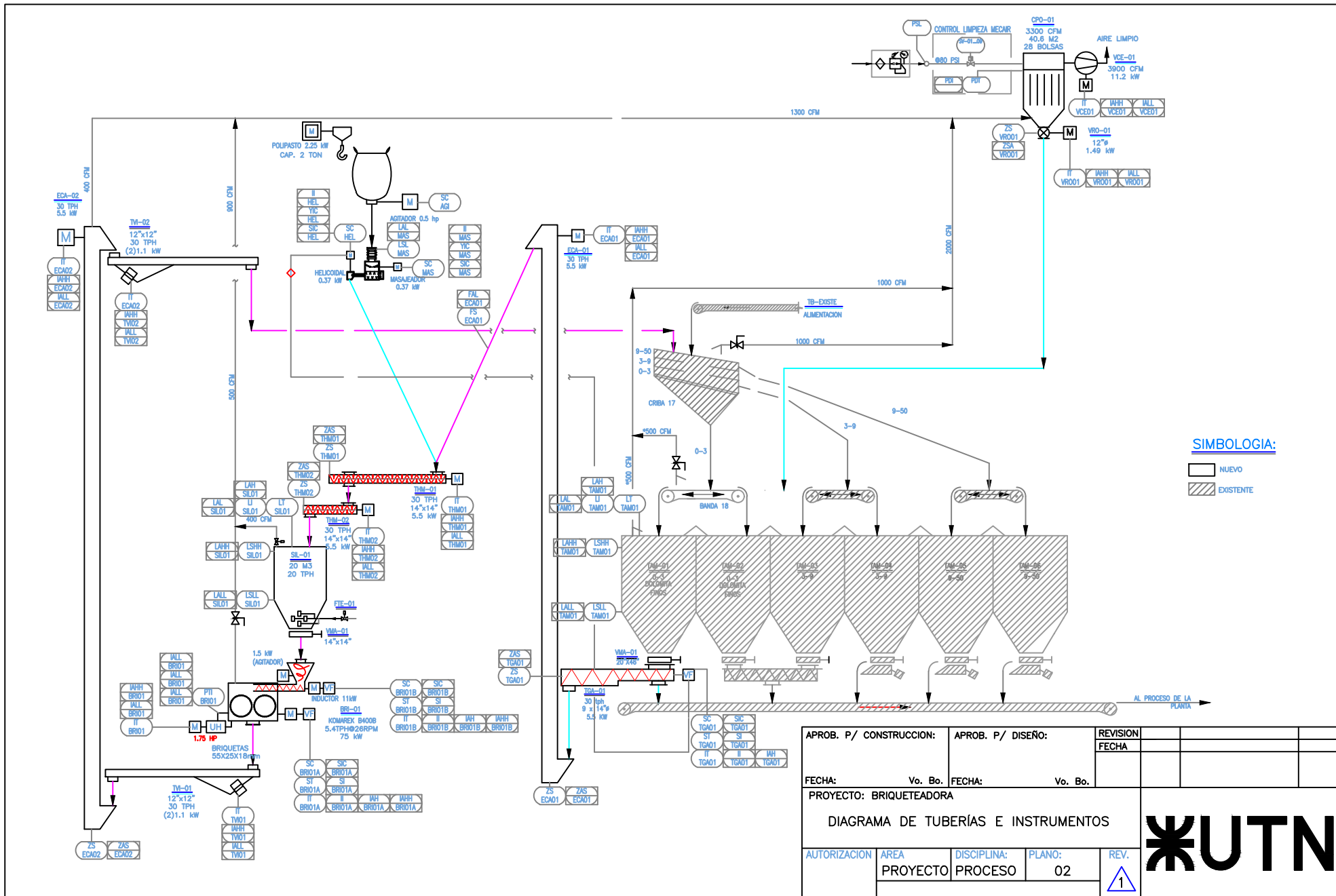
**DIMENSIONAMIENTO DE PLANTA DE BRIQUETEADO**

**152**

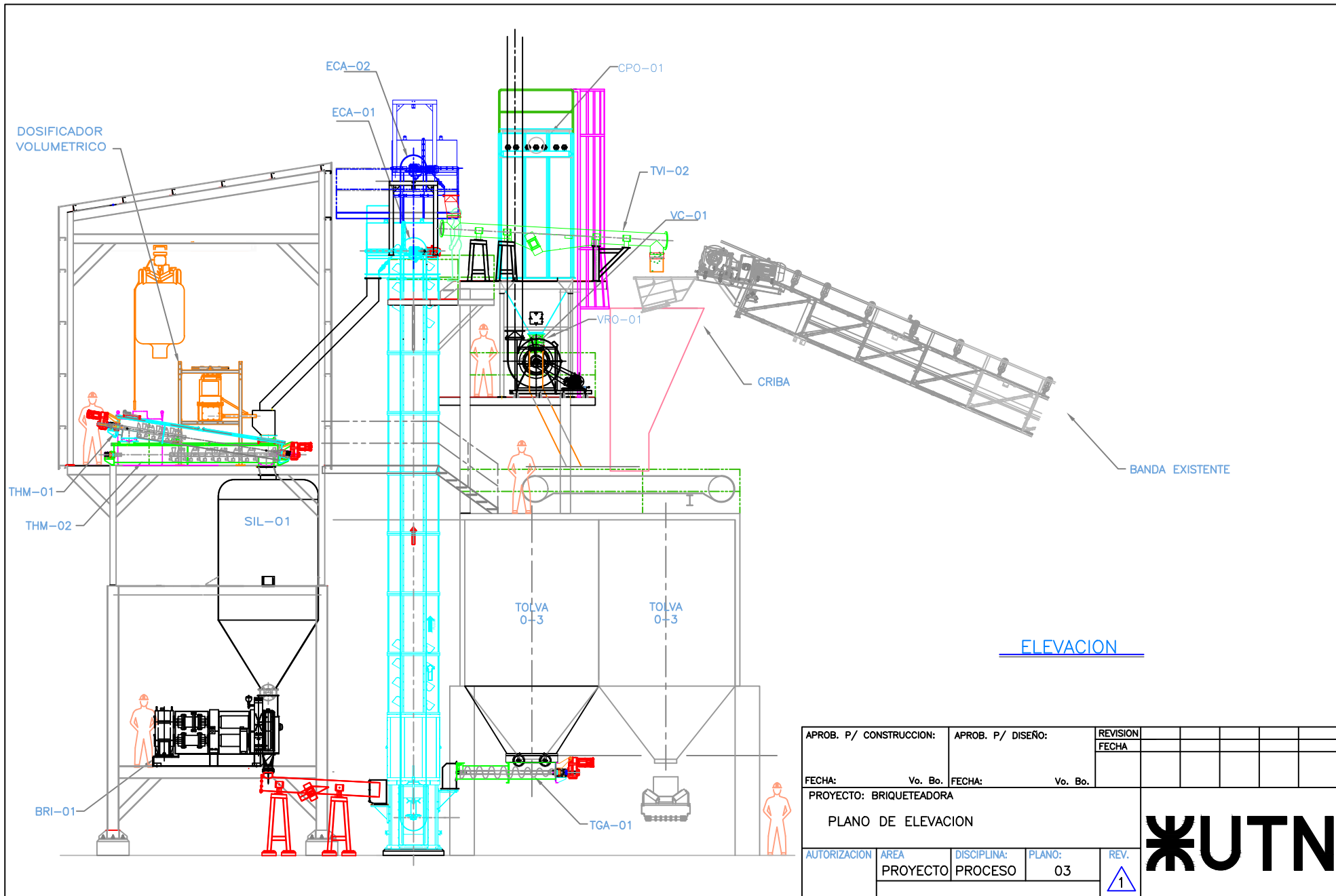
H-72 SWITCH DE COMUNICACIÓN ..... 241

H-73 CIRCUITO EXTRACTOR - GABINETE N°6 ..... 242

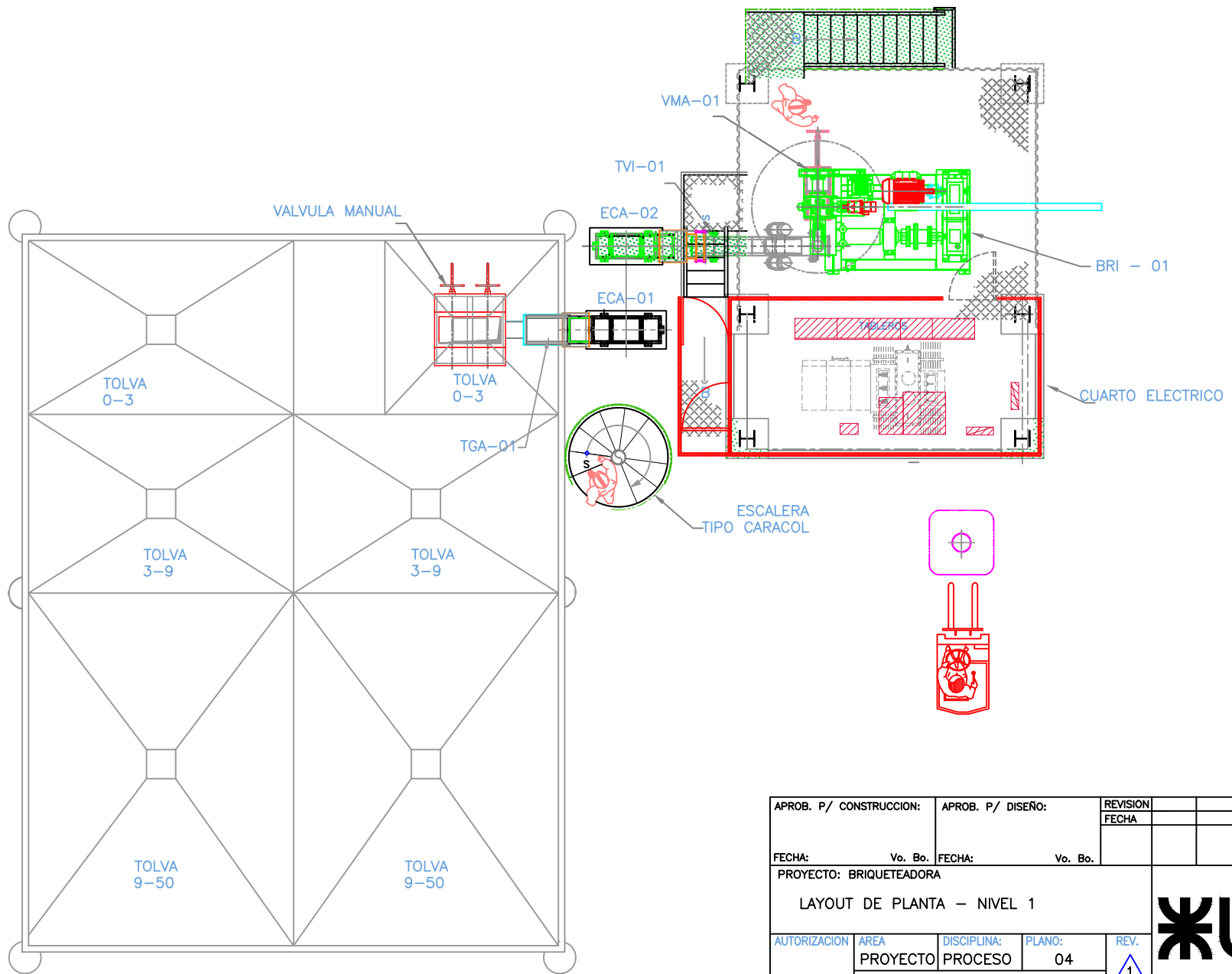




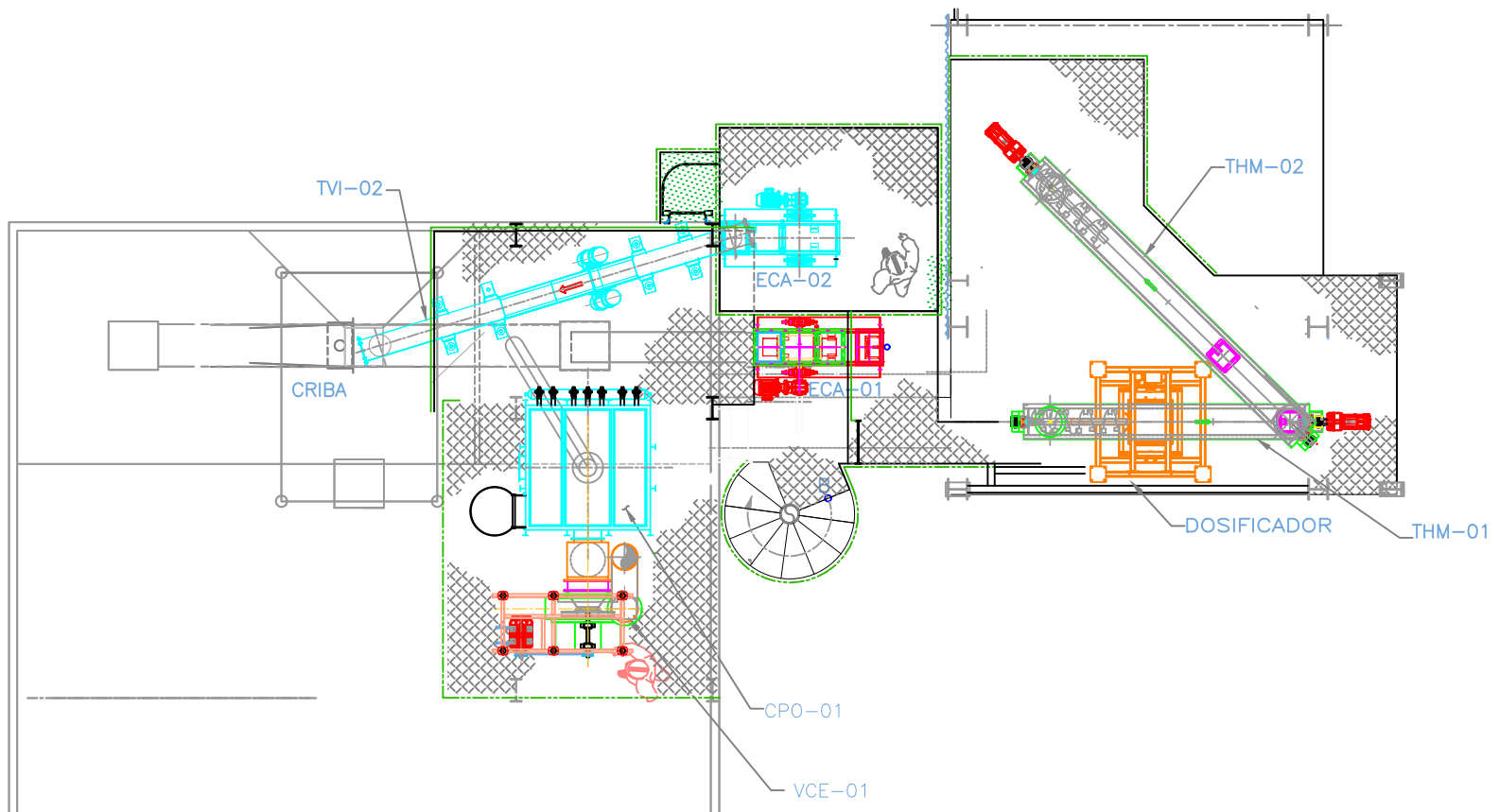
APROB. P/ CONSTRUCCION:		APROB. P/ DISEÑO:		REVISION	
FECHA:		FECHA:		FECHA	
Vo. Bo.		Vo. Bo.			
PROYECTO: BRIQUETEADORA					
DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTOS					
AUTORIZACION	AREA	DISCIPLINA:	PLANO:	REV.	
	PROYECTO	PROCESO	02	1	



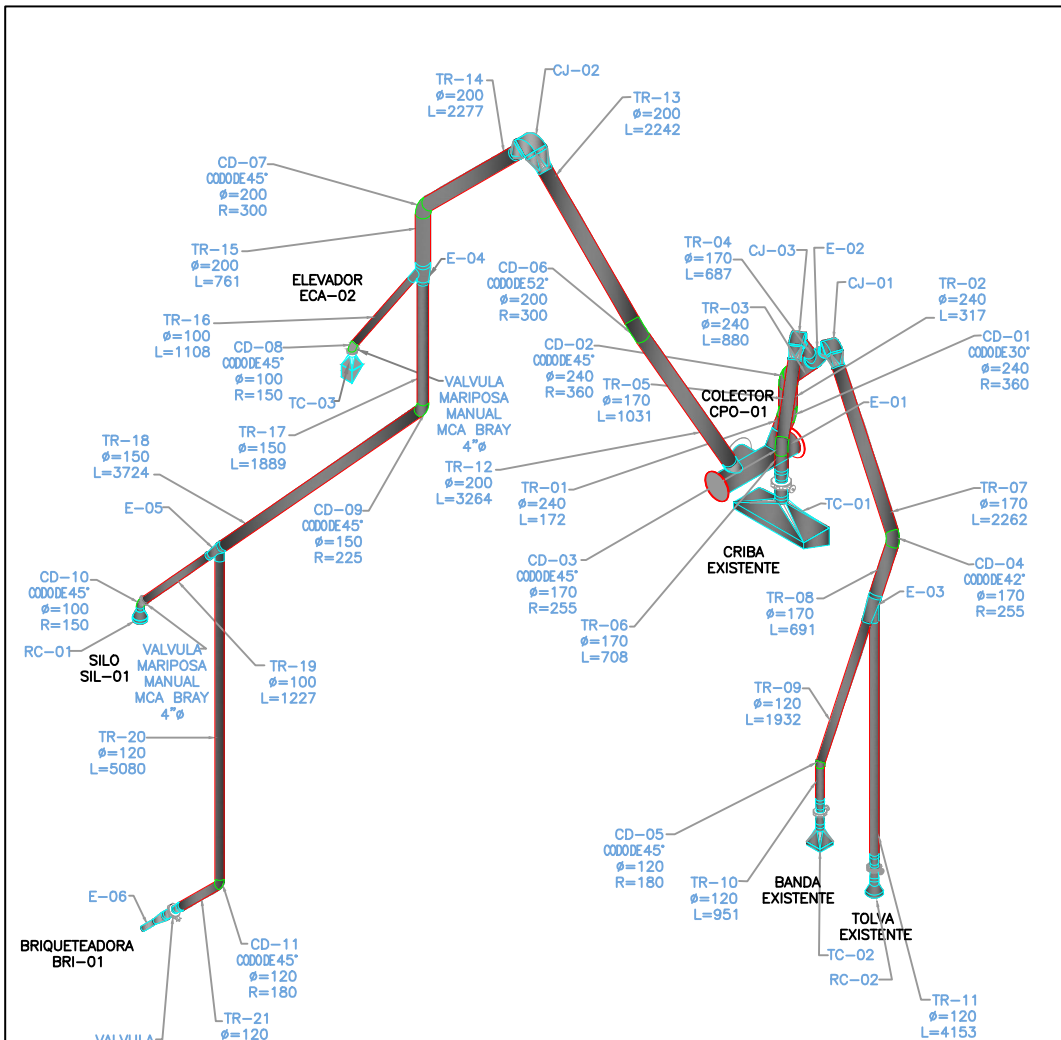




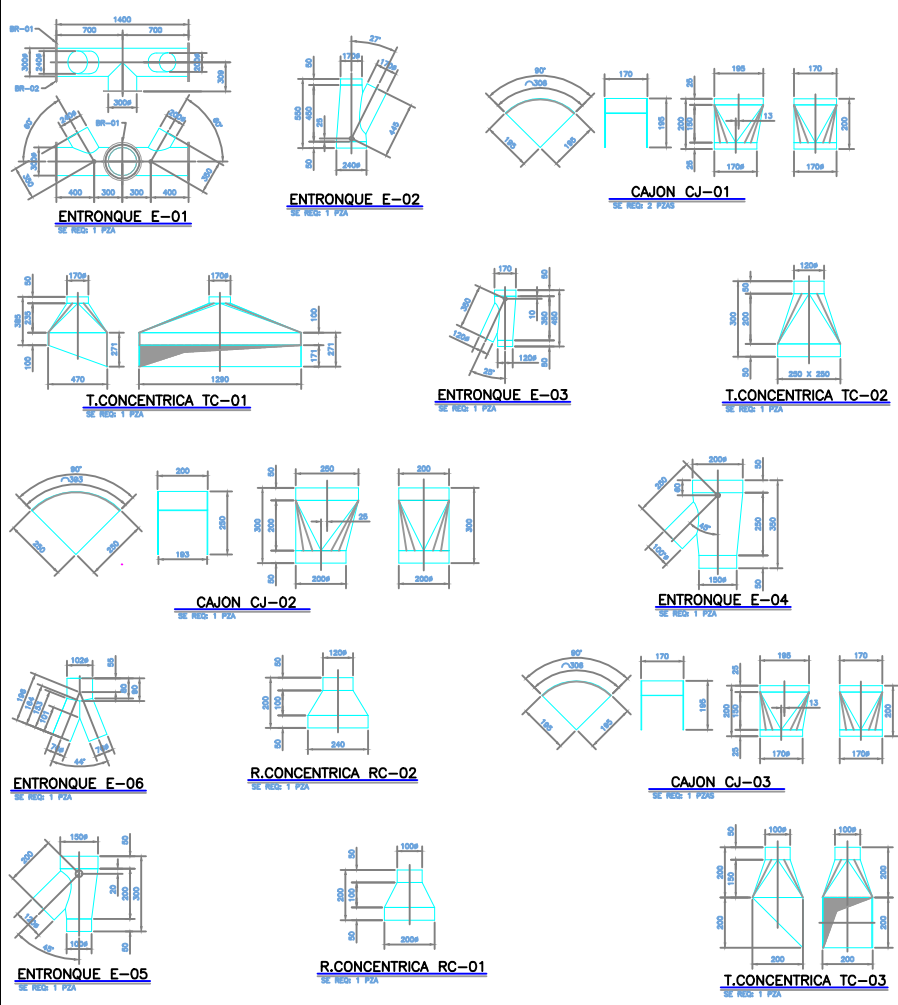
APROB. P/ CONSTRUCCION:		APROB. P/ DISEÑO:		REVISION			
FECHA:		FECHA:		FECHA			
Vo. Bo.		Vo. Bo.					
PROYECTO: BRIQUETEADORA							
LAYOUT DE PLANTA - NIVEL 1							
AUTORIZACION	AREA	DISCIPLINA:	PLANO:	REV.	<b>JUTN</b>		
	PROYECTO	PROCESO	04	1			



APROB. P/ CONSTRUCCION:		APROB. P/ DISEÑO:		REVISION		
FECHA:		FECHA:		FECHA		
Vo. Bo.		Vo. Bo.				
PROYECTO: BRIQUETADORA						
LAYOUT DE PLANTA - NIVEL 2						
AUTORIZACION	AREA	DISCIPLINA:	PLANO:	REV.	<b>JUTN</b>	
	PROYECTO	PROCESO	05	1		



**ISOMETRICO**



APROB. P/ CONSTRUCCION:		APROB. P/ DISEÑO:		REVISION	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	
Vo. Bo.		Vo. Bo.		Vo. Bo.	
PROYECTO: BRIQUETEADORA					
DUCTOS DE ASPIRACIÓN DE POLVOS					
AUTORIZACION	AREA	DISCIPLINA:	PLANO:	REV.	
	PROYECTO	Med. Amb	06	1	



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

SET 400kVA  
CIRCUITOS DE POTENCIA  
TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN



1

2

3

4

5

6

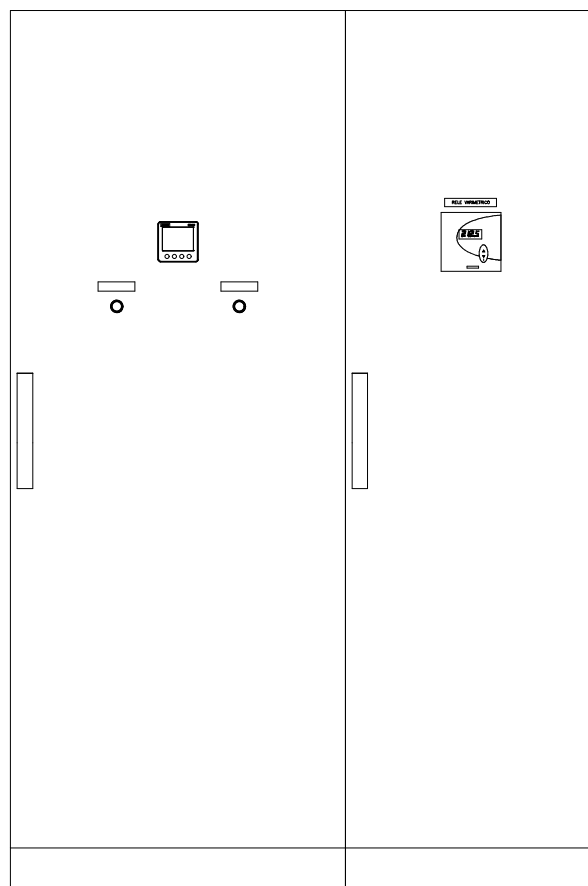
7

8

9

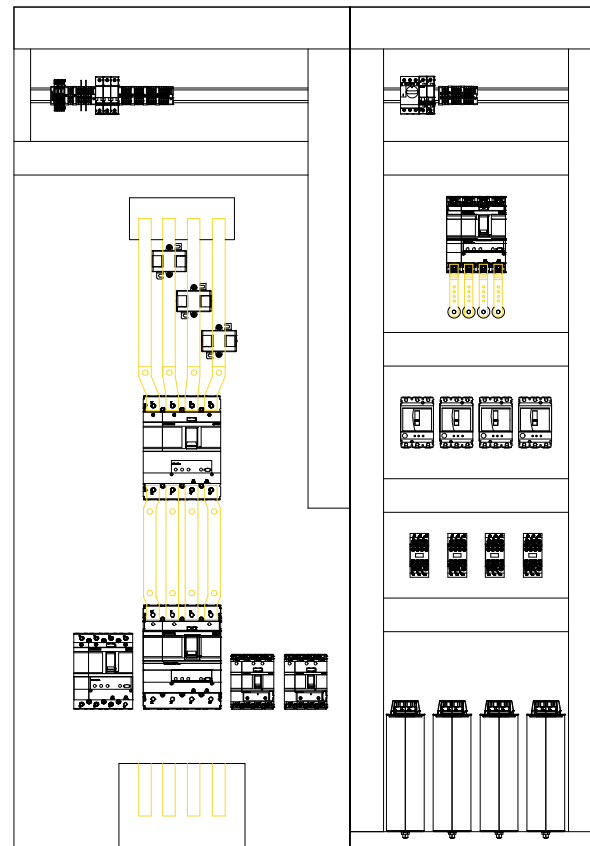
10

TOPOGRÁFICO  
EXTERIOR





TOPOGRÁFICO  
INTERIOR





1

2

3

4

5

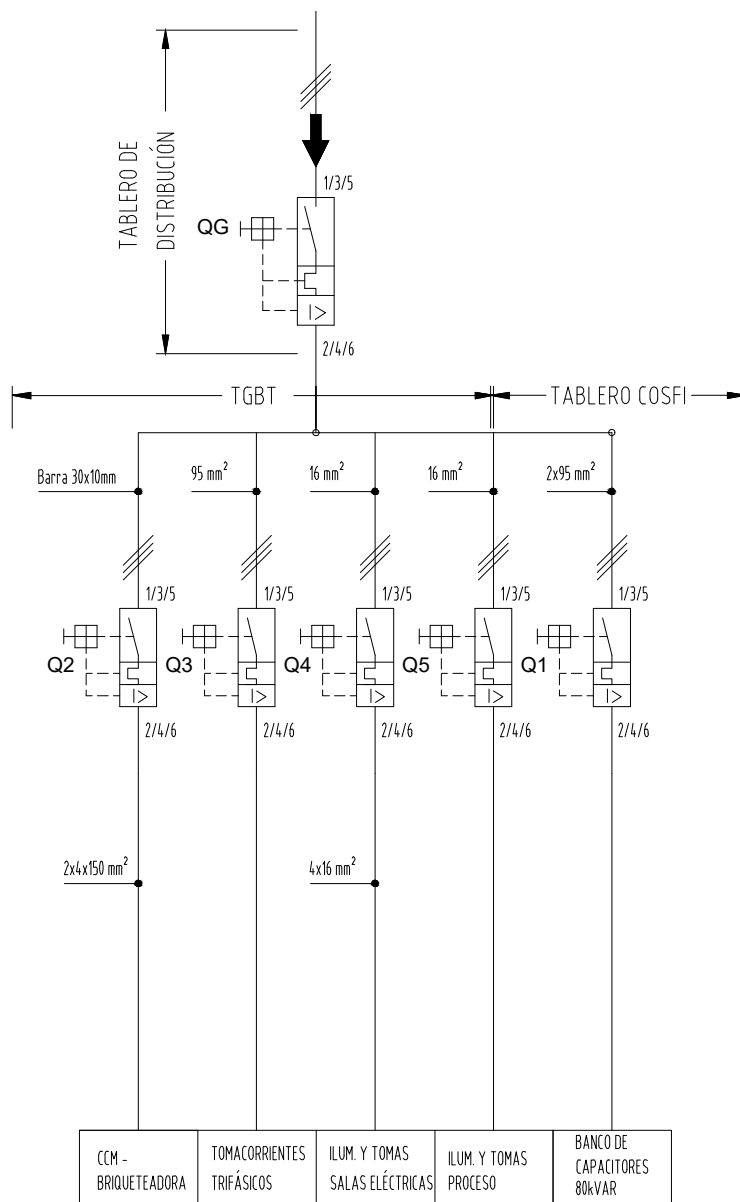
6

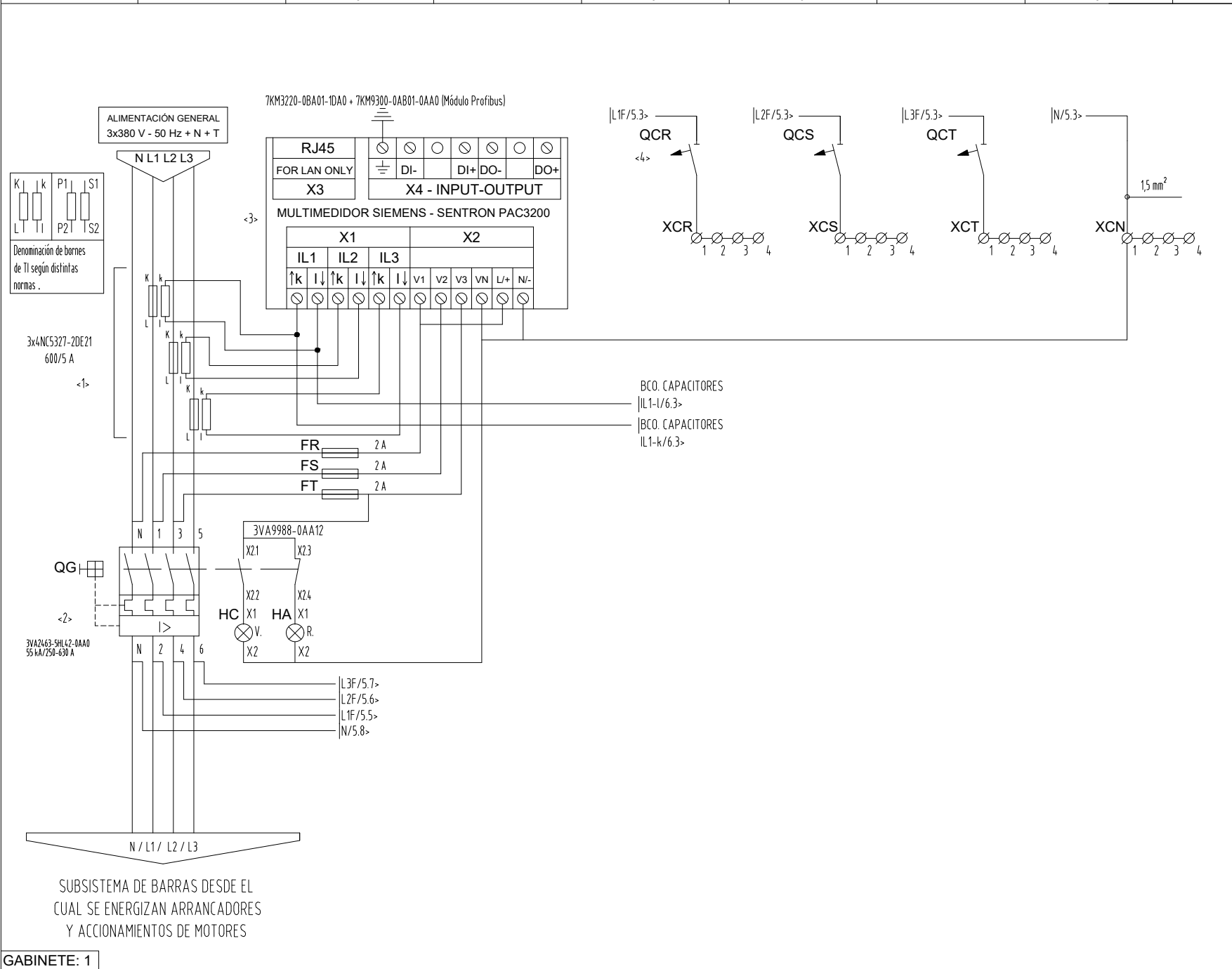
7

8

9

10





N°	REFERENCIAS
----	-------------

1	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
2	INTERRUPTOR PRINCIPAL
3	MEDIDOR DE ENERGÍA
4	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

GABINETE: 1

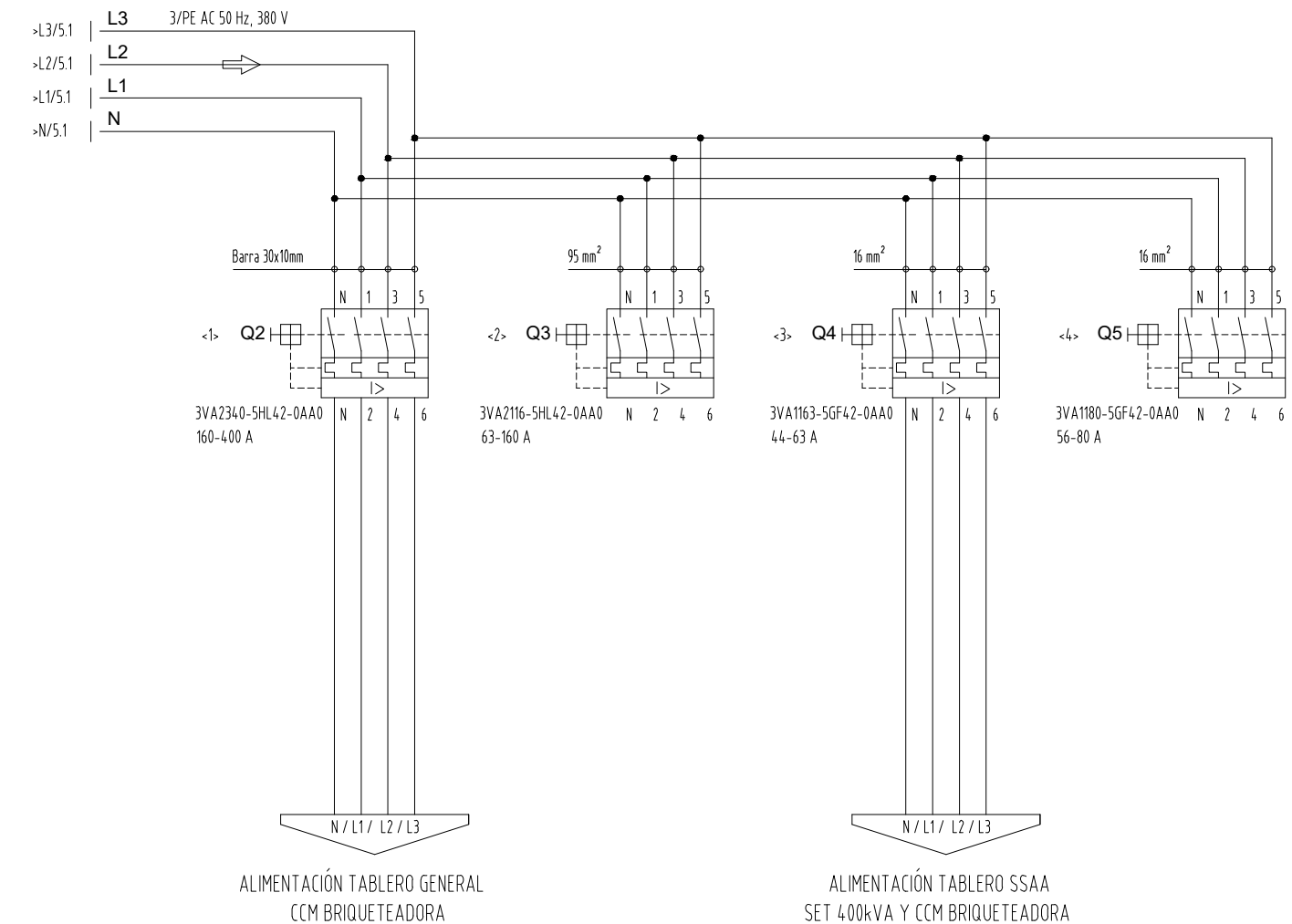
Ciente: CALERA S.A.

Ref.: SET 400kVA  
CIRCUITOS DE POTENCIA - MEDIDOR DE ENERGÍA



Hoja/s: 05/11  
Versión: 00  
Plano N°7





N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR CCM-BRIQUETEADORA
2	INTERRUPTOR TOMACORRIENTES TRIF.
3	INTERRUPTOR ILUM Y TOMAS SALAS
4	INTERRUPTOR ILUM Y TOMAS PROCESO

GABINETE: 1

Cliente: CALERA S.A.

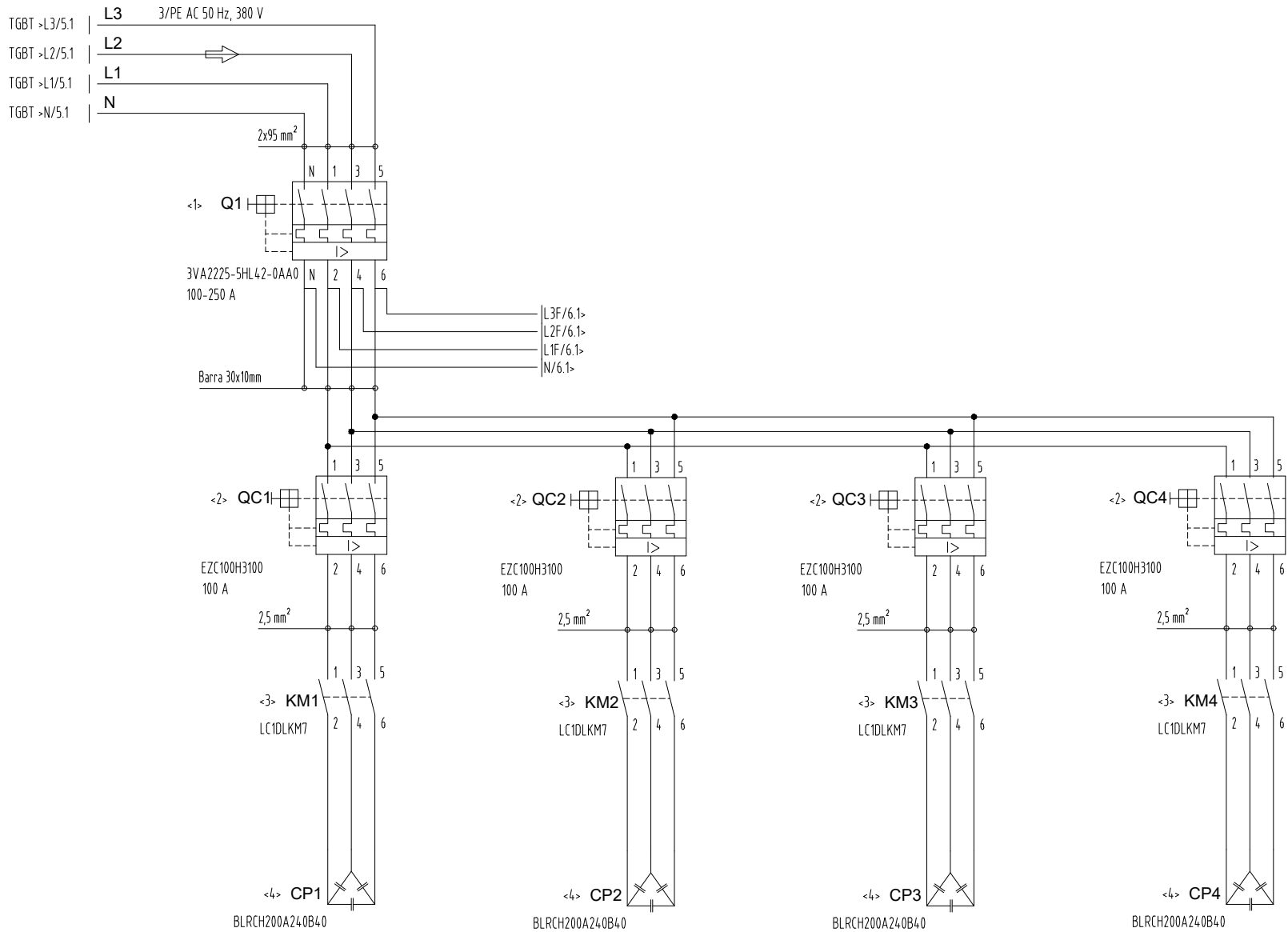
Ref.: SET 400kVA  
CIRCUITOS DE POTENCIA - GABINETE N°1



Hoja/s: 06/11  
Versión: 00  
Plano N°7



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
<1>	1 GUARDAMOTOR PRINCIPAL
	2 GUARDAMOTOR DE CAPACITOR
	3 CONTACTOR DE CAPACITOR
	4 CAPACITOR 20kVAR

GABINETE: 2

Ciente: CALERA S.A.

Ref.: SET 400kVA  
CIRCUITOS DE POTENCIA - GABINETE N°2



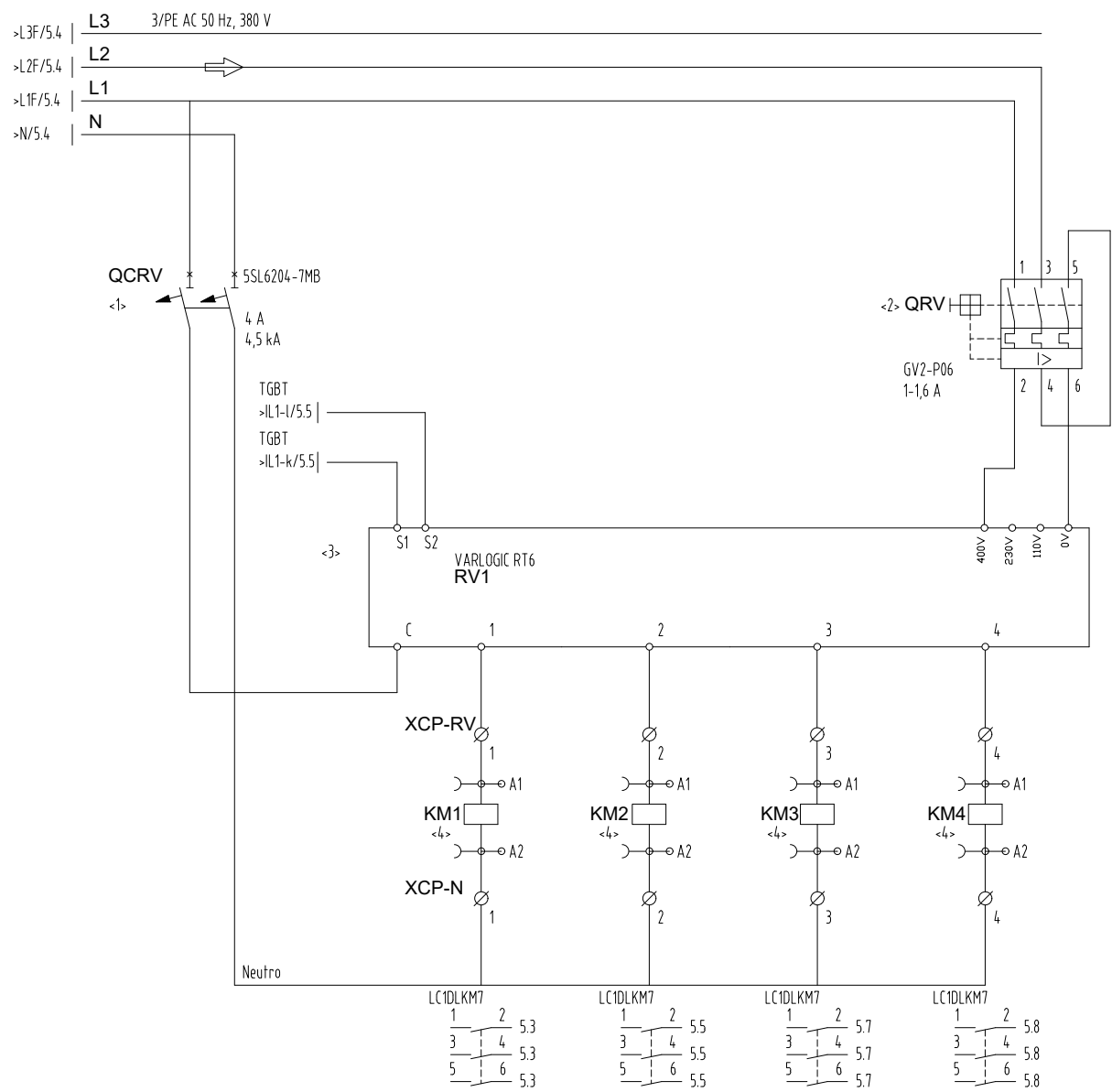
Hoja/s: 07/11

Versión: 00

Plano N°7



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
<1>	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	GUARDAMOTOR
3	RELÉ VARLOGIC RT6
4	CONTACTOR DE CAPACITOR

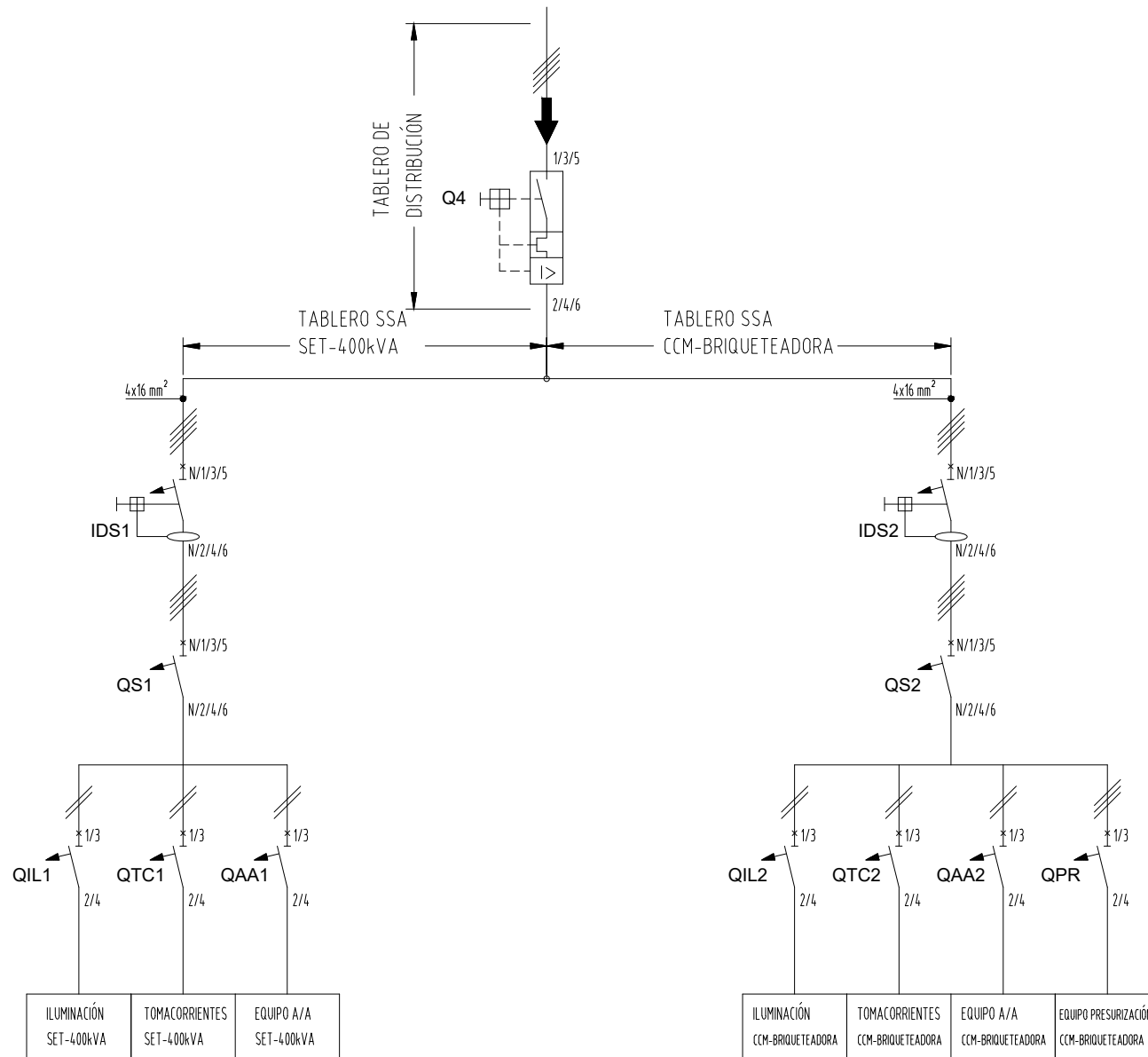
GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: SET 400kVA  
CIRCUITOS DE COMANDO



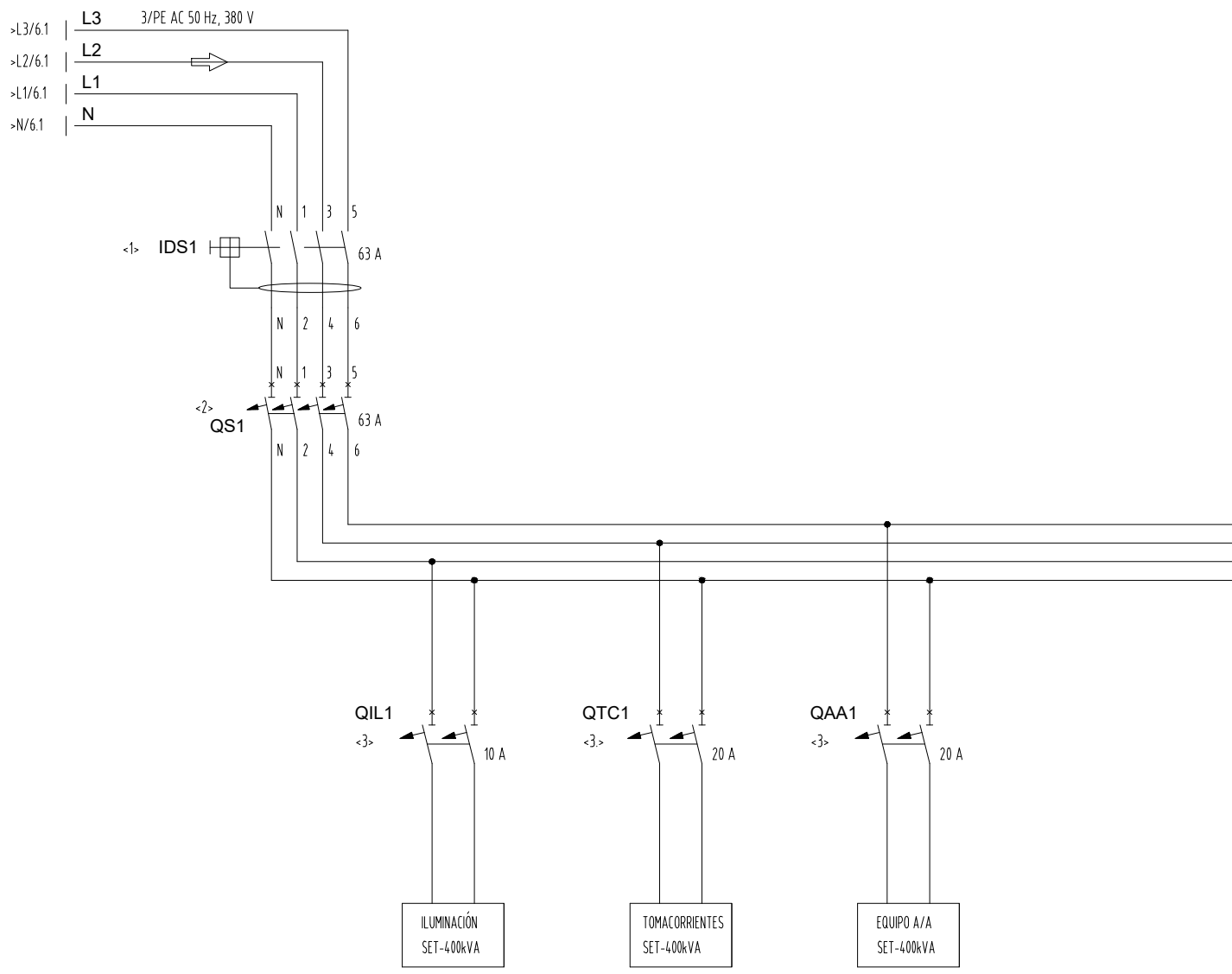
Hoja/s: 08/11  
Versión: 00  
Plano N°7





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
2	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 4P
3	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 2P



GABINETE: 1

Cliente: CALERA S.A.

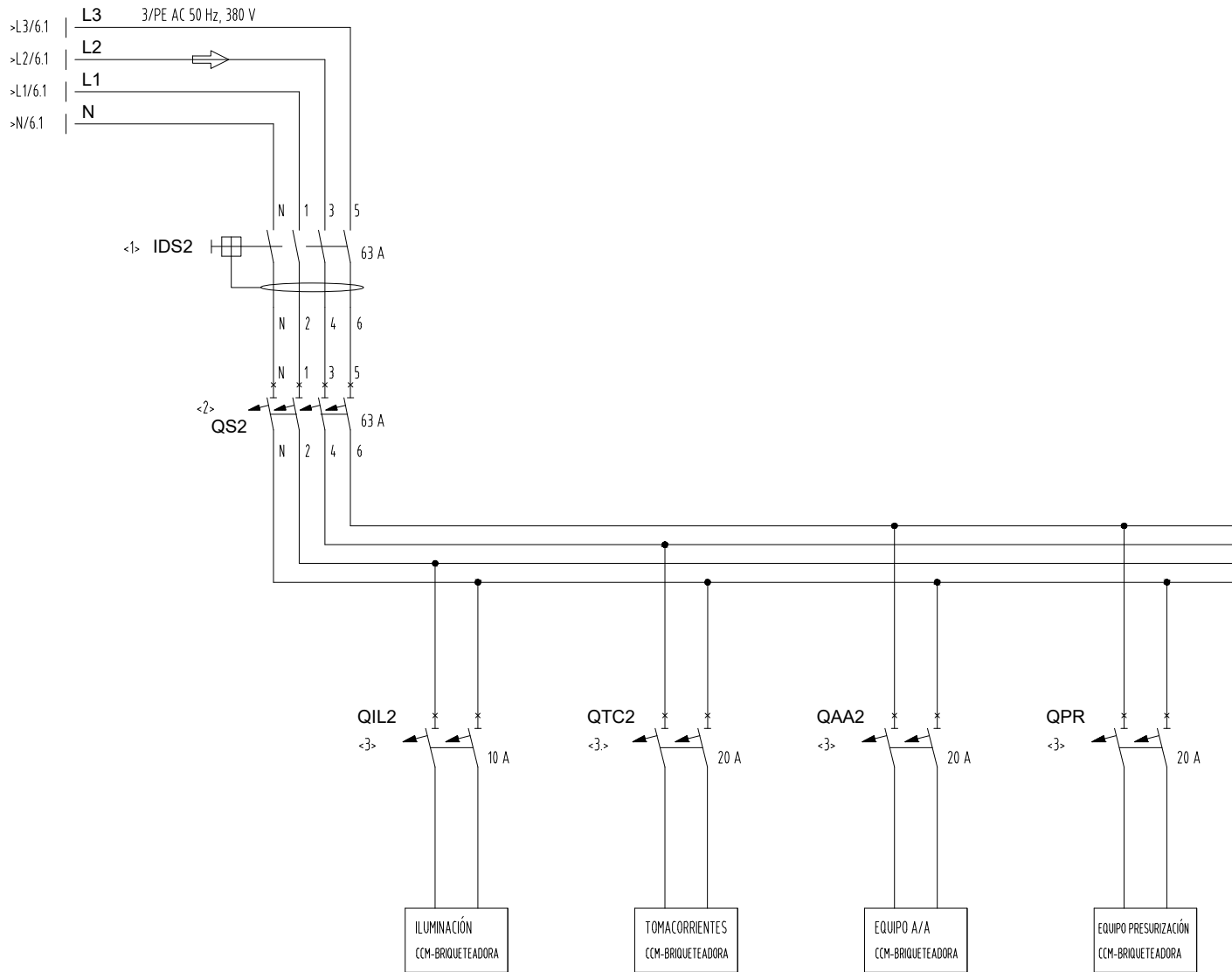
Ref.: Tablero SSAA SET-400kVA  
CIRCUITOS DE POTENCIA - TABLEROS SSAA



Hoja/s: 10/11  
Versión: 00  
Plano N°7



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
<1>	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
2	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 4P
3	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 2P



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

# CCM BRIQUETEADORA

## CIRCUITOS DE POTENCIA Y COMANDO



1

2

3

4

5

6

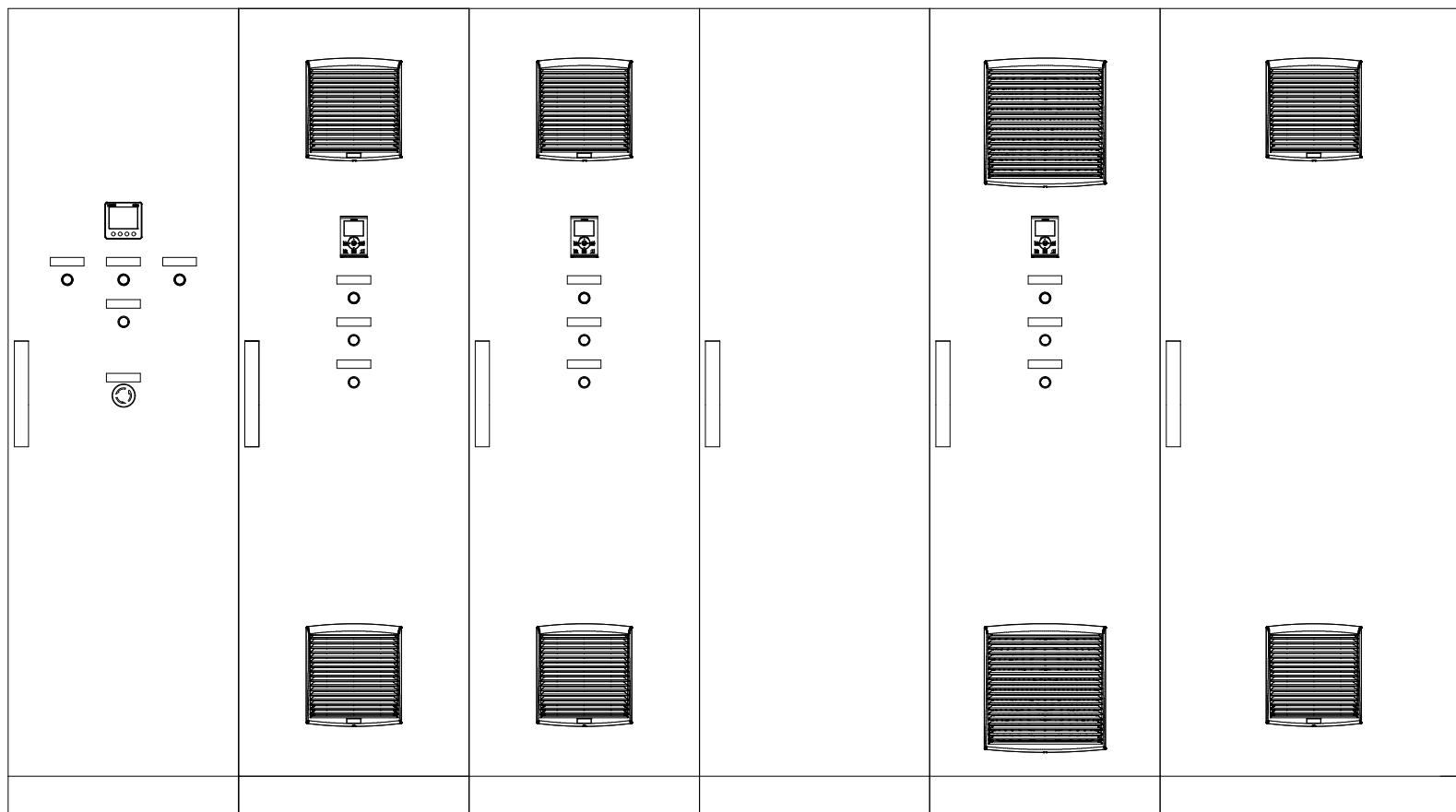
7

8

9

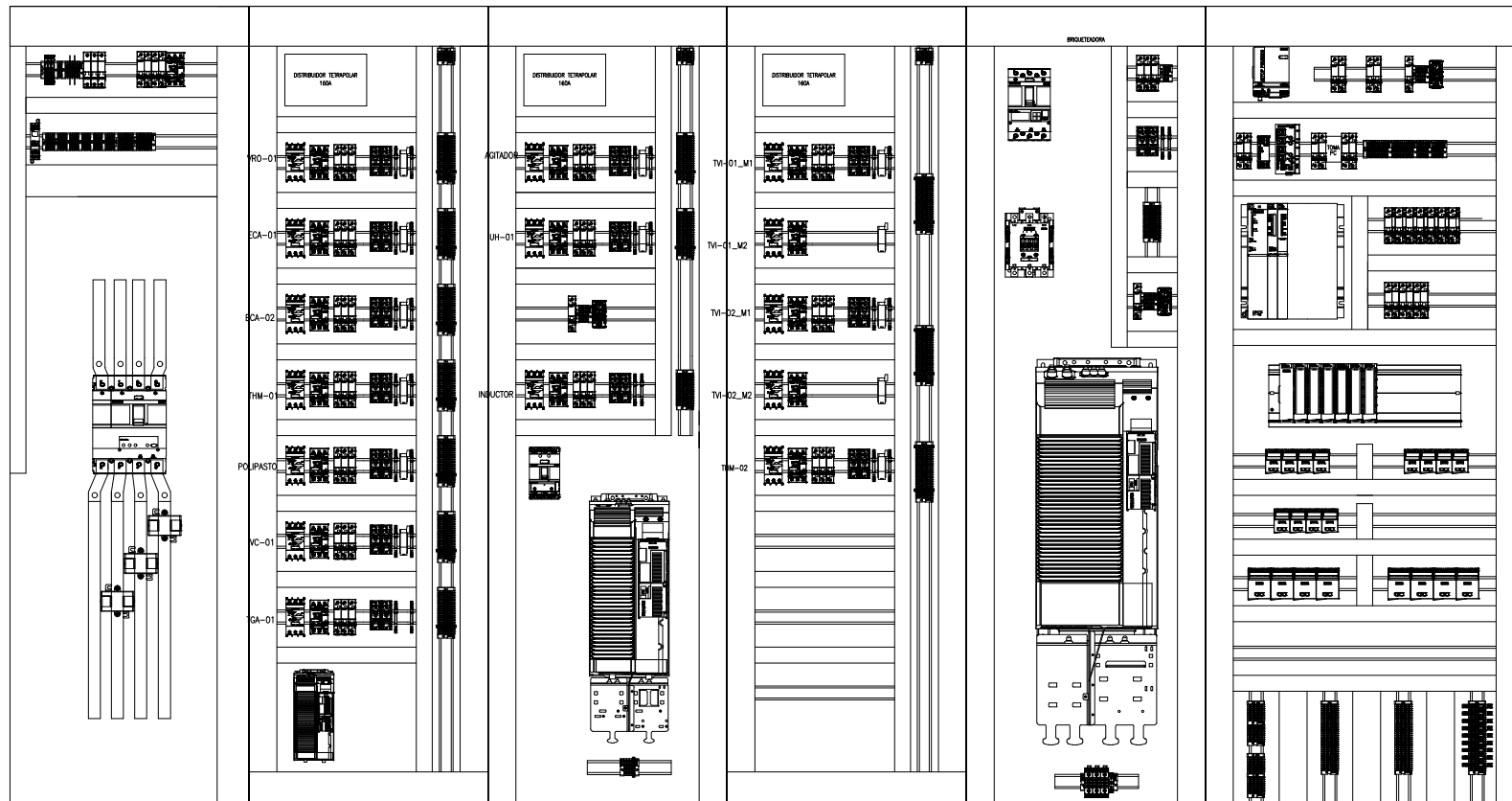
10

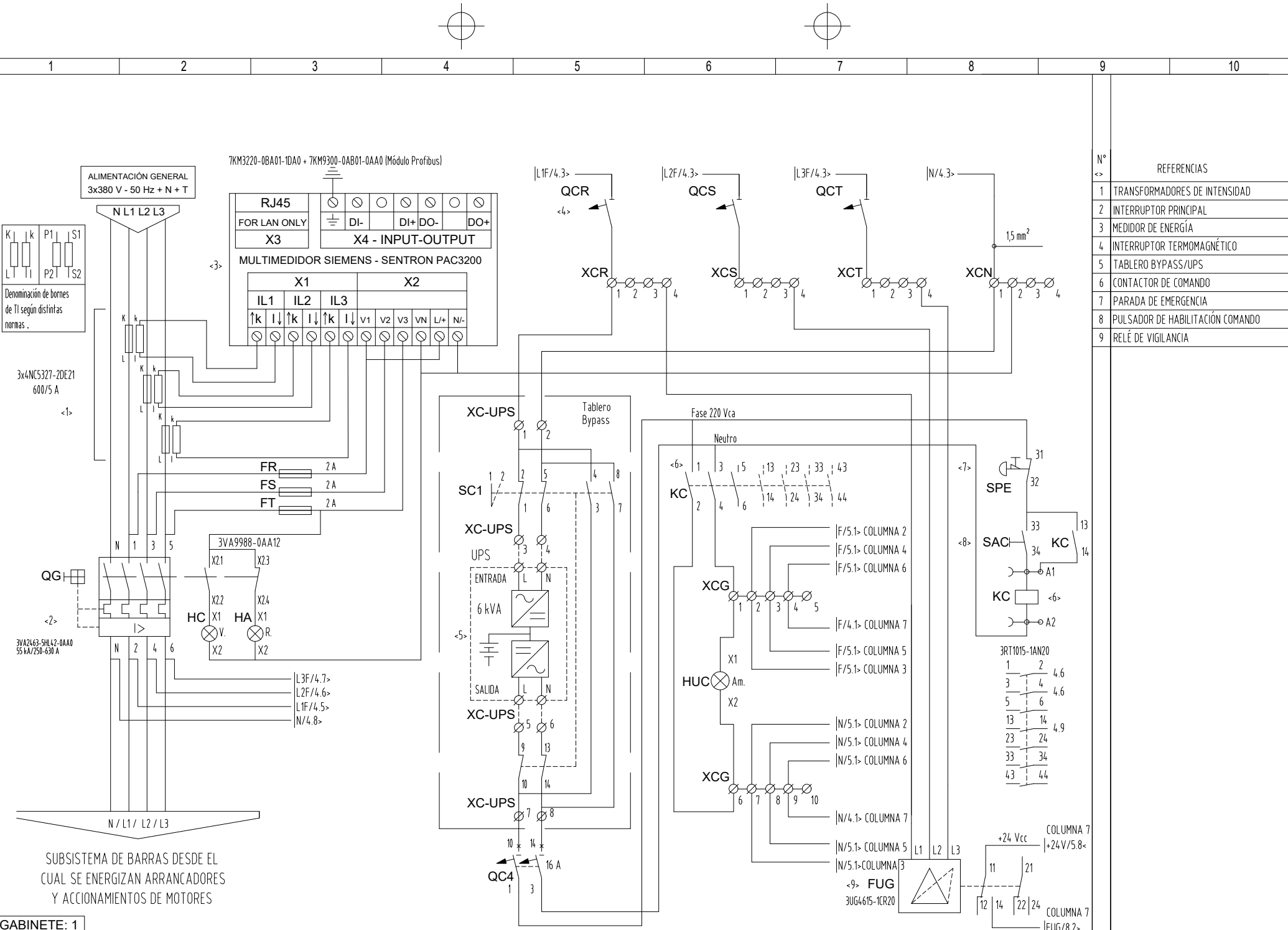
TOPOGRÁFICO  
EXTERIOR





# TOPOGRÁFICO INTERIOR





Nº <>	REFERENCIAS
1	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
2	INTERRUPTOR PRINCIPAL
3	MEDIDOR DE ENERGÍA
4	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
5	TABLERO BYPASS/UPS
6	CONTACTOR DE COMANDO
7	PARADA DE EMERGENCIA
8	PULSADOR DE HABILITACIÓN COMANDO
9	RELÉ DE VIGILANCIA

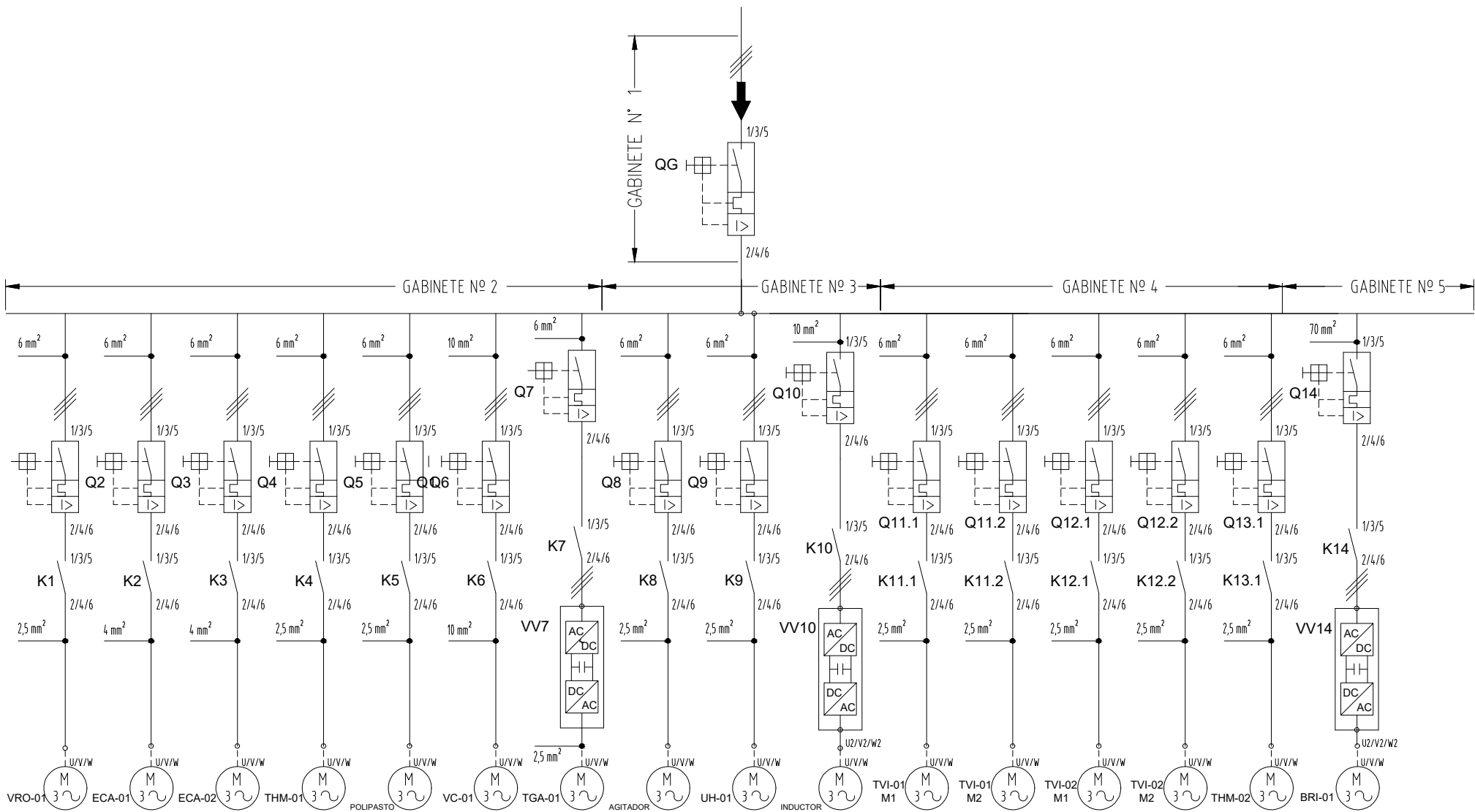
GABINETE: 1

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
CIRCUITOS DE POTENCIA



Hoja/s: 04/73  
Versión: 00  
Plano N°8

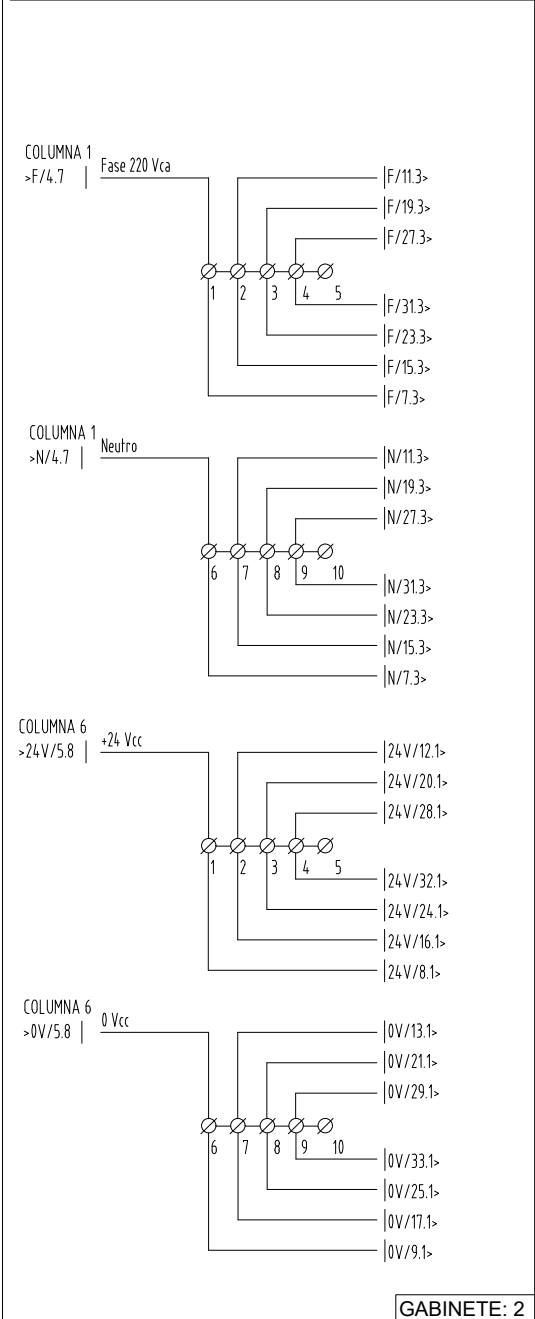


VÁLVULA ROTATORIA COLECTOR DE POLVOS 7.5 HP/5.6 kW	ELEVADOR DE CANGILONES 1 7.5 HP/5.6 kW	ELEVADOR DE CANGILONES 2 7.5 HP/5.6 kW	TRANSPORTADOR HELICOIDAL 1 7.5 HP/5.6 kW	POLIPASTO 3 HP/2.24 kW	VENTILADOR COLECTOR DE POLVOS 15 HP/11.2 kW	TRANSPORTADOR HELICOIDAL 7.5 HP/5.6 kW	AGITADOR 2 HP/1.49 kW	UNIDAD HIDRÁULICA 1.75 HP/1.3 kW	INDUCTOR 15 HP/11.2 kW	TUBO VIBRANTE 1 DESCARGA BRIQUETAS 1.47 HP/1.1 kW	TUBO VIBRANTE 1 DESCARGA BRIQUETAS 1.47 HP/1.1 kW	TUBO VIBRANTE 2 DESCARGA CRIBA EXISTENTE 1.47 HP/1.1 kW	TUBO VIBRANTE 2 DESCARGA CRIBA EXISTENTE 1.47 HP/1.1 kW	TRANSPORTADOR HELICOIDAL 7.5 HP/5.6 kW	BRIQUETEADORA 100 HP/75 kW
--	--	--	--	---------------------------	---	--	--------------------------	--	---------------------------	---	---	---	---	--	-------------------------------



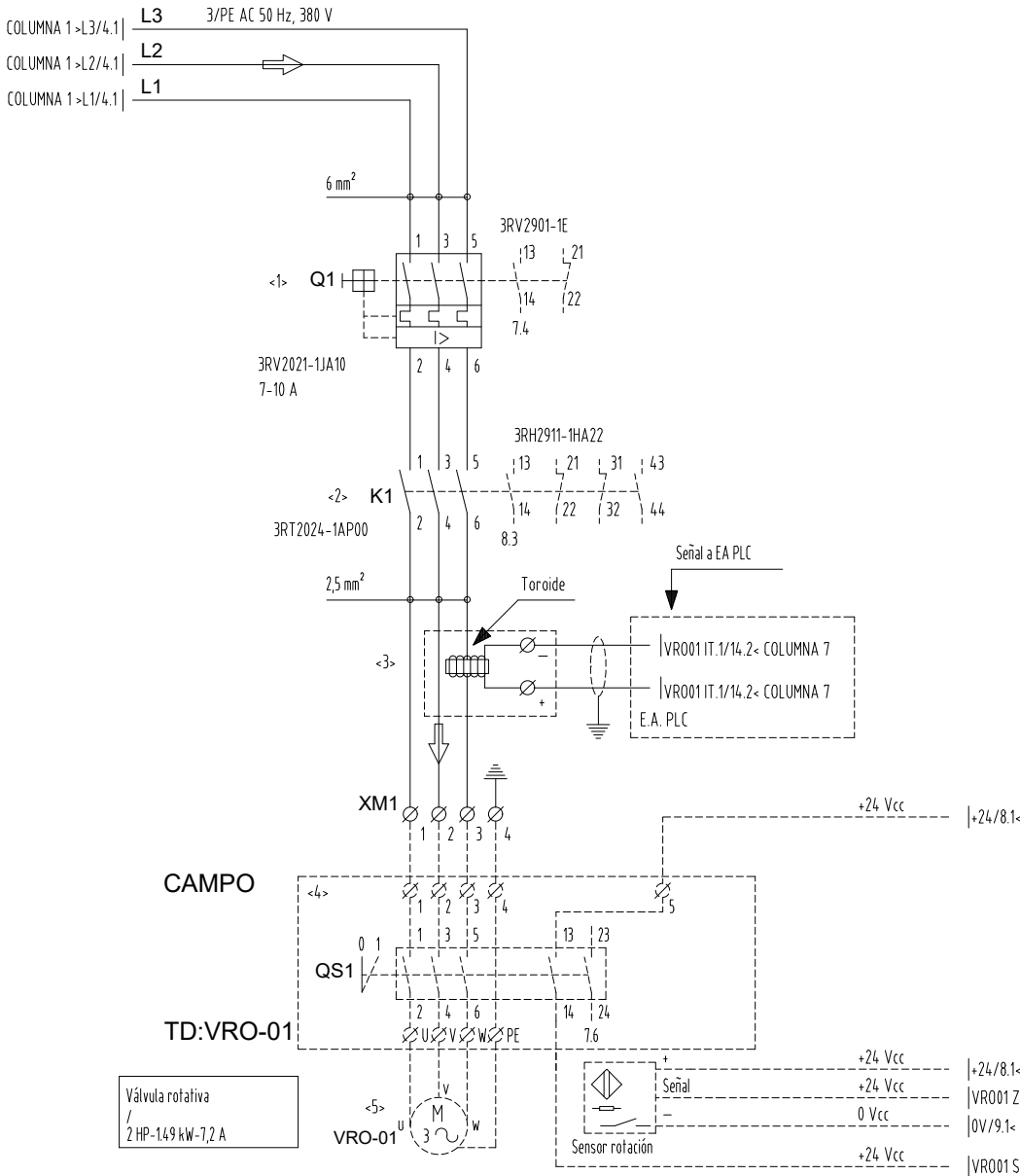
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Generación de tensiones de comando para arrancadores y/o accionamientos situados en gabinete n°2



GABINETE: 2

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 2

Ciente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
 VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE POTENCIA

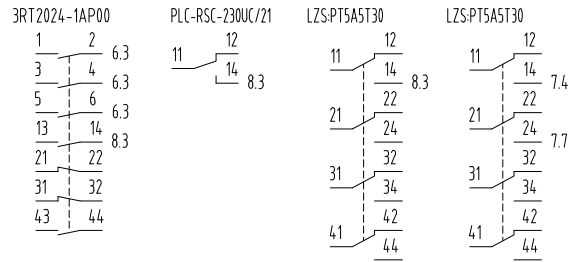
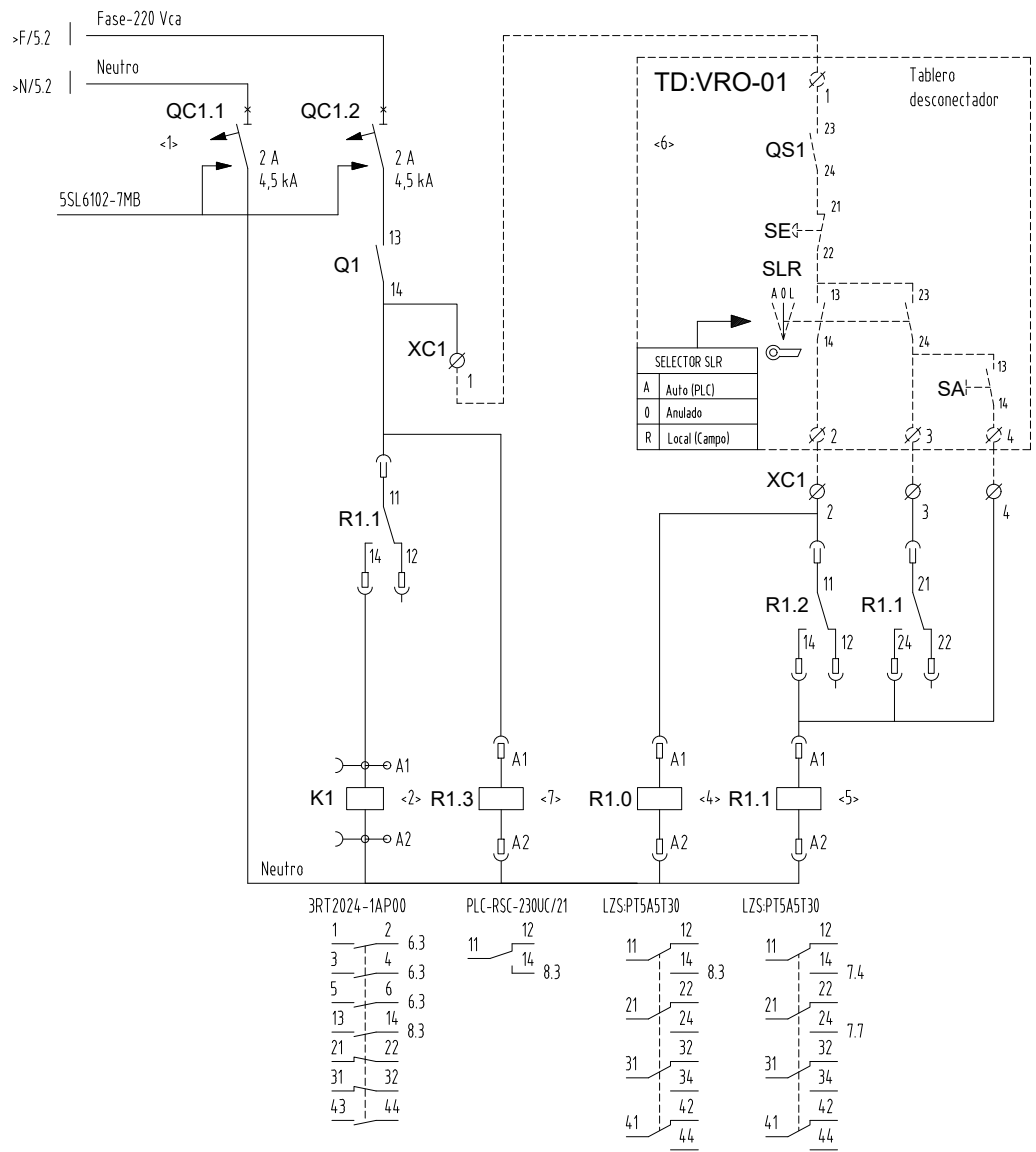


Hoja/s: 07/73  
 Versión: 00  
 Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
<1>	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
<2>	CONTACTOR DE ARRANQUE
<3>	/
<4>	AUTOMÁTICO/LOCAL
<5>	RUN/OFF
<6>	BOTONERA LOCAL
<7>	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



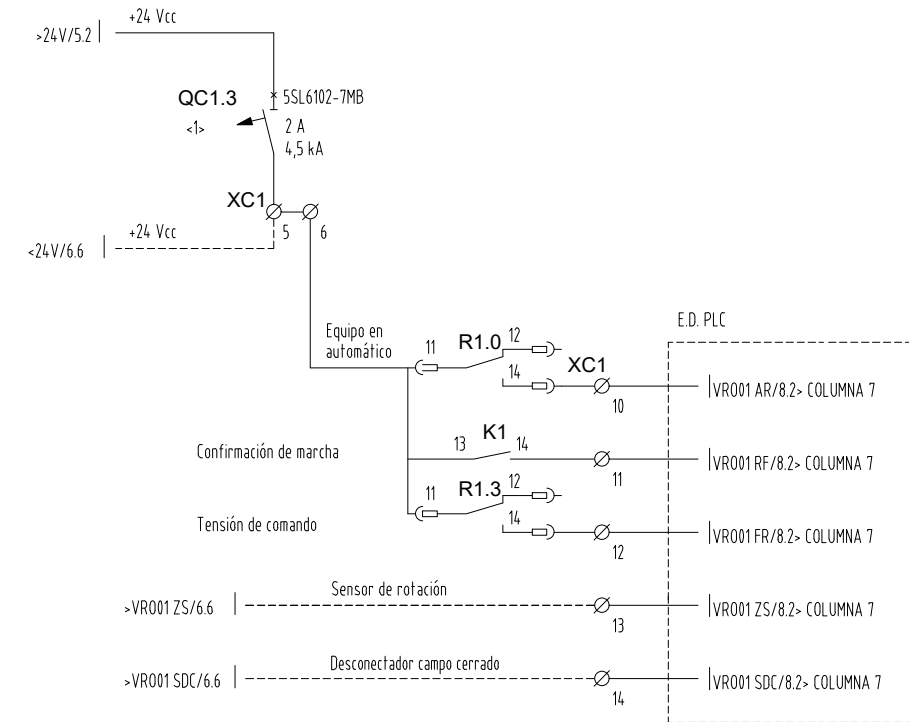
GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 08/73  
Versión: 00  
Plano N°8



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE CONTROL

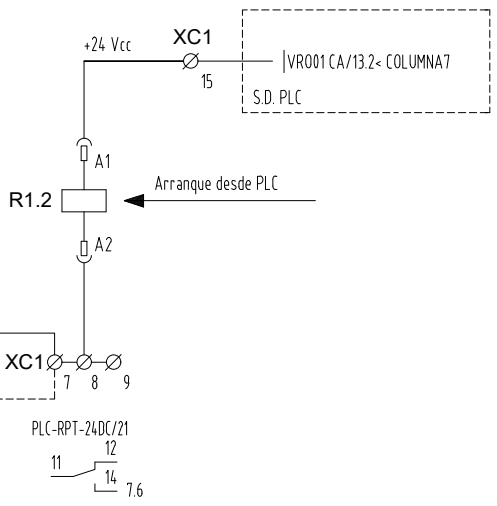


Hoja/s: 09/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 2

Ciente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
VÁLVULA ROTATIVA - CIRCUITOS DE CONTROL

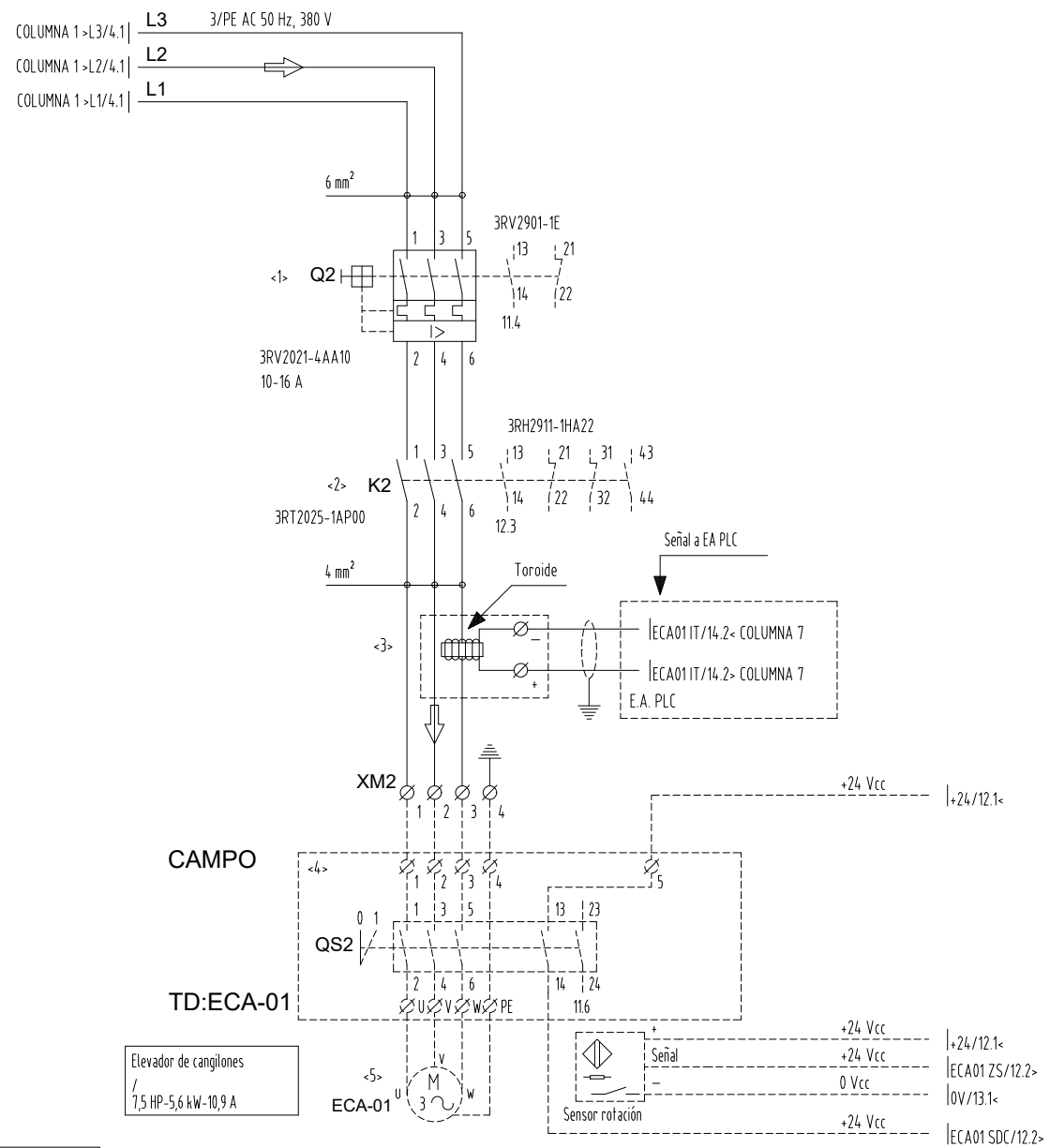


Hoja/s: 10/73  
Versión: 00  
Plano N°8





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
ECA-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA



Hoja/s: 11/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

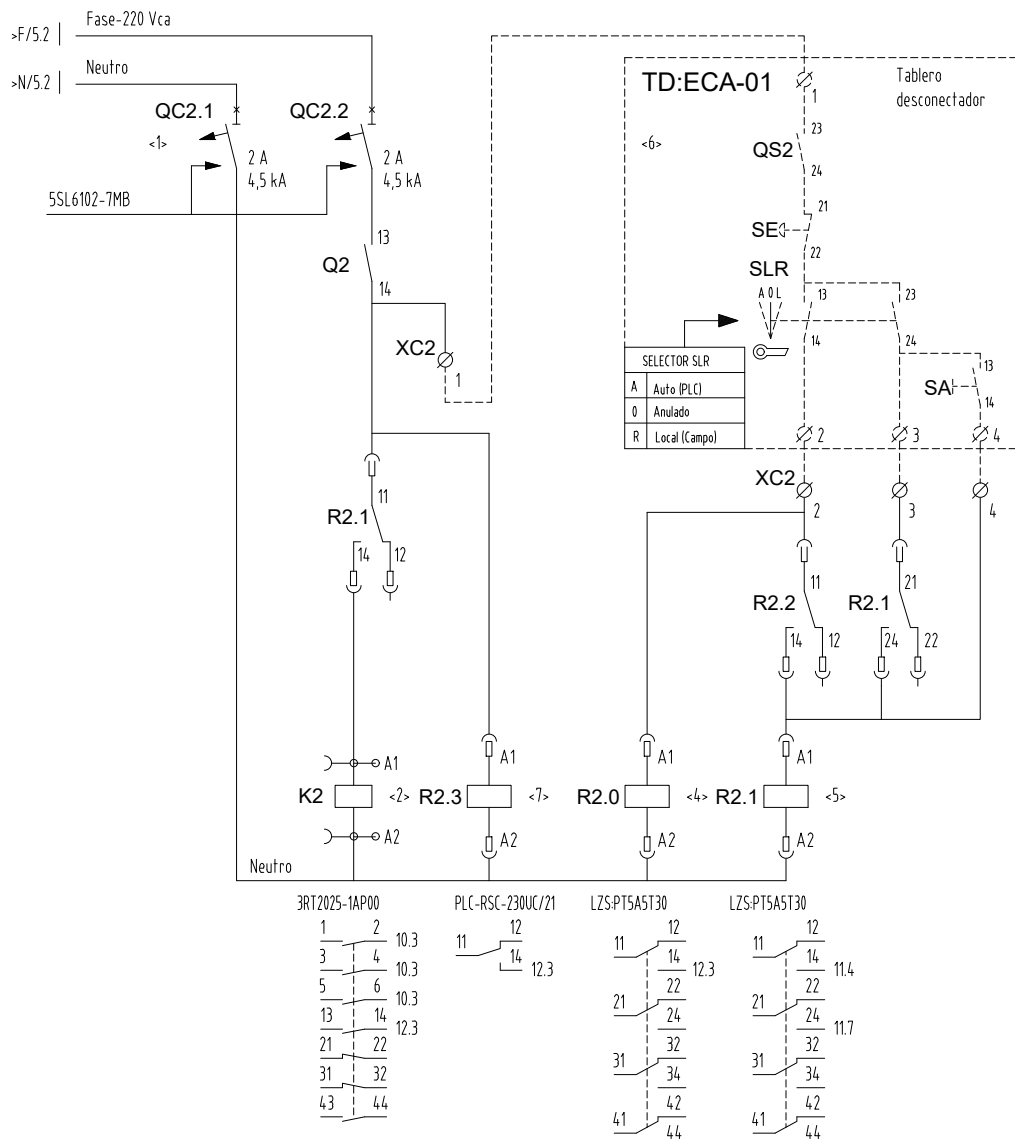
7

8

9

10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 2

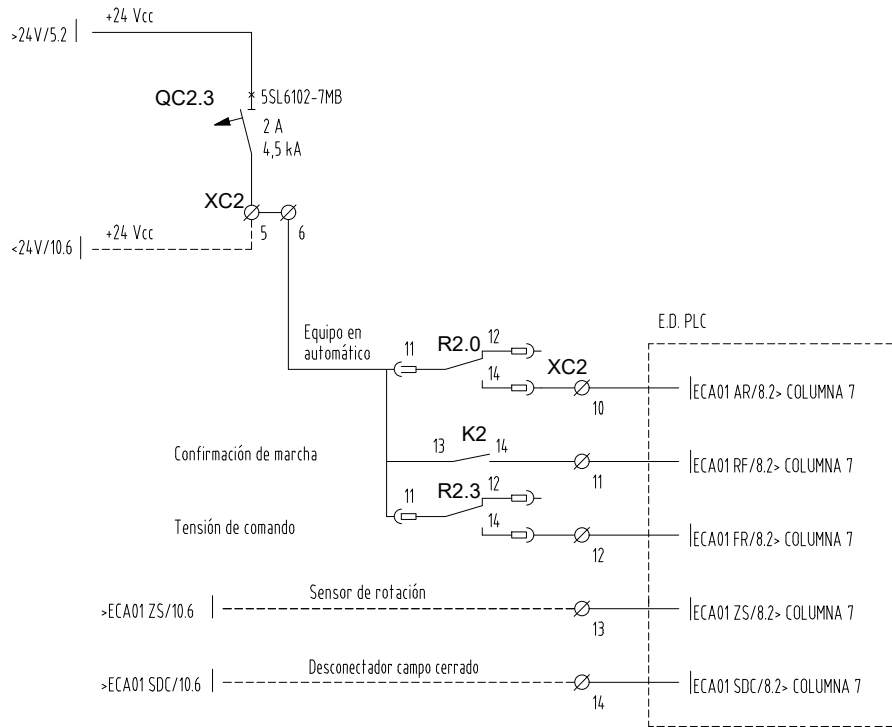
Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
ECA-01 - CIRCUITOS DE COMANDO

Hoja/s: 12/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
ECA-01 - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 13/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

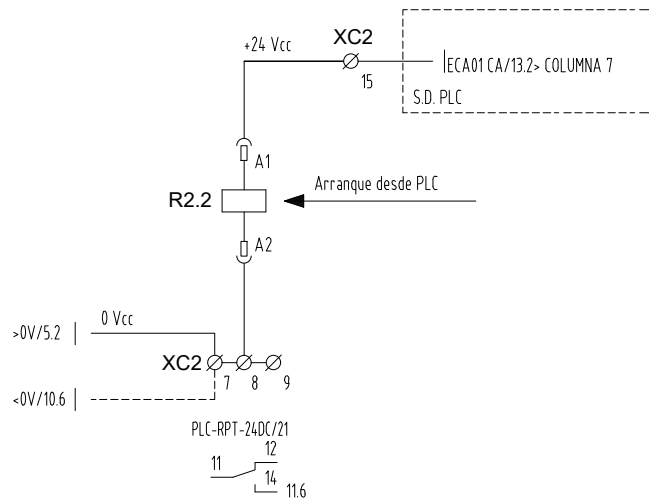
7

8

9

10

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
ECA-01 - CIRCUITOS DE CONTROL**KUTN**

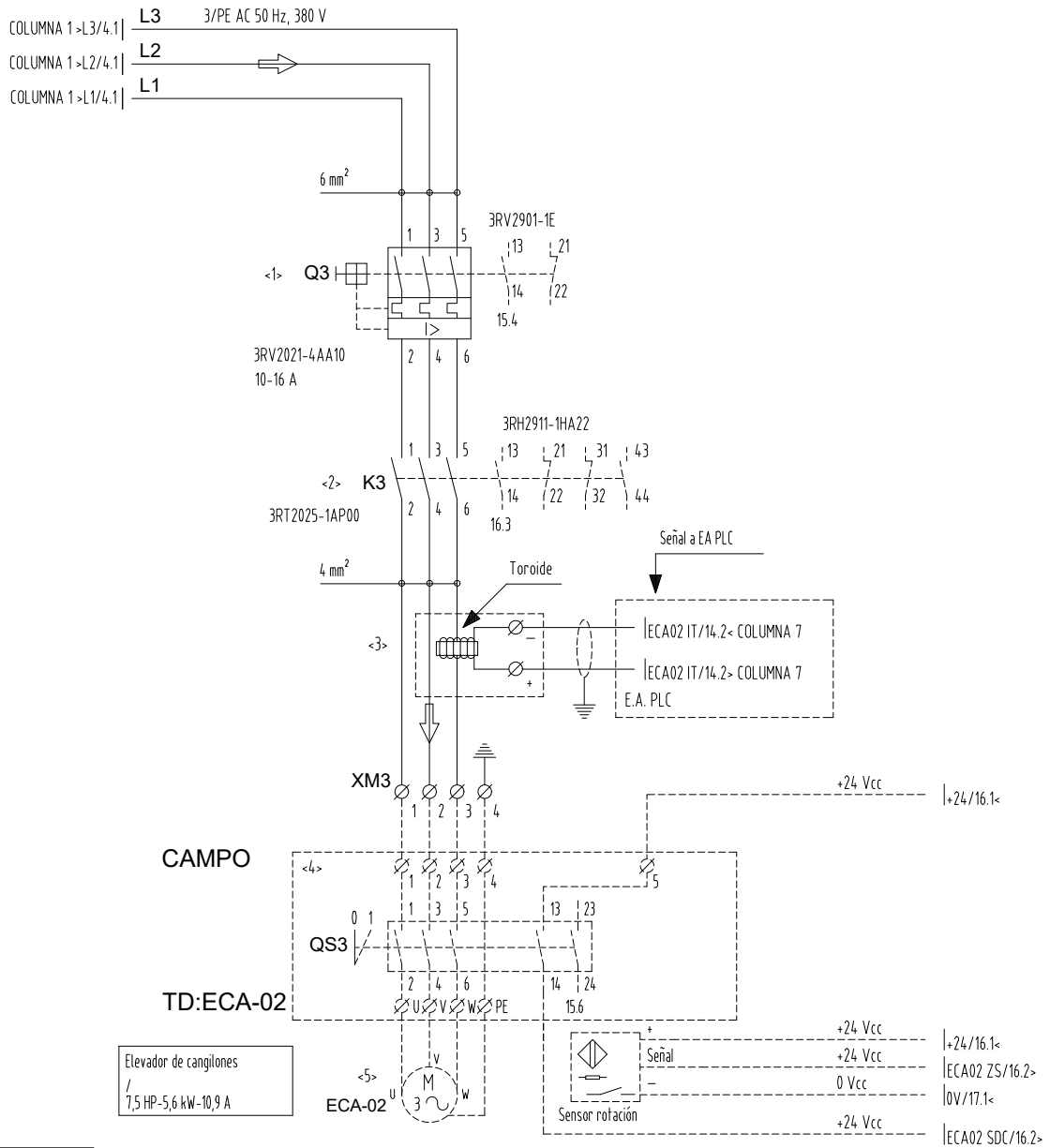
Hoja/s: 14/73

Versión: 00

Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
ECA-02 - CIRCUITOS DE POTENCIA

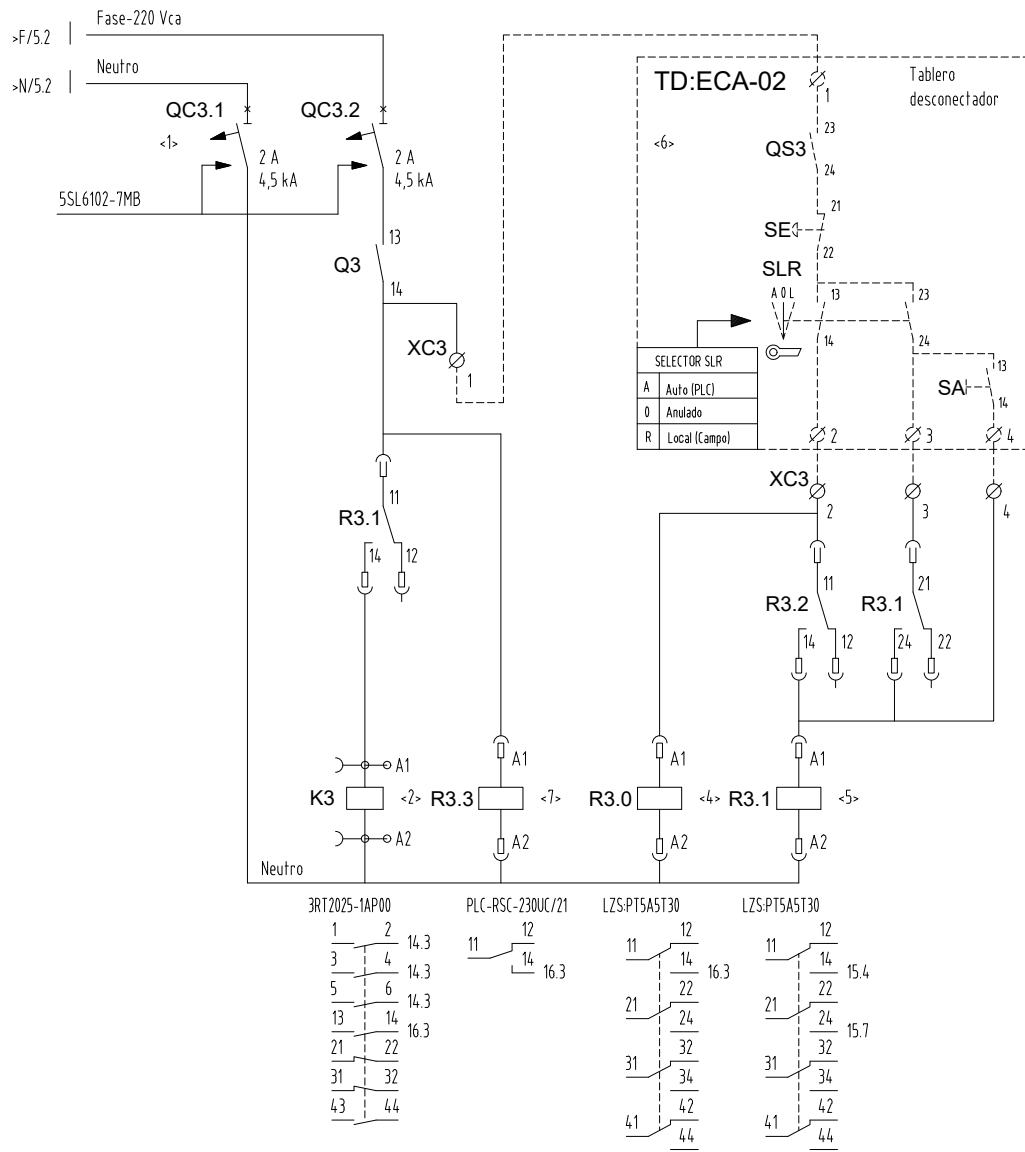


Hoja/s: 15/72  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

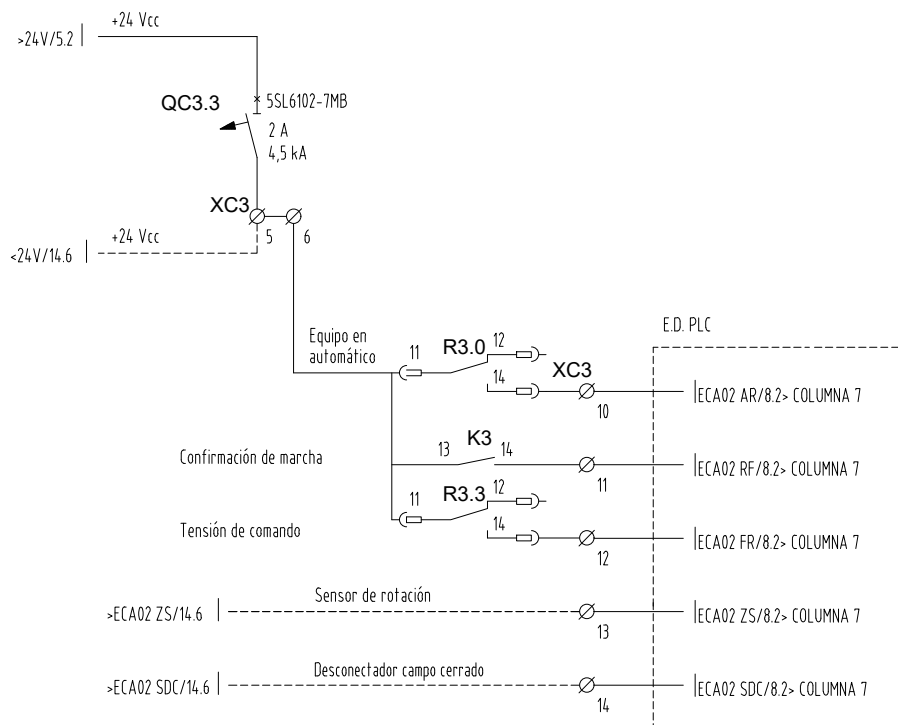
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
ECA-02 - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 16/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



Nº	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
ECA-02 - CIRCUITOS DE CONTROL

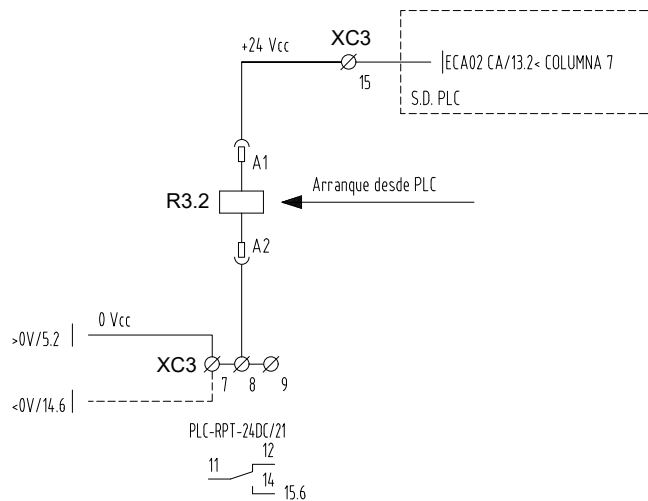


Hoja/s: 17/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
ECA-02 - CIRCUITOS DE CONTROL

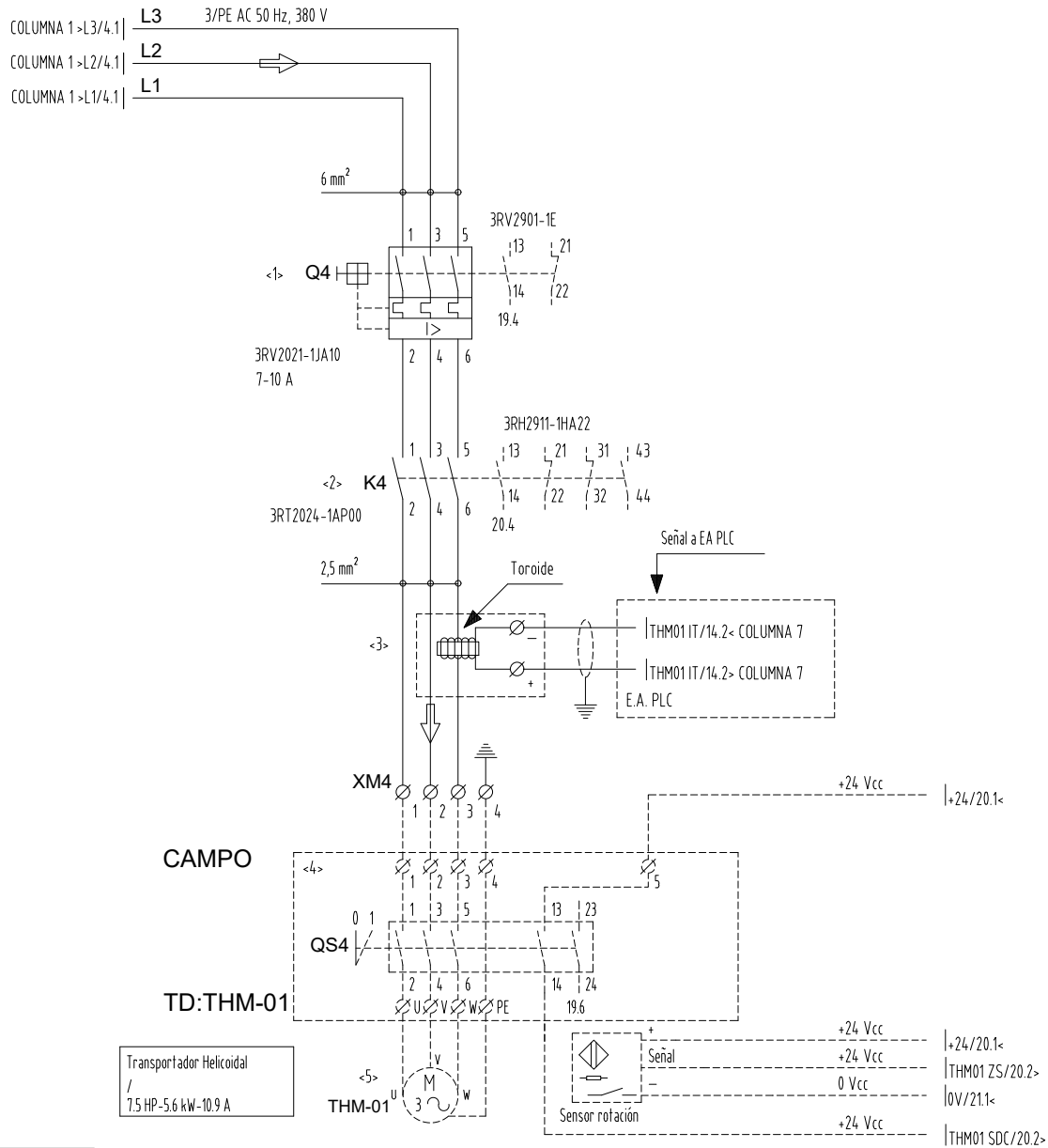


Hoja/s: 18/73  
Versión: 00  
Plano N°8





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
<> 1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTADOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
THM-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA



Hoja/s: 19/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

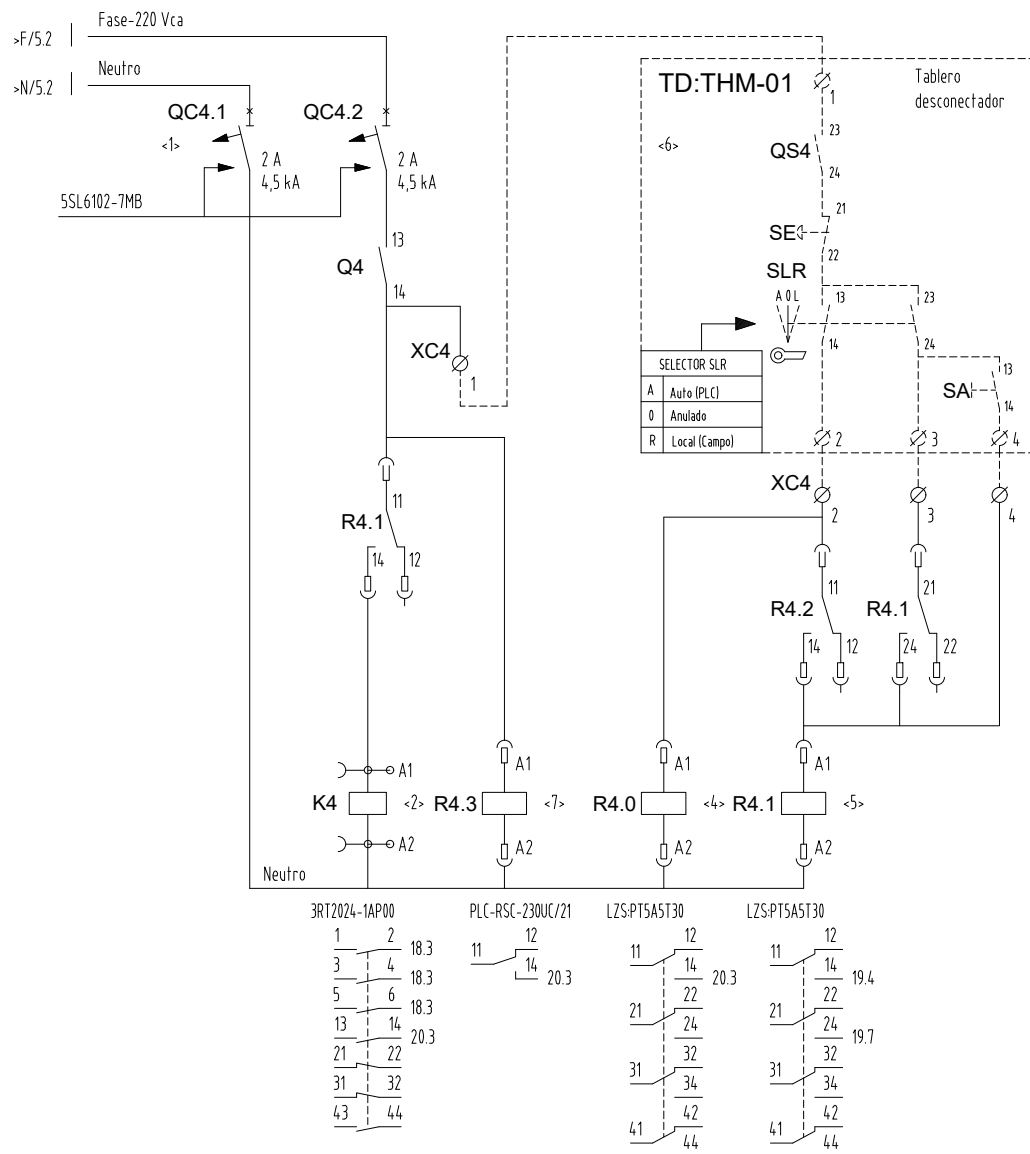
6

7

8

9

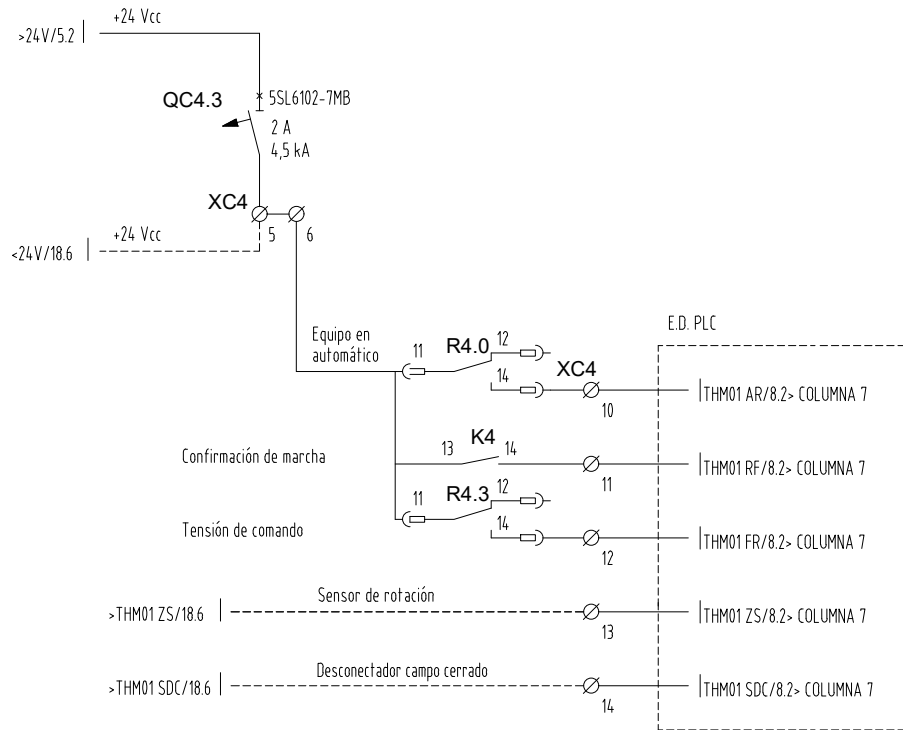
10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
THM-01 - CIRCUITOS DE CONTROL

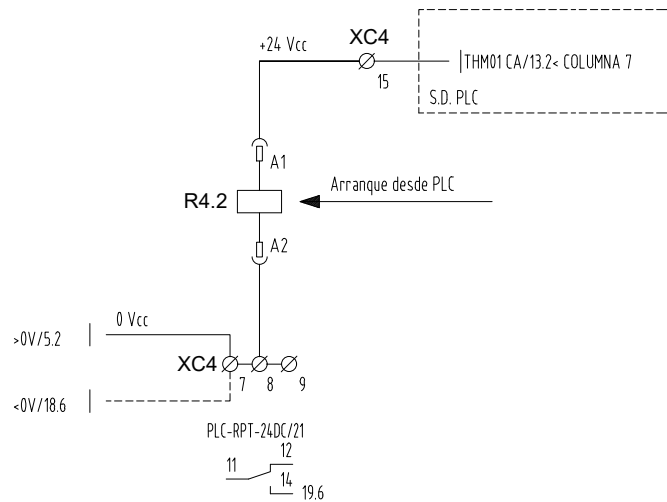


Hoja/s: 21/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

Nº	REFERENCIAS
1 /	
2 /	
3 /	
4 /	
5 /	
6 /	



GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

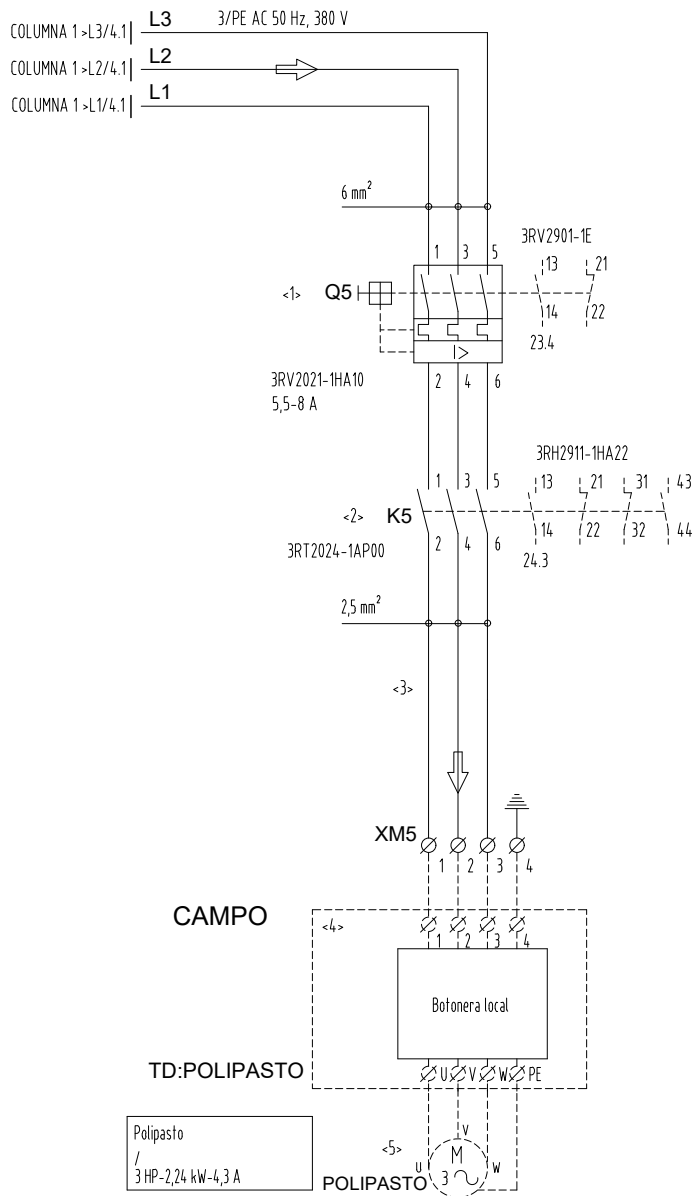
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
THM-01 - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 22/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
<1>	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

--

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
POLIPASTO - CIRCUITOS DE POTENCIA

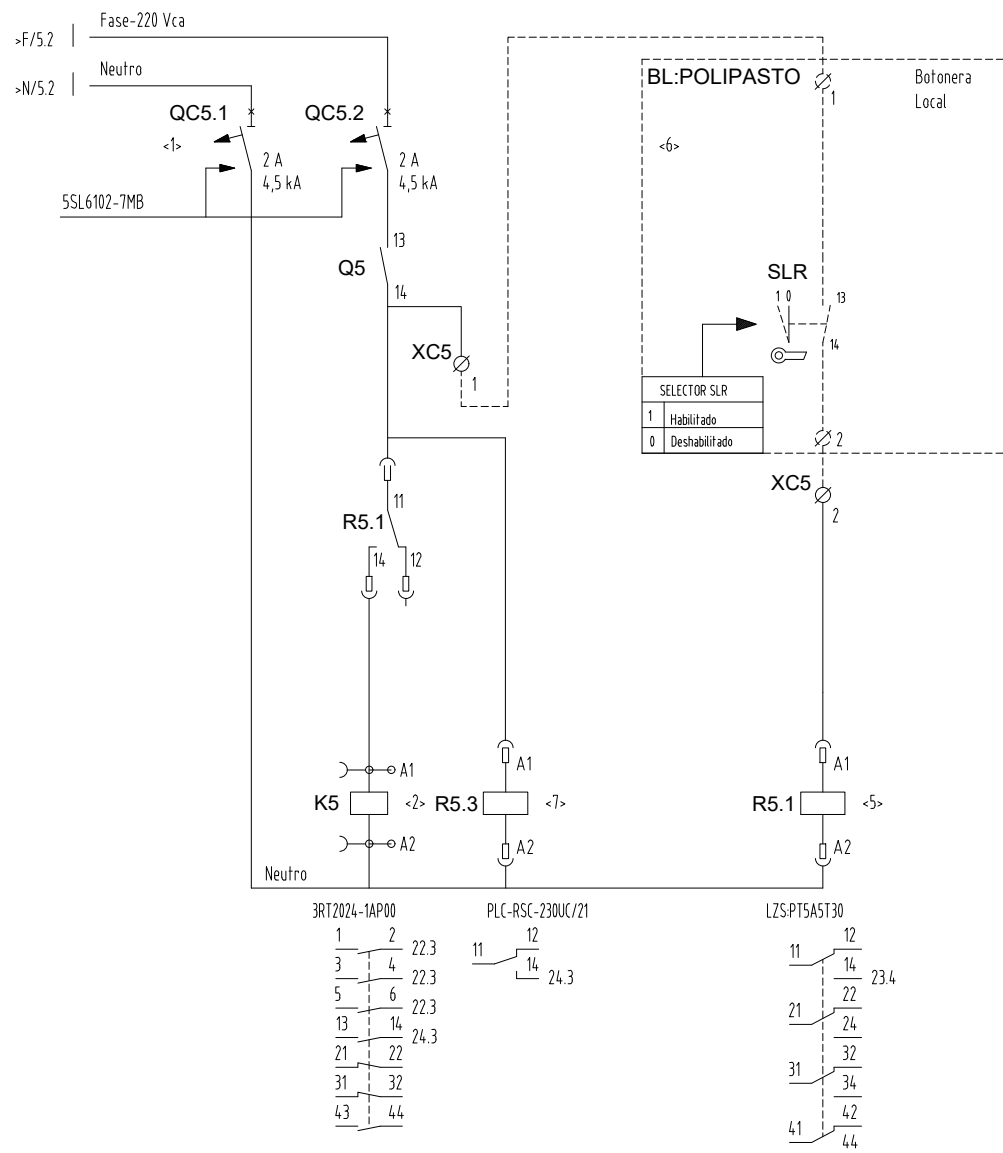


Hoja/s: 23/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	/
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 2

Ciente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
POLIPASTO - CIRCUITOS DE COMANDO



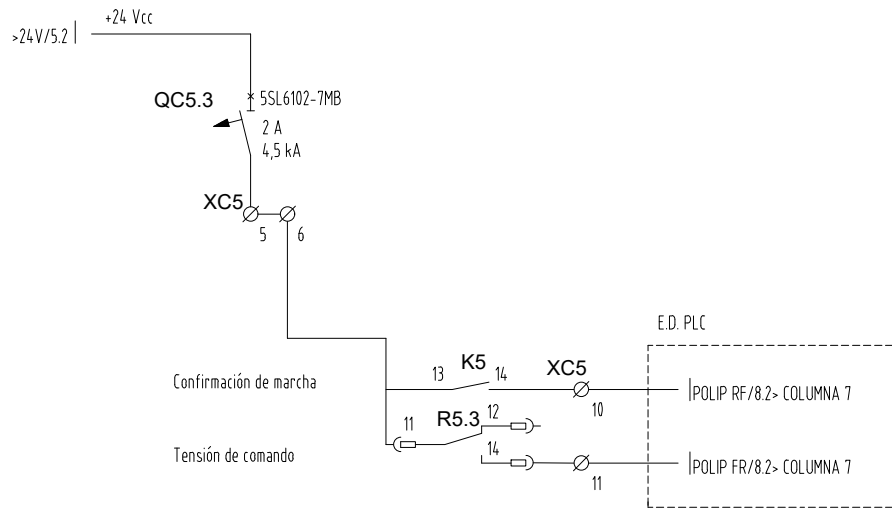
Hoja/s: 24/73

Versión: 00

Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

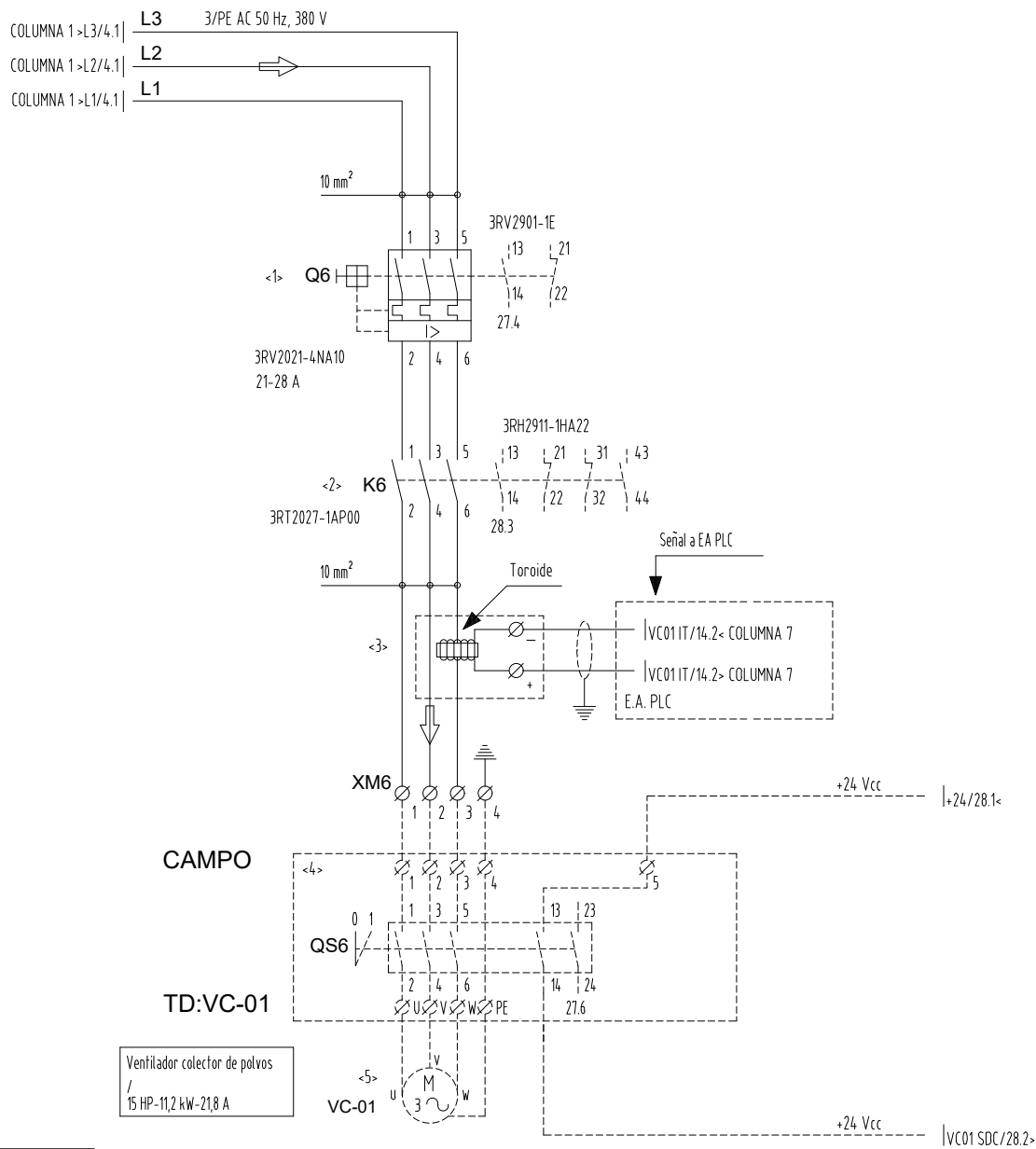
Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
POLIPASTO - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 25/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
CPO-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA



Hoja/s: 26/73

Versión: 00

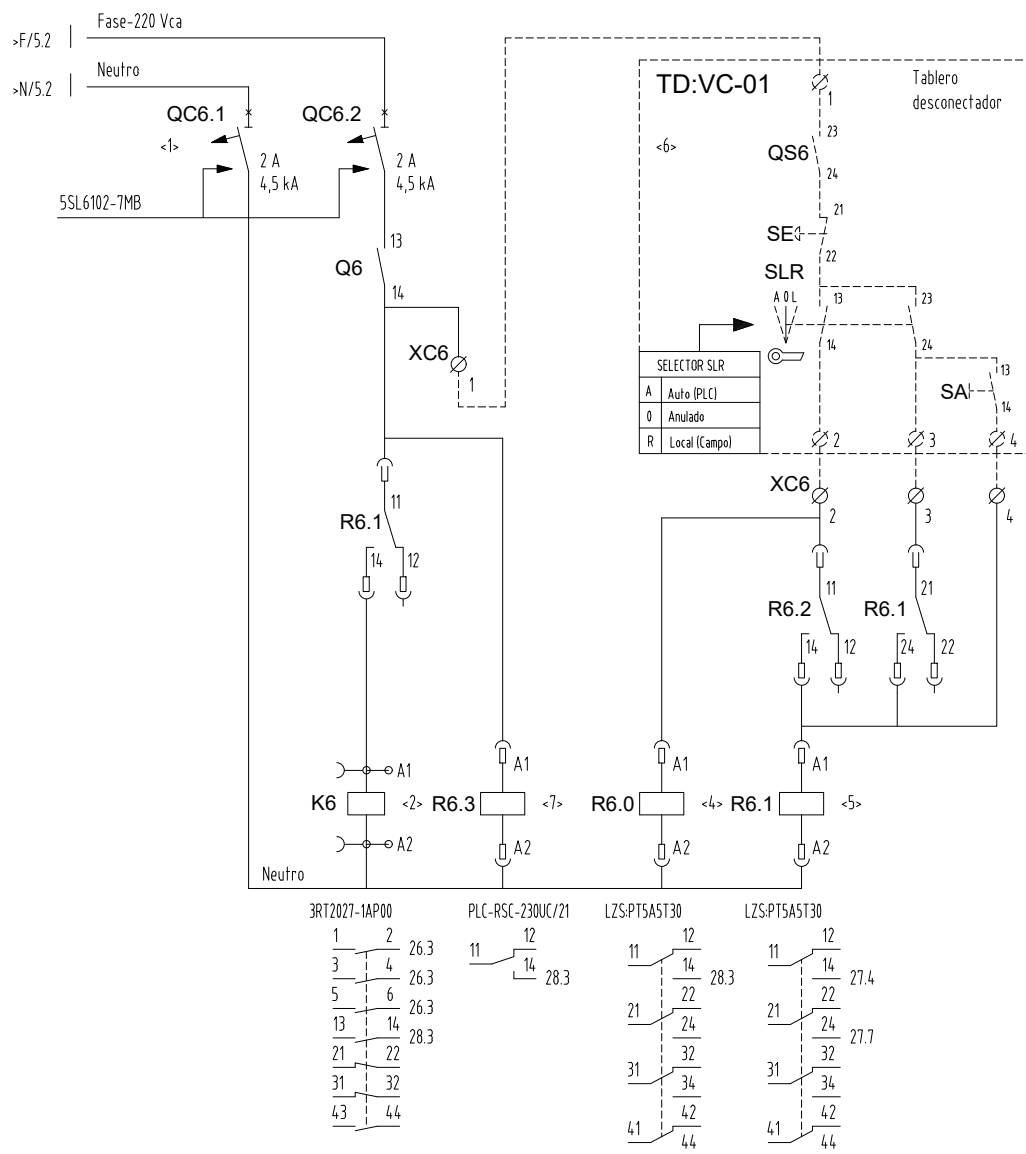
Plano N°8





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
<>	
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

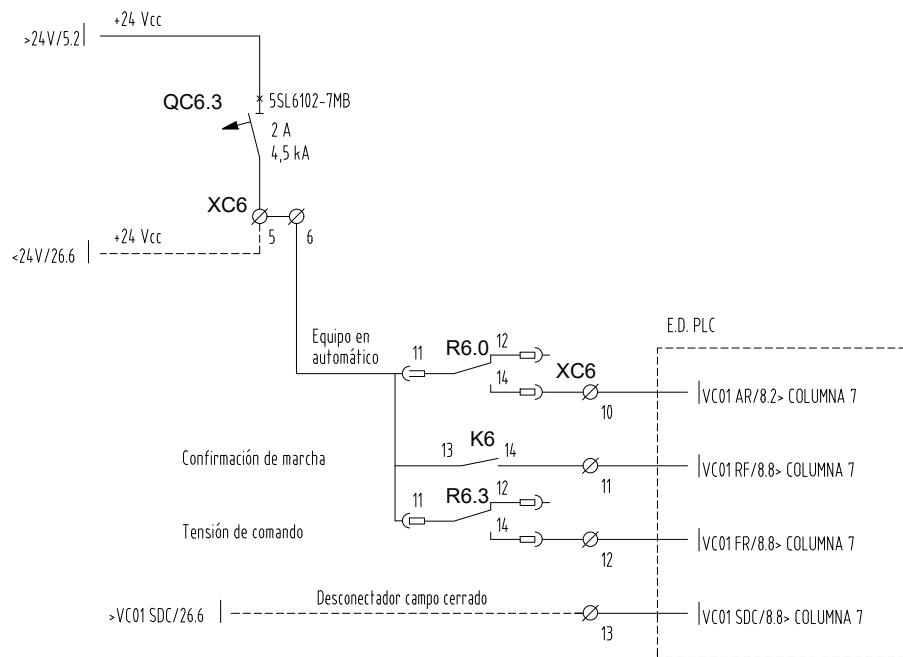
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
CPO-01 - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 27/72  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
CPO-01 - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 28/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

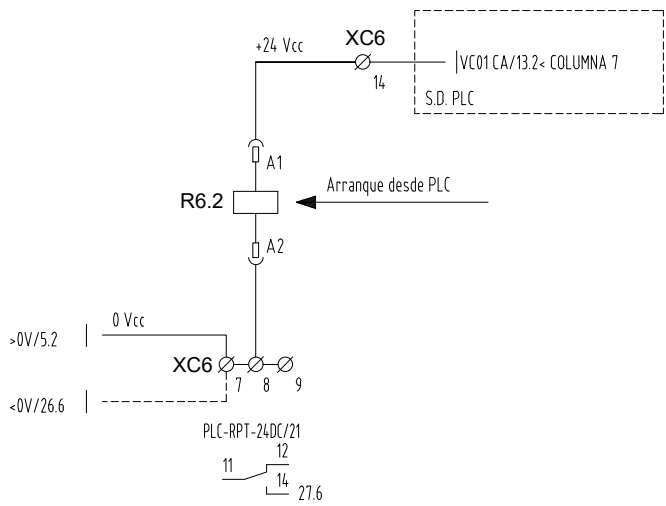
7

8

9

10

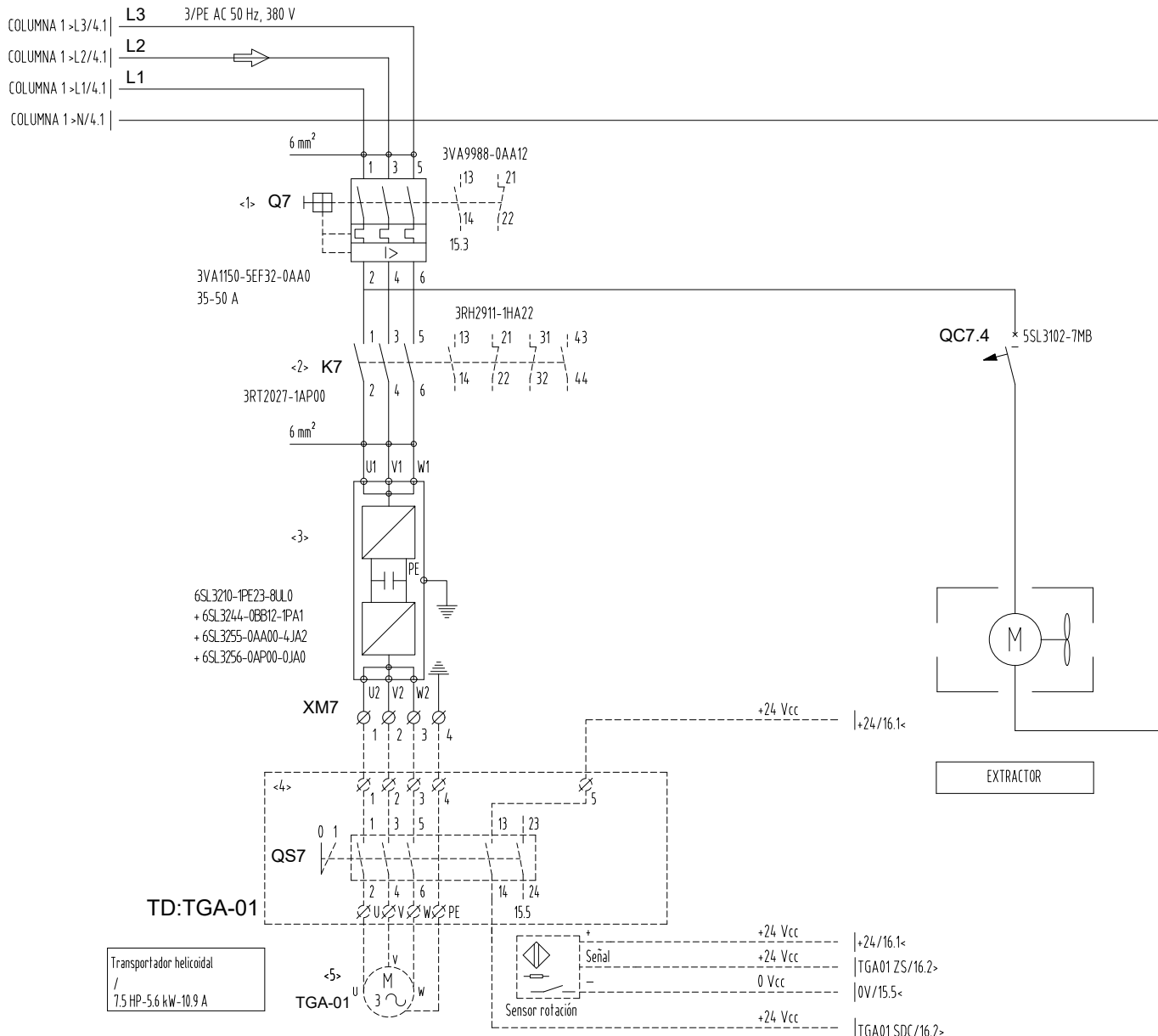
N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
CPO-01 - CIRCUITOS DE CONTROLHoja/s: 29/73  
Versión: 00  
Plano N°8



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	VARIADOR DE FRECUENCIA
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

Transportador helicoidal  
/ 7.5 HP-5.6 kW-10.9 A

TD:TGA-01

TGA-01

EXTRACTOR

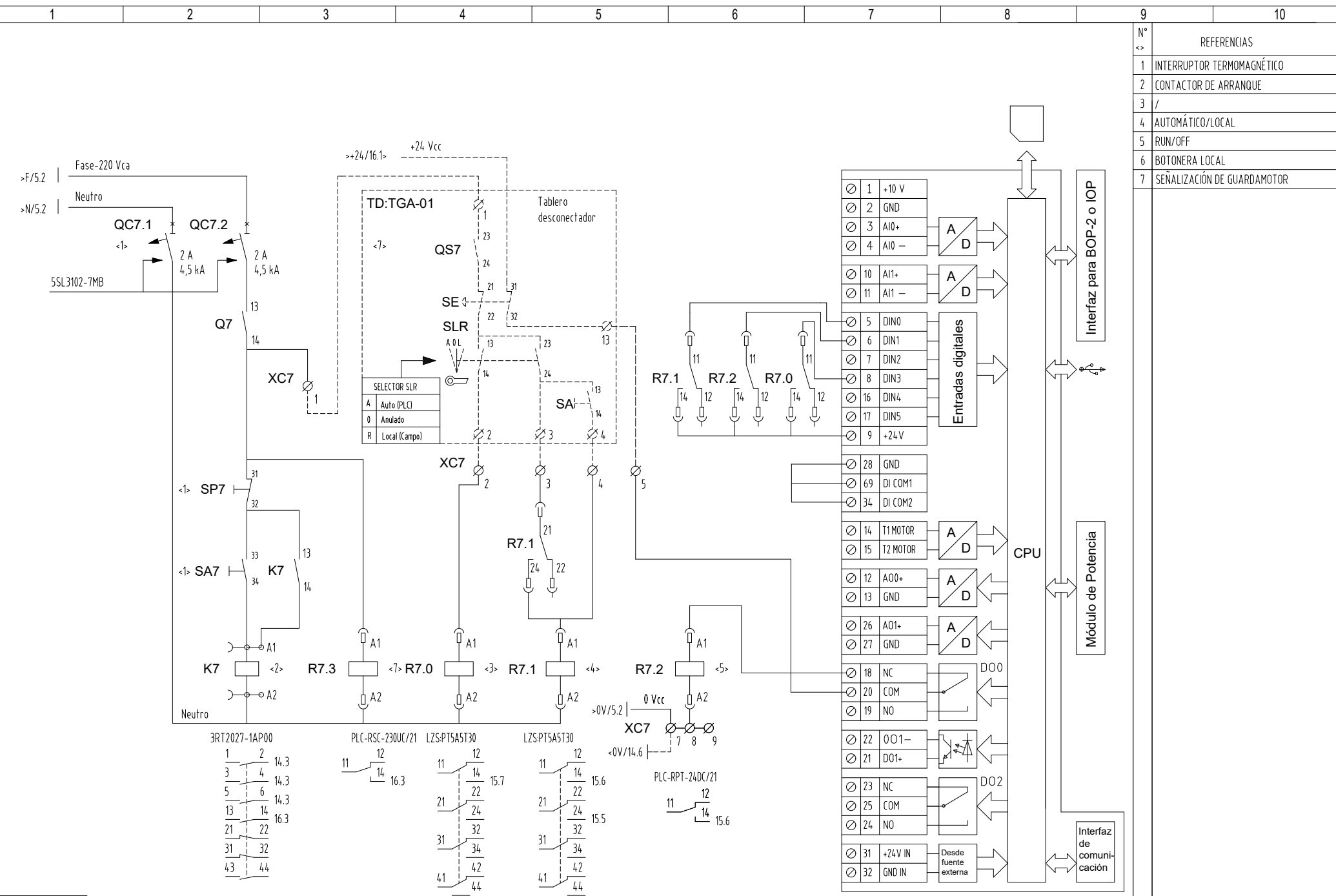
GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
TGA-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA



Hoja/s: 30/73  
Versión: 00  
Plano N°8



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

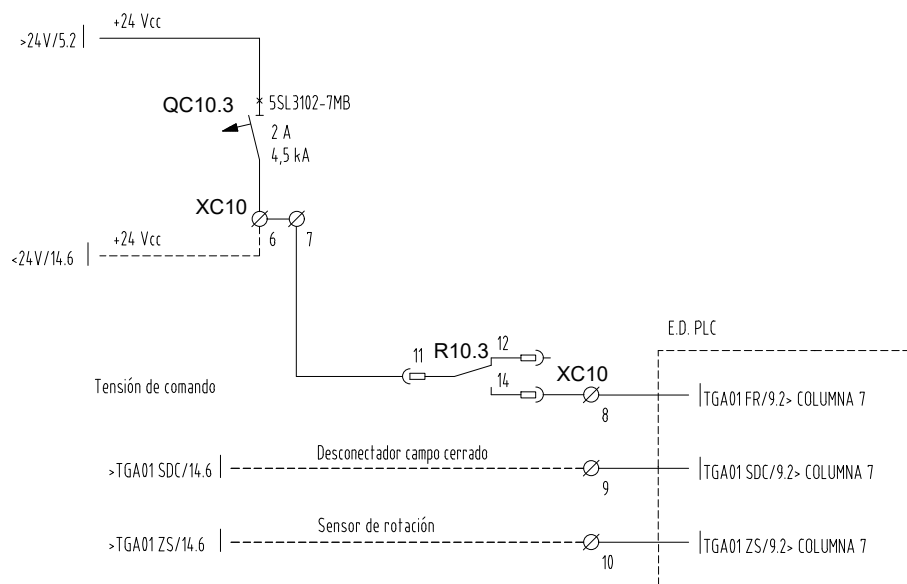
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
TGA-01 - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 31/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 2

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
TGA-01 - CIRCUITOS DE CONTROL



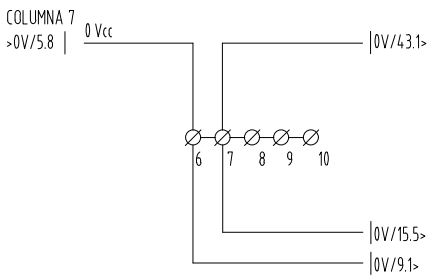
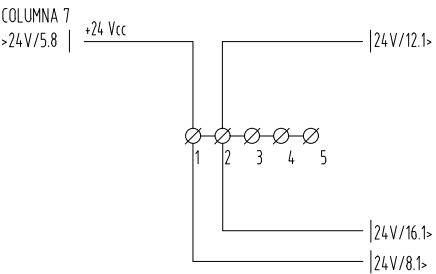
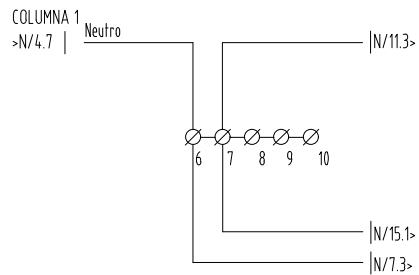
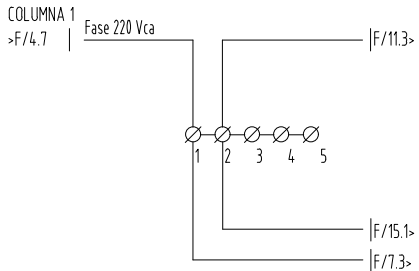
Hoja/s: 32/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

Generación de tensiones de comando para arrancadores y/o accionamientos situados en gabinete n°3

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/



GABINETE: 3

Ciente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
GENERACIÓN DE TENSIÓN - GABINETE N°3



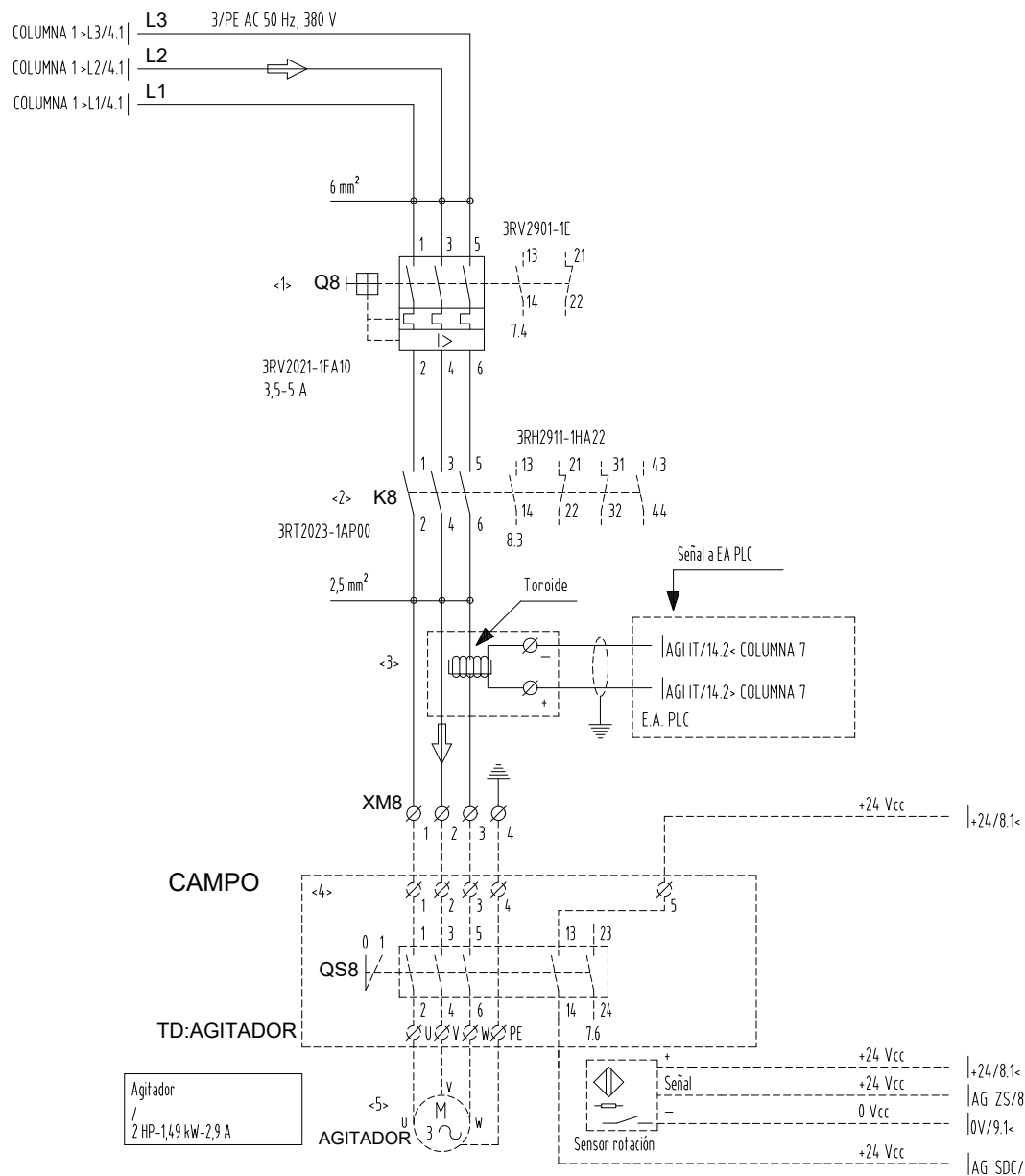
Hoja/s: 33/73

Versión: 00

Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
 AGITADOR - CIRCUITOS DE POTENCIA



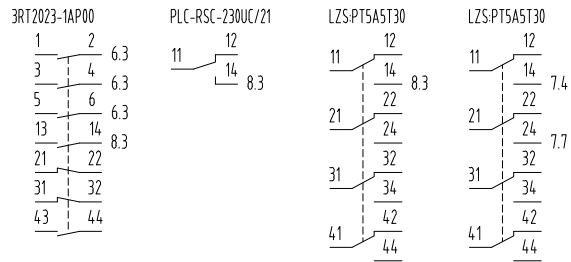
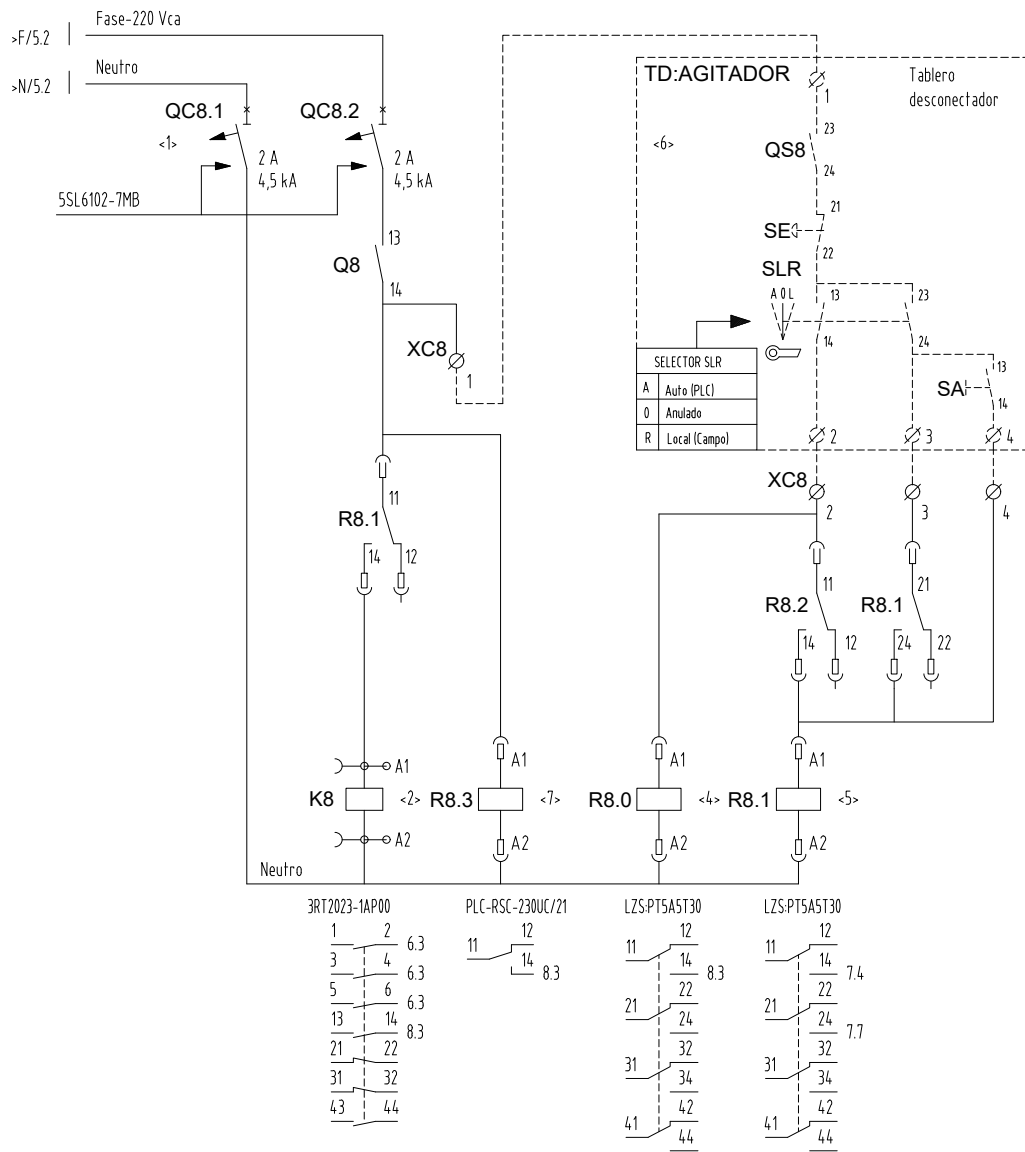
Hoja/s: 34/73  
 Versión: 00  
 Plano N°8





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



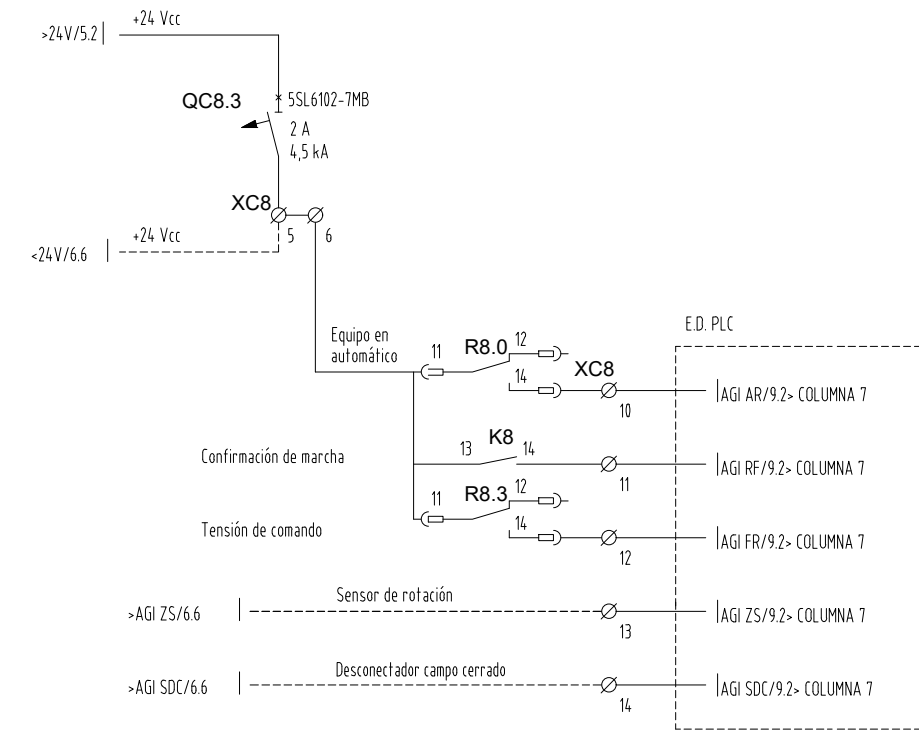
GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
AGITADOR - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 35/73  
Versión: 00  
Plano N°8



N° <>	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
AGITADOR - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 36/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

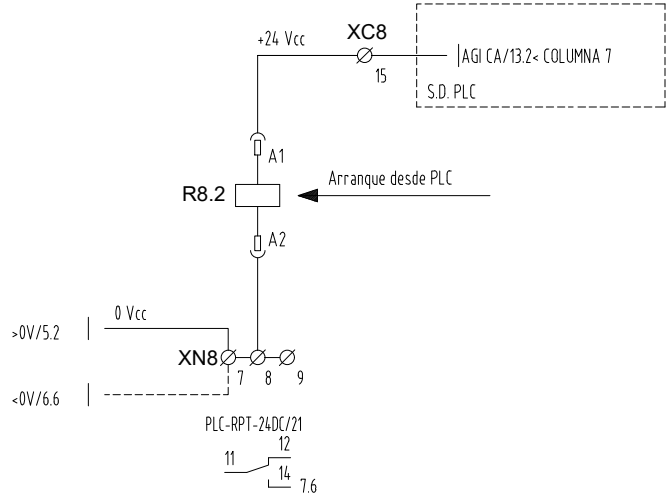
7

8

9

10

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

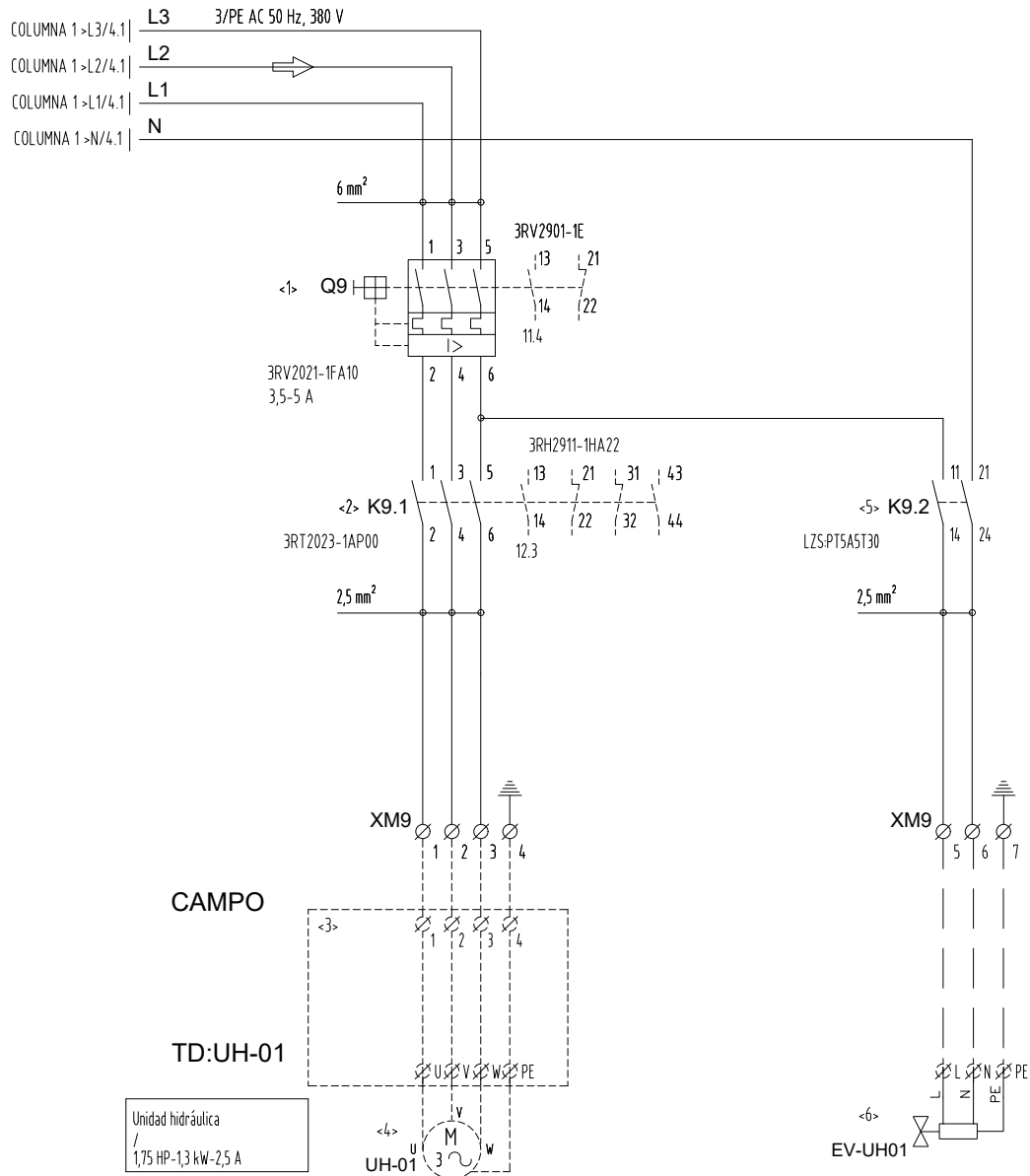
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
AGITADOR - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 37/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
4	CONEXIÓN DEL MOTOR
5	CONTACTOR DE ARRANQUE
6	CONEXIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA

GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE POTENCIA

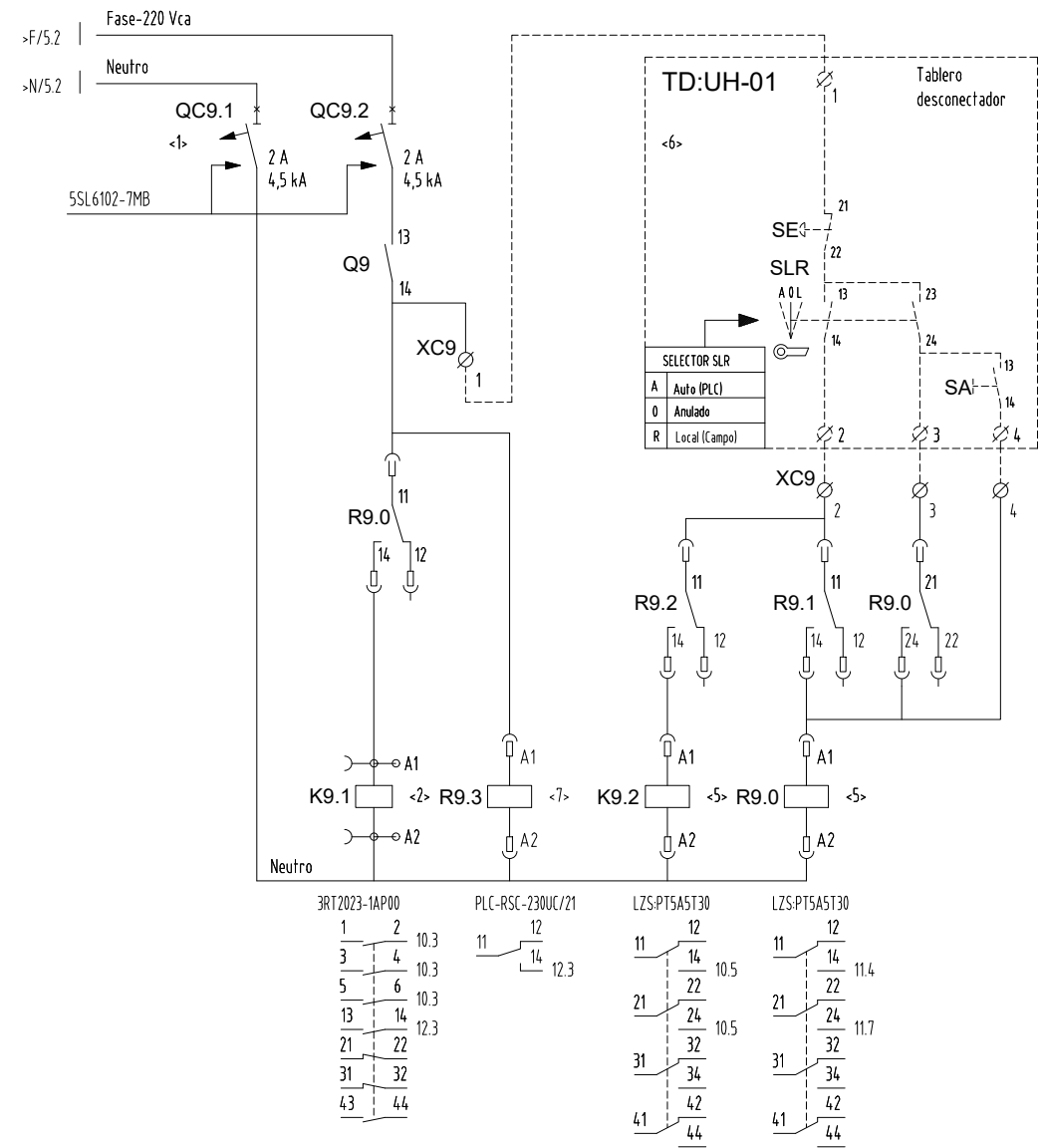


Hoja/s: 38/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

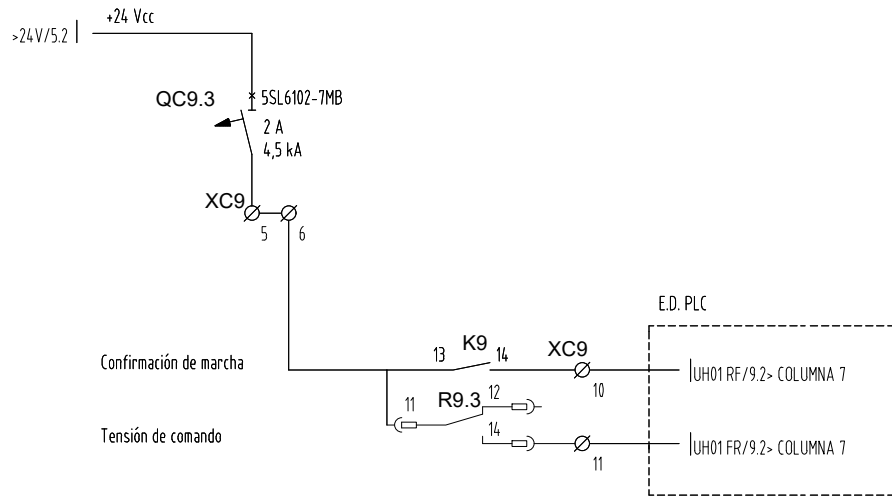
Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 39/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 40/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

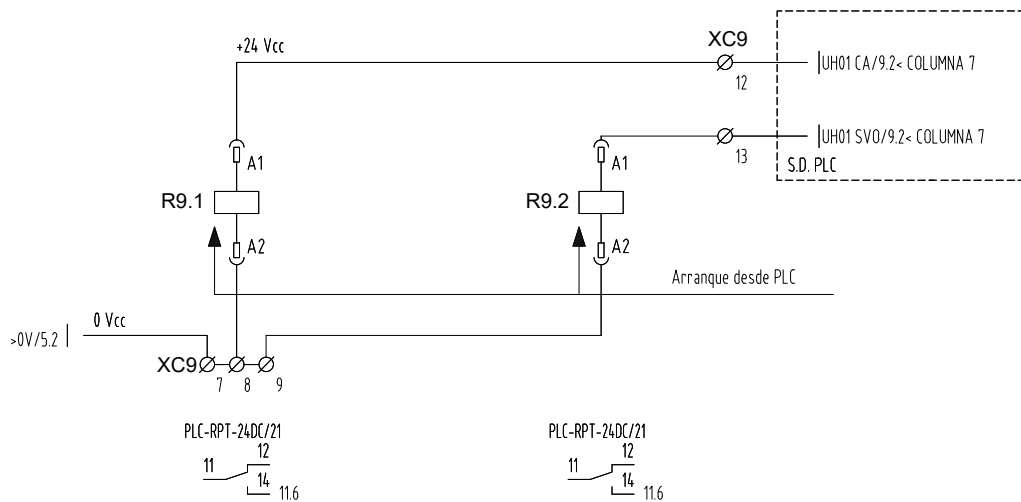
7

8

9

10

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 3

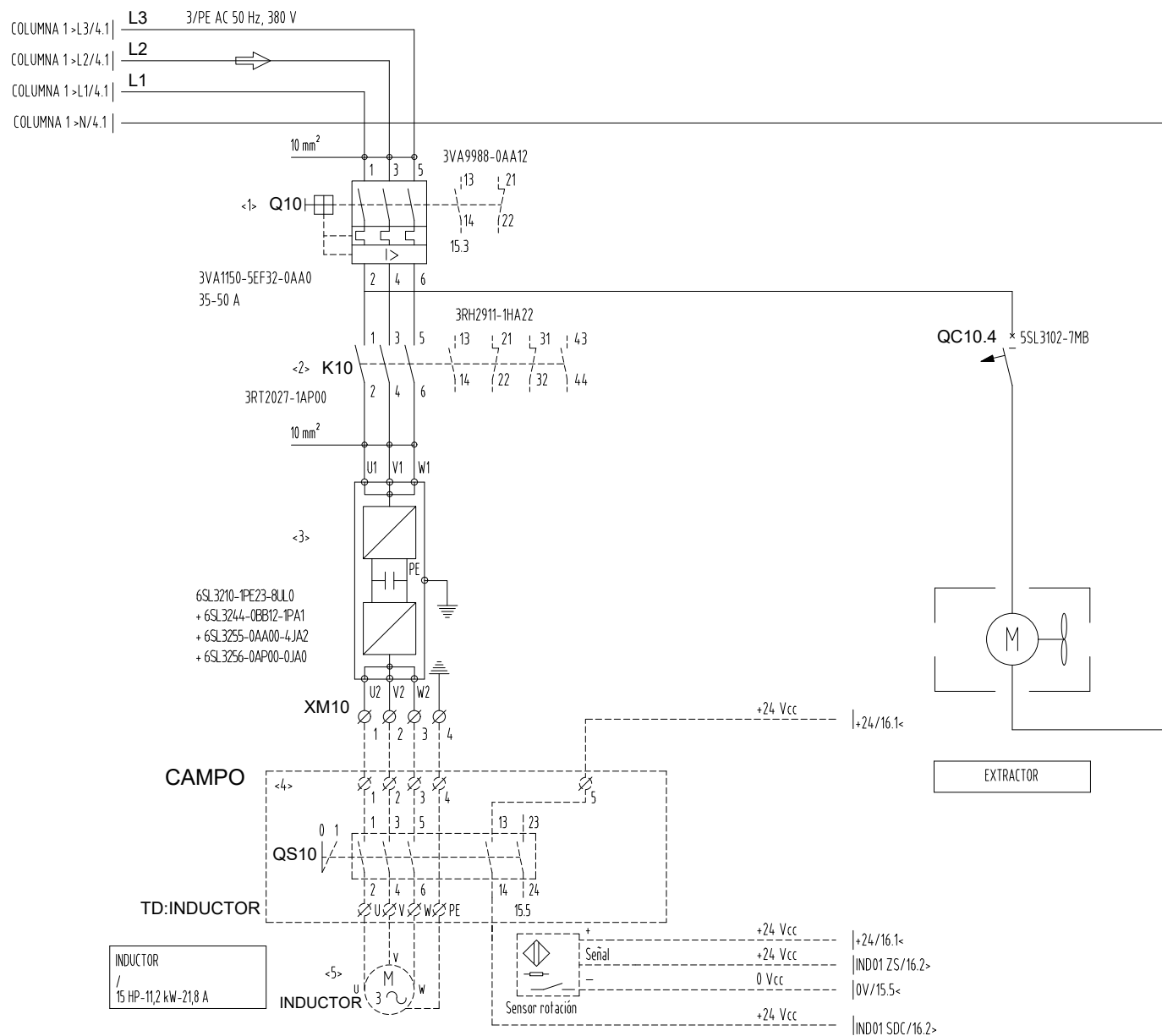
Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
U. HIDRÁULICA - CIRCUITOS DE CONTROL

Hoja/s: 41/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



Nº	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	VARIADOR DE FRECUENCIA
4	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 3

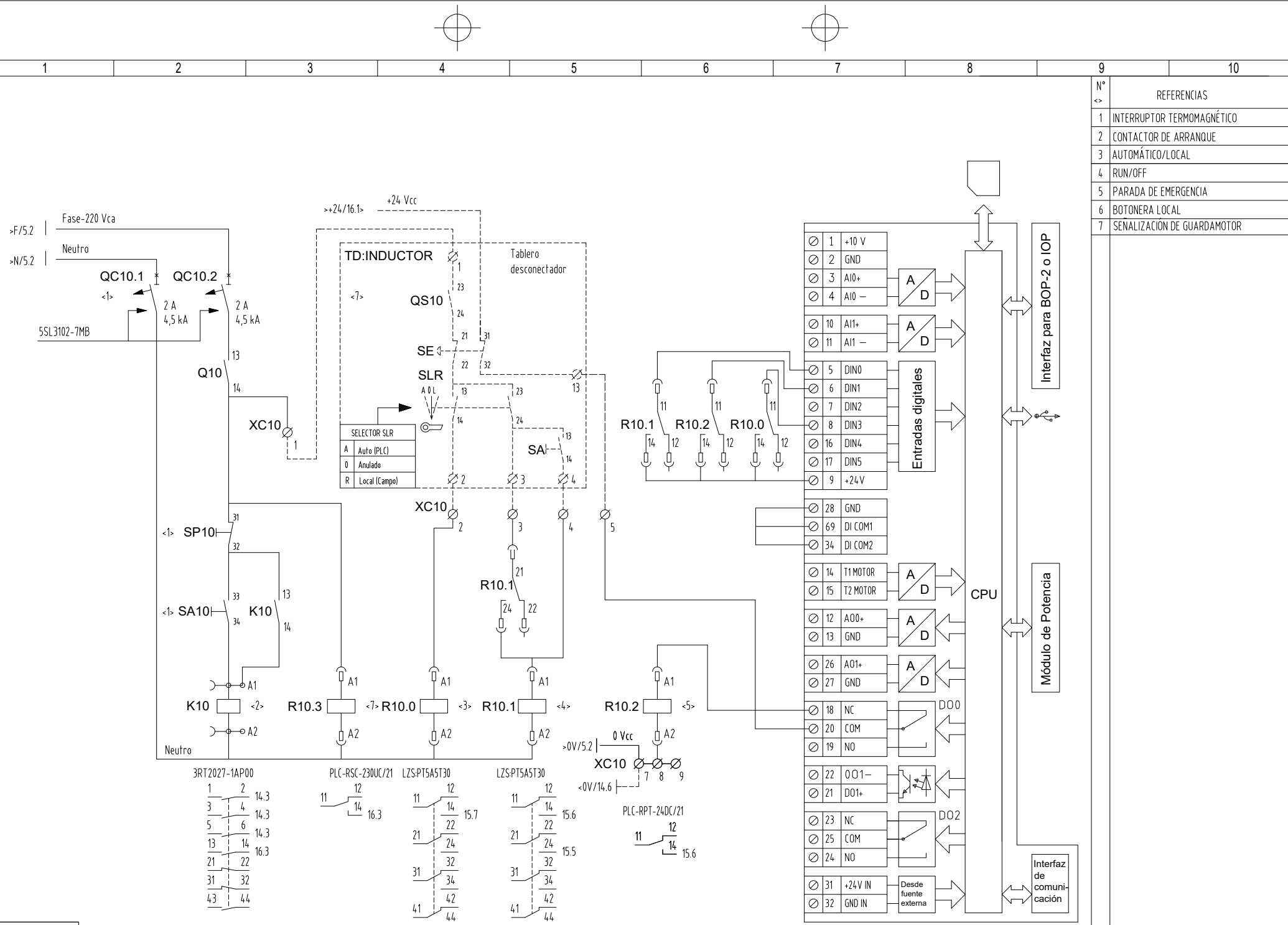
Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
INDUCTOR - CIRCUITOS DE POTENCIA



Hoja/s: 42/73  
Versión: 00  
Plano N°8





N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	AUTOMÁTICO/LOCAL
4	RUN/OFF
5	PARADA DE EMERGENCIA
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR

3RT2027-1AP00	PLC-RSC-230UC/21	LZS-PT5A5T30	LZS-PT5A5T30	PLC-RPT-24DC/21
1 2 14.3	11 12 16.3	11 12 15.7	11 12 15.6	11 12 15.6
3 4 14.3		21 22 15.5		
5 6 14.3		21 24 15.5		
13 14 14.3		31 32 15.5		
21 22 16.3		31 34 15.5		
31 32		41 42 15.5		
43 44		41 44 15.5		

GABINETE: 3

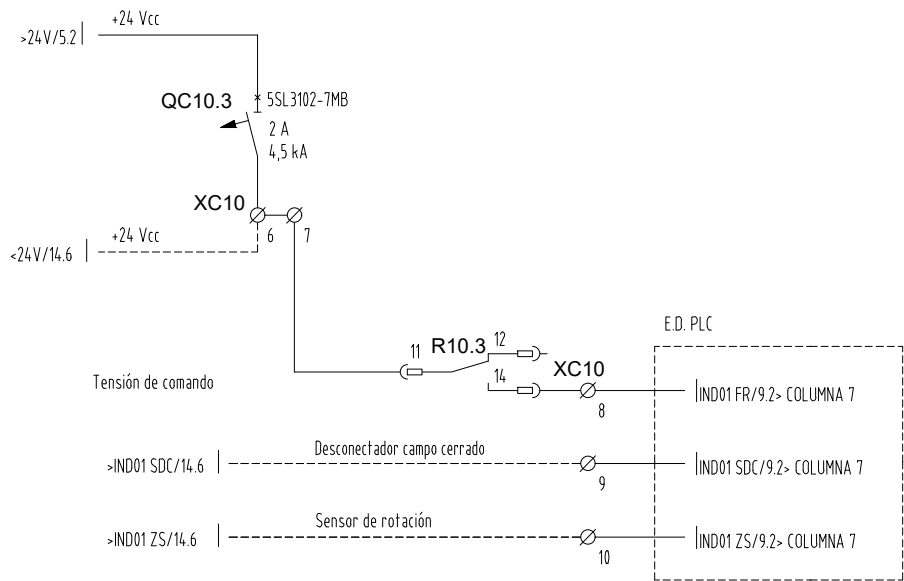
Cliete: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
INDUCTOR - CIRCUITOS DE COMANDO





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 3

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
INDUCTOR - CIRCUITOS DE CONTROL



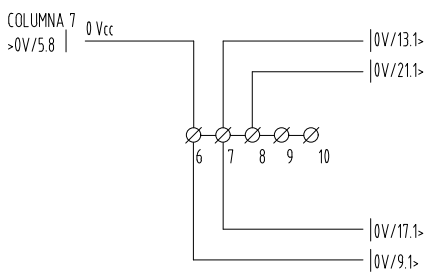
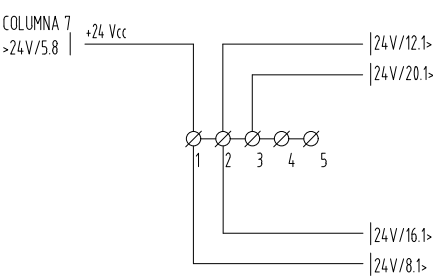
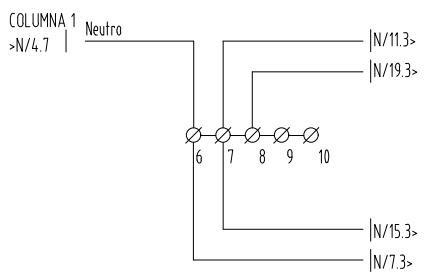
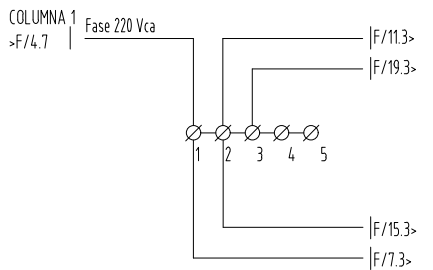
Hoja/s: 44/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Generación de tensiones de comando para arrancadores y/o accionamientos situados en gabinete n°4

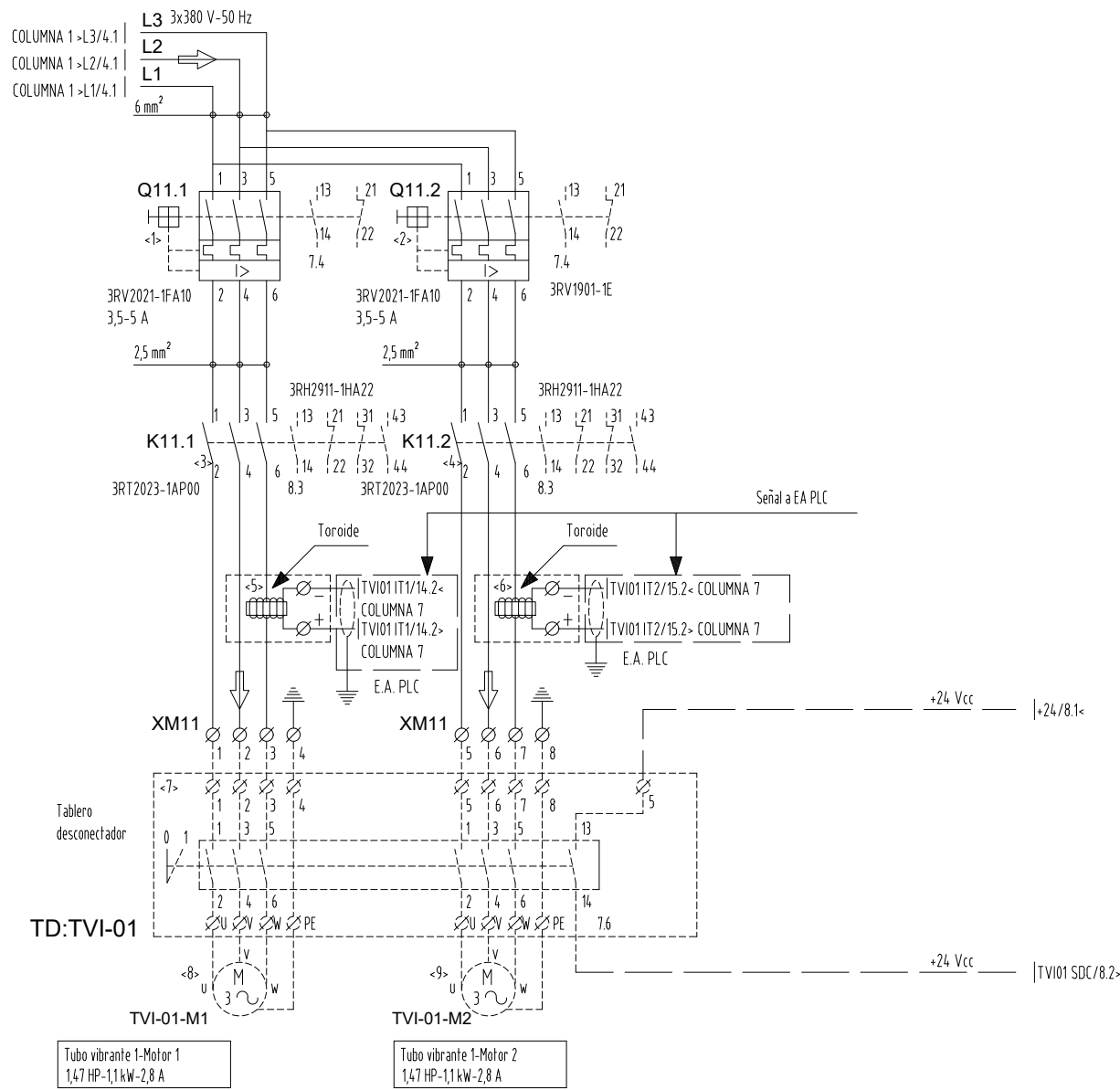
N°	REFERENCIAS
1 /	
2 /	
3 /	
4 /	
5 /	



GABINETE: 4



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



Nº	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR M1
2	GUARDAMOTOR M2
3	CONTACTOR DE ARRANQUE M1
4	CONTACTOR DE ARRANQUE M2
5	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE M1
6	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE M2
7	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
8	CONEXIÓN DEL MOTOR 1
9	CONEXIÓN DEL MOTOR 2

GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
TVI-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA

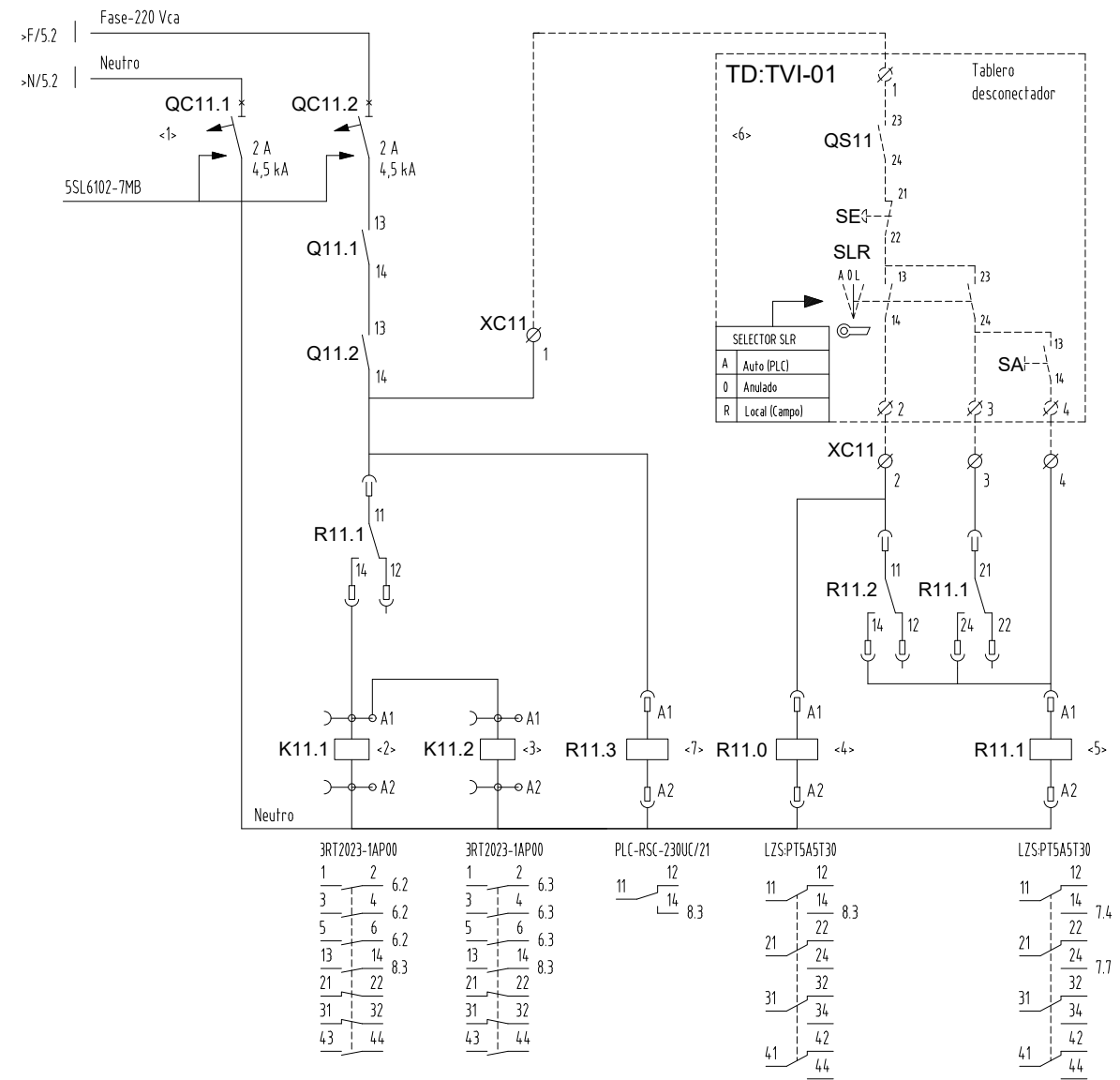


Hoja/s: 46/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
<1>	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE M1
3	CONTACTOR DE ARRANQUE M2
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

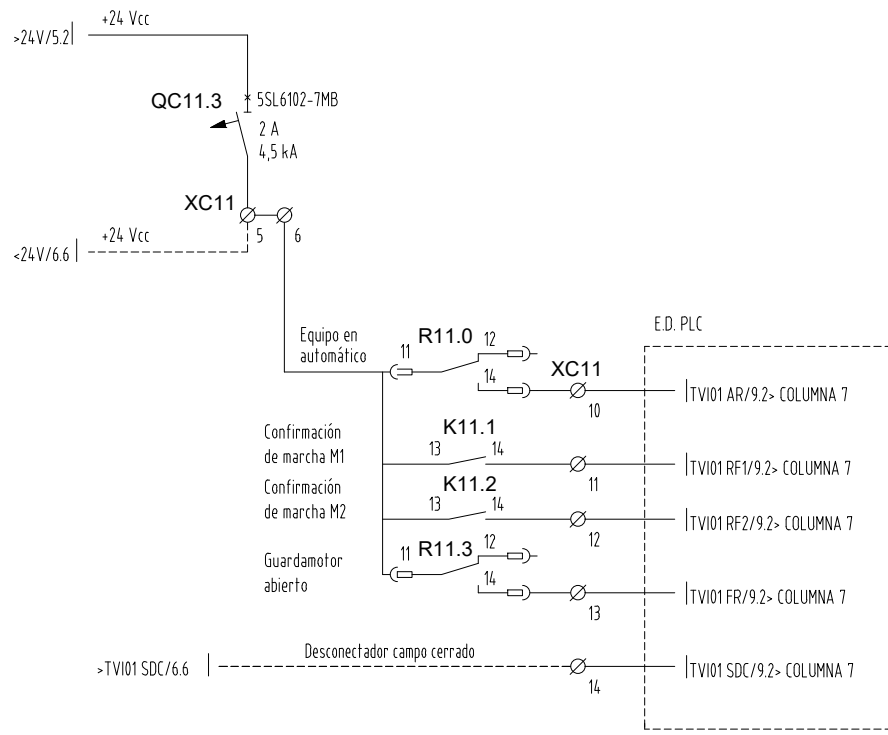
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
TVI-01 - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 47/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
TVI-01 - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 48/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

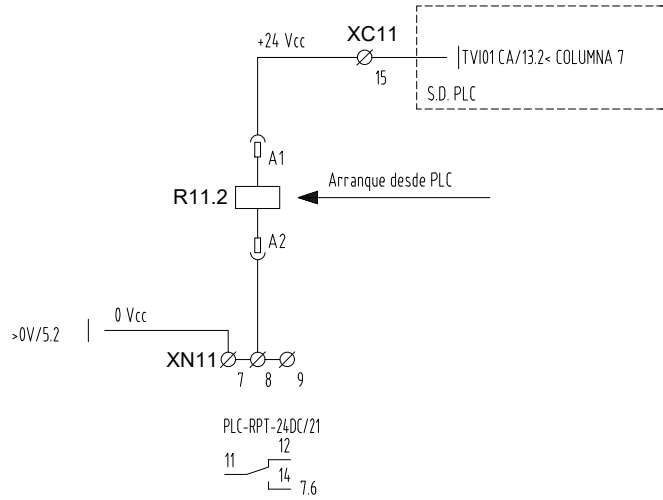
7

8

9

10

N° <>	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



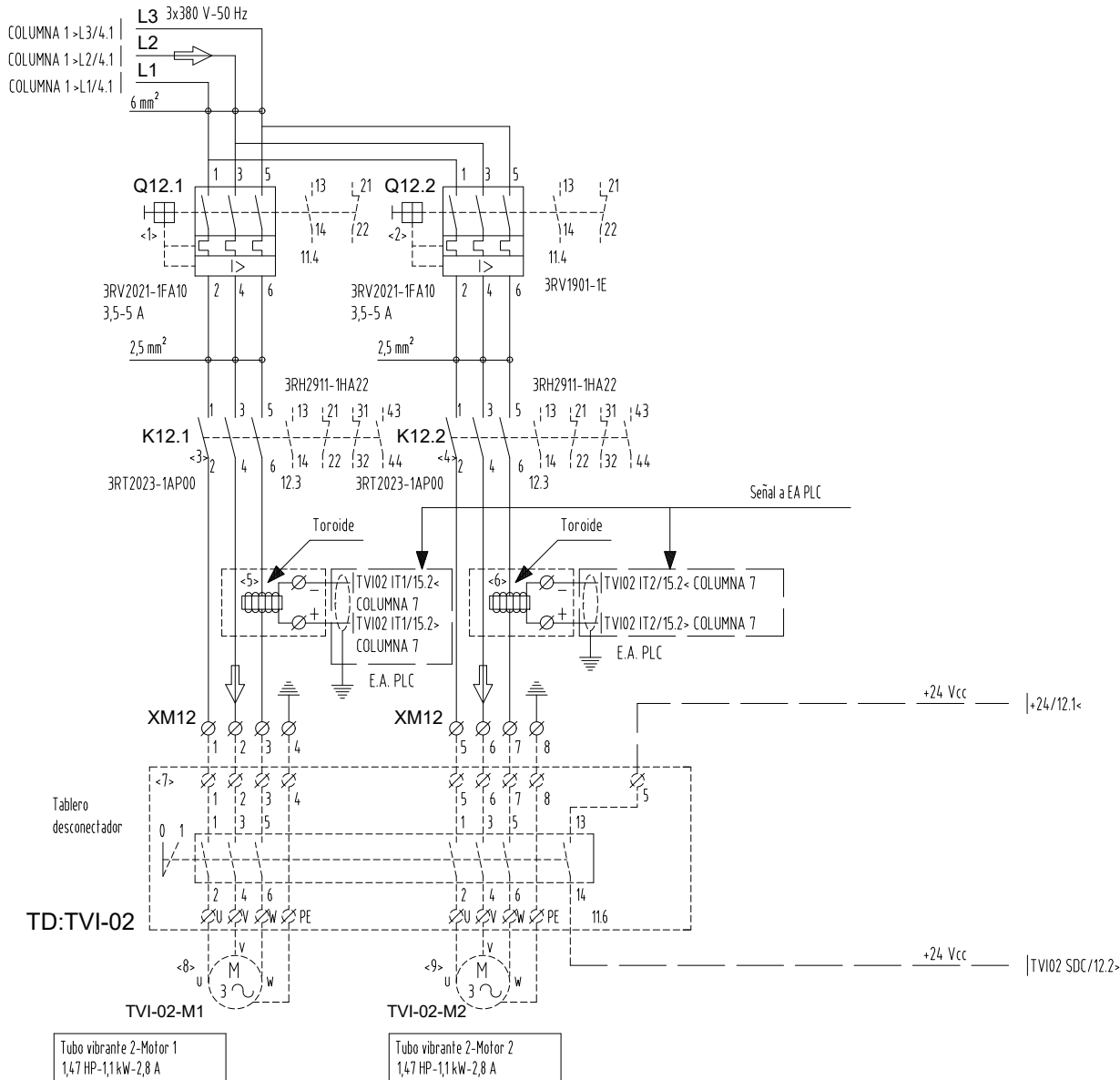
GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
TVI-01 - CIRCUITOS DE CONTROL**KUTN**Hoja/s: 49/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR M1
2	GUARDAMOTOR M2
3	CONTACTOR DE ARRANQUE M1
4	CONTACTOR DE ARRANQUE M2
5	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE M1
6	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE M2
7	TABLERO DESCONECTOR CAMPO
8	CONEXIÓN DEL MOTOR 1
9	CONEXIÓN DEL MOTOR 2

GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
TVI-02 - CIRCUITOS DE POTENCIA



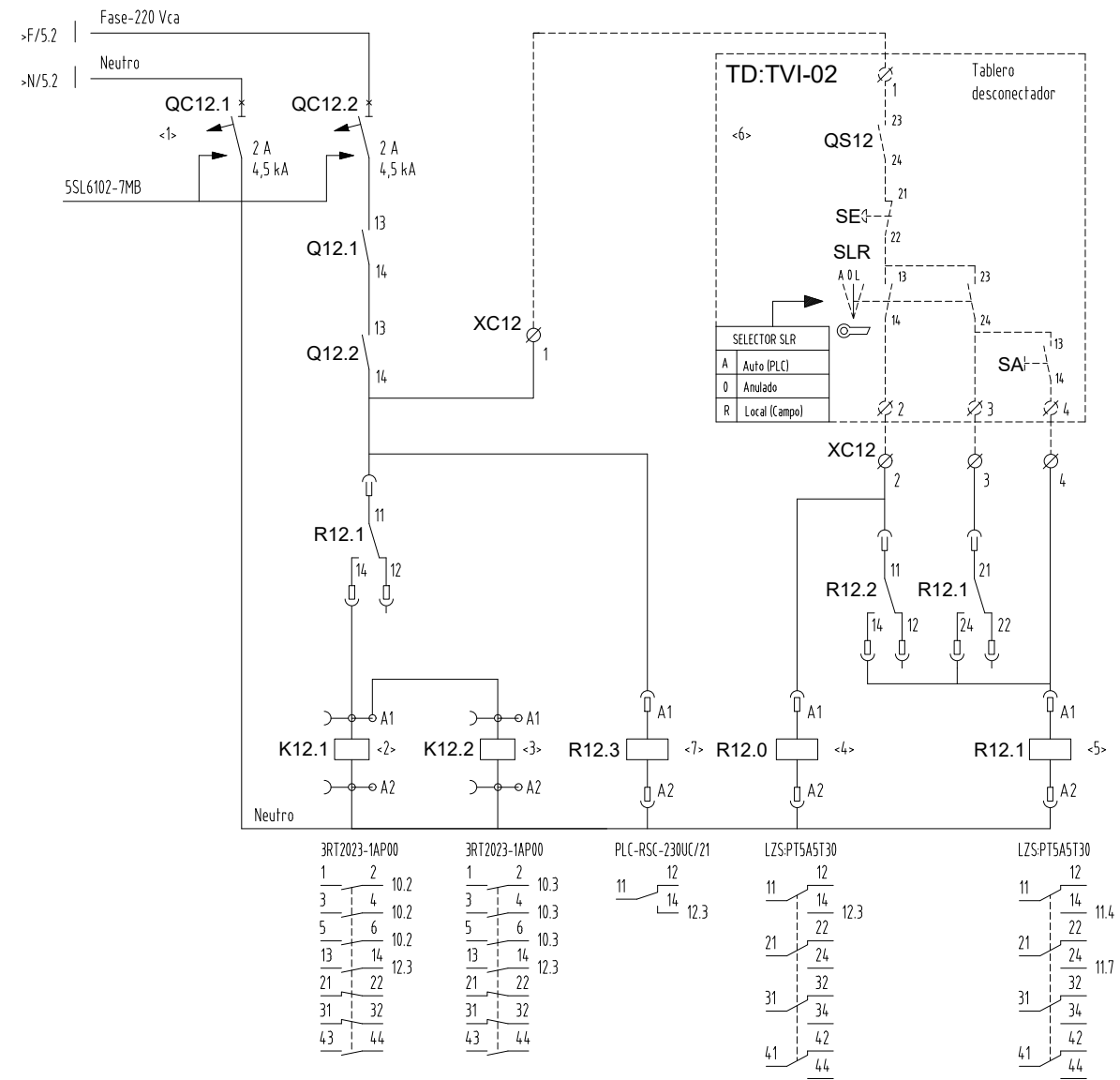
Hoja/s: 50/73  
Versión: 00  
Plano N°8





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
<1>	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE M1
3	CONTACTOR DE ARRANQUE M2
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



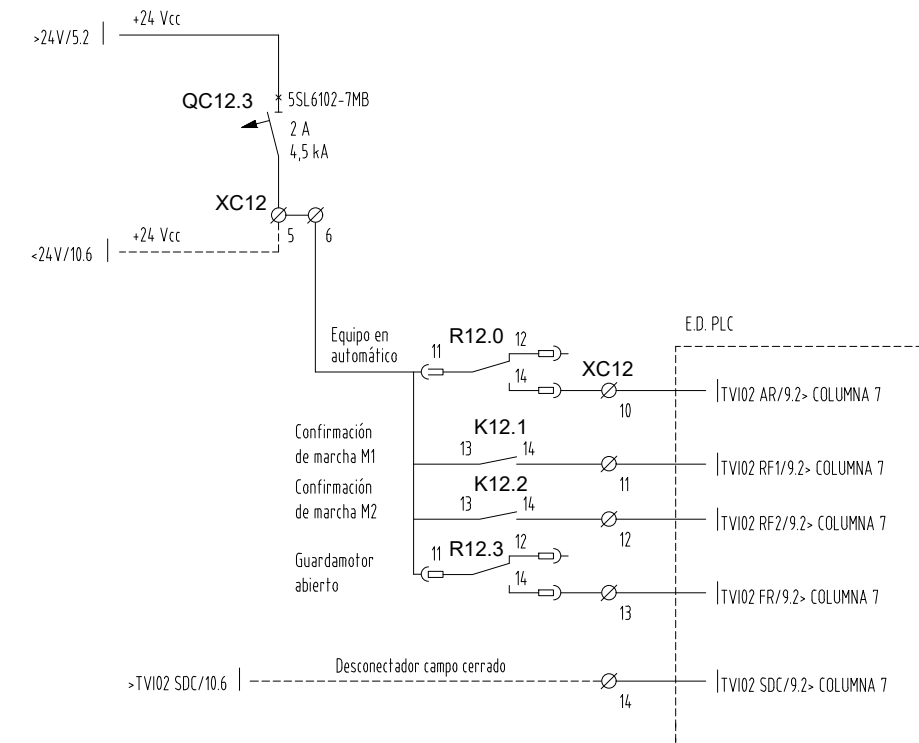
GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
TVI-02 - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 51/73  
Versión: 00  
Plano N°8



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
TVI-02 - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 52/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

7

8

N°

10

REFERENCIAS

1 INTERRUPTOR TERMOMAG

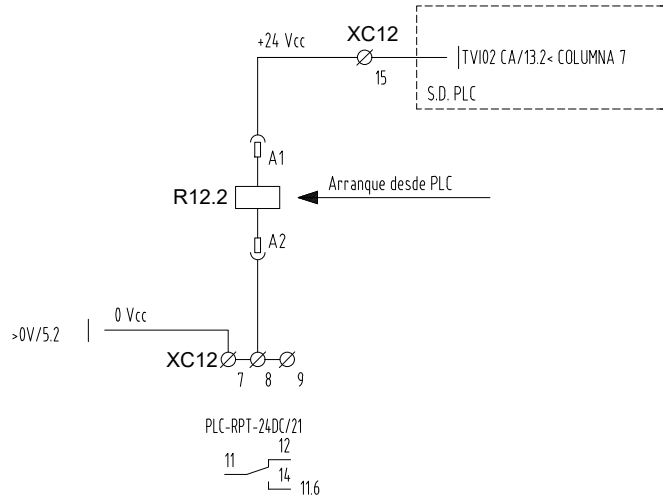
2 /

3 /

4 /

5 / NÉTICO

6 /



GABINETE: 4

Cliente: CALERA S.A.

 Ref.: CCM BRIQUETeadora  
 TVI-02 - CIRCUITOS DE CONTROL

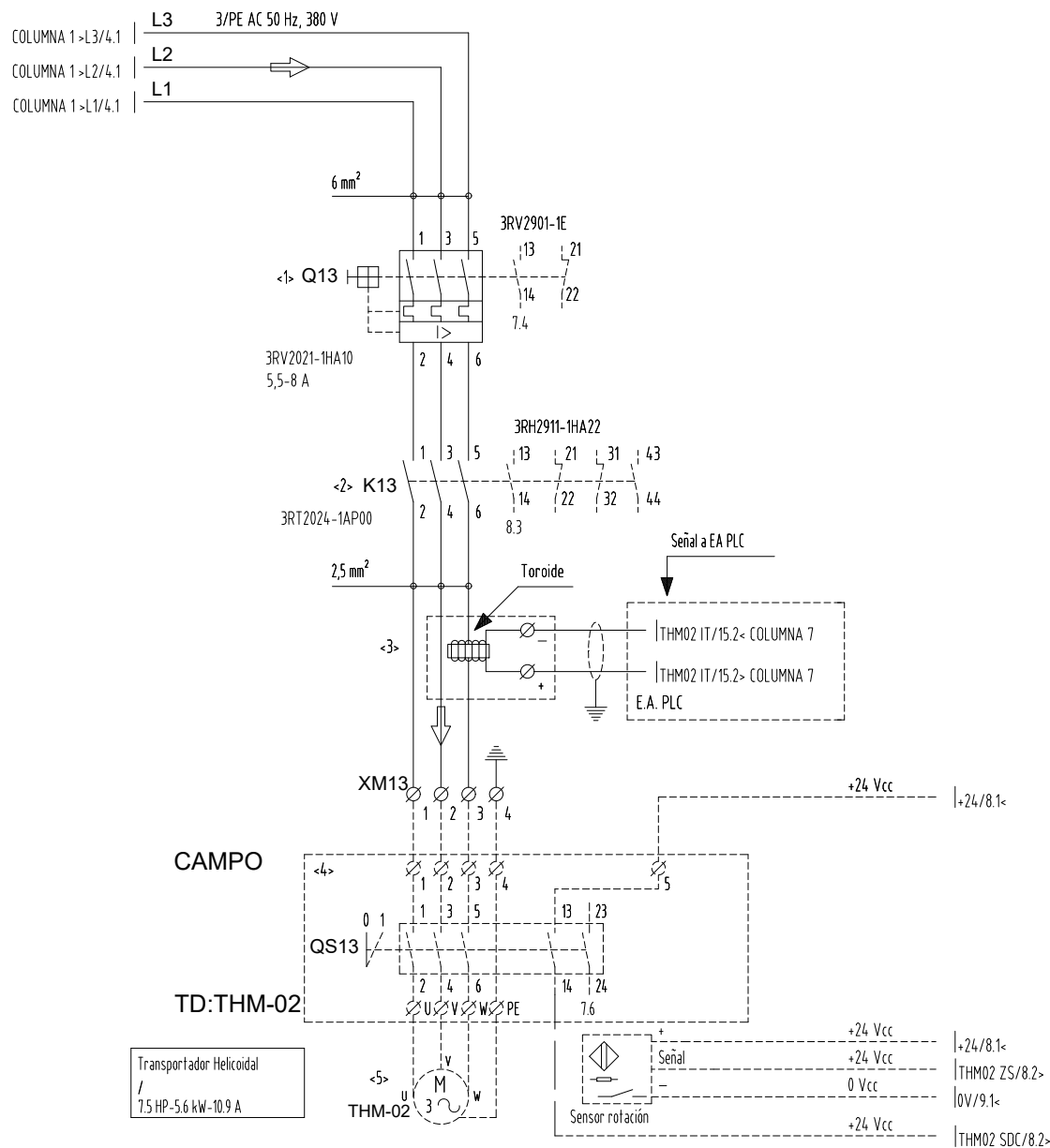
Hoja/s: 53/73

Versión: 00

Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	TRANSDUCTOR DE CORRIENTE
4	TABLERO DESCONECTOR CAM
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

P0

GABINETE: 5

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
THM-02 - CIRCUITOS DE POTENCIA

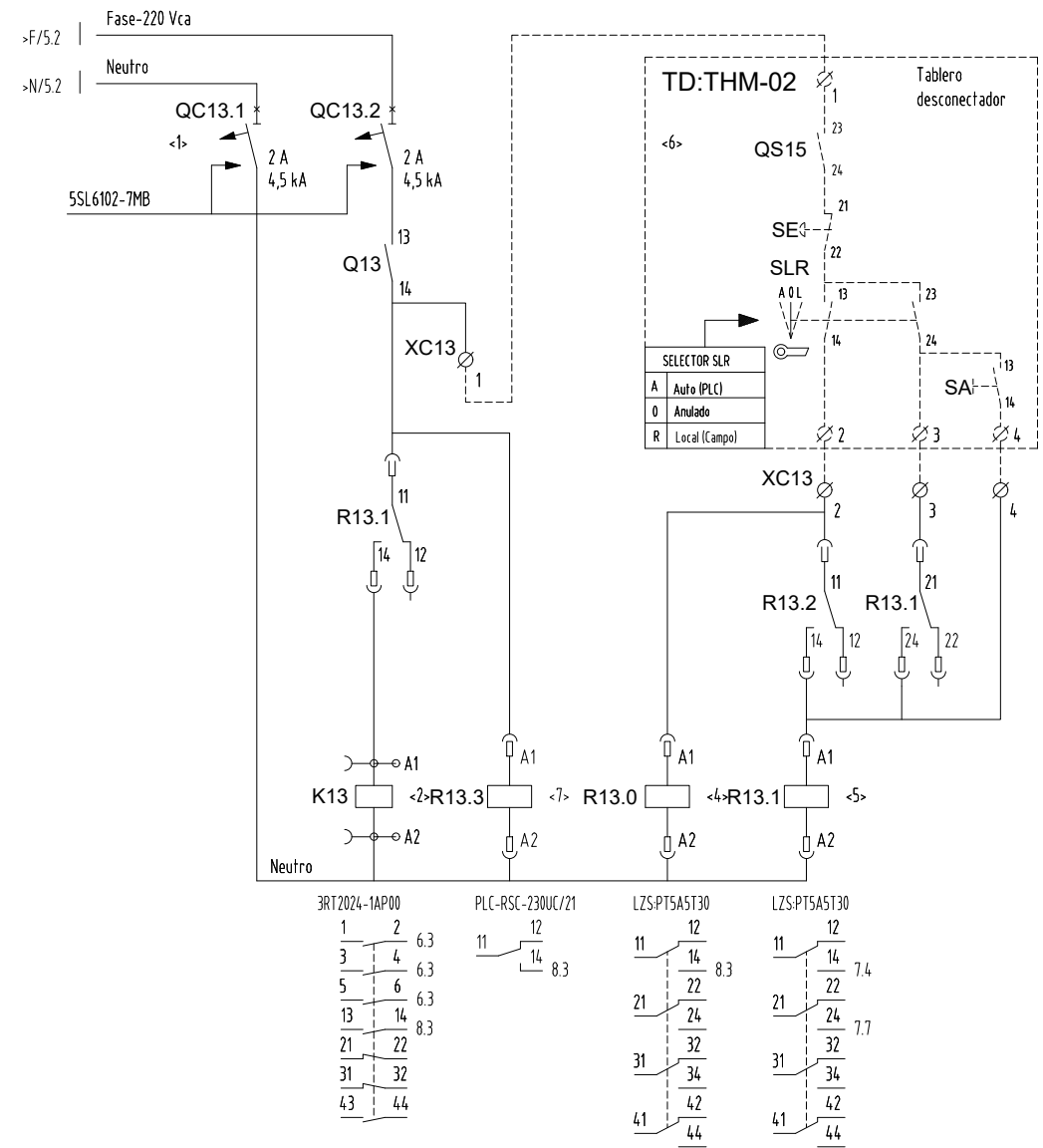


Hoja/s: 54/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	/
4	AUTOMÁTICO/LOCAL
5	RUN/OFF
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 5

Cliente: CALERA S.A.

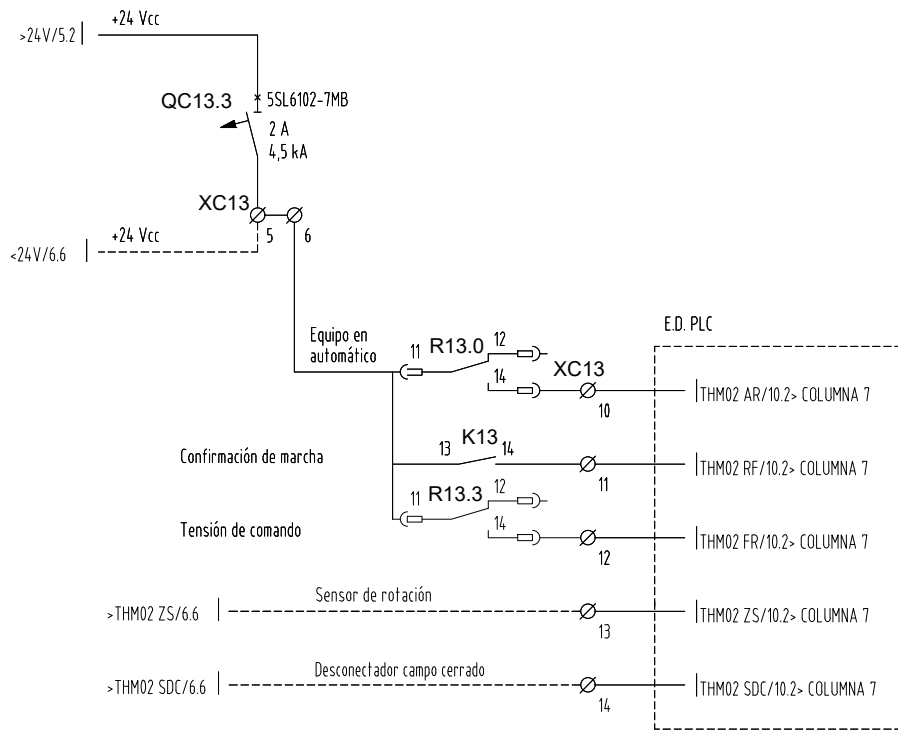
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
THM-02 - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 55/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N° <>	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 5

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
THM-02 - CIRCUITOS DE CONTROL

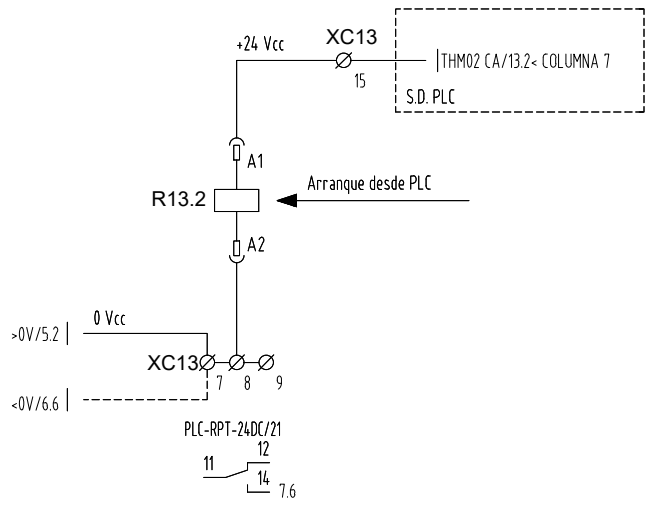


Hoja/s: 56/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	/
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 5

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
THM-02 - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 57/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

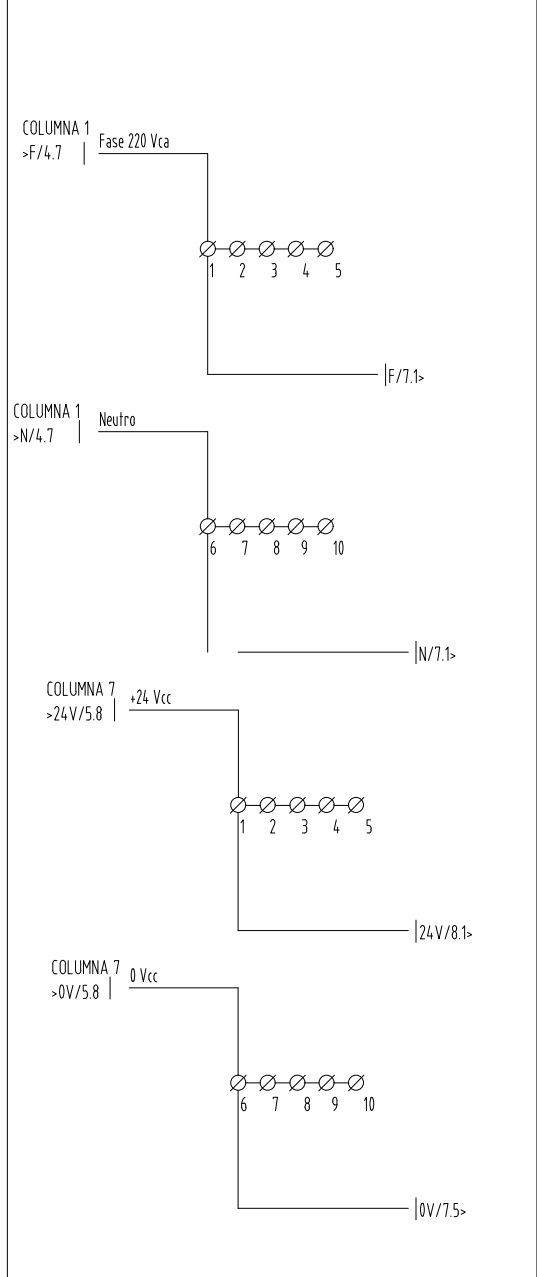
7

8

9

10

Generación de tensiones de comando para arrancadores y/o accionamientos situados en gabinete nº5



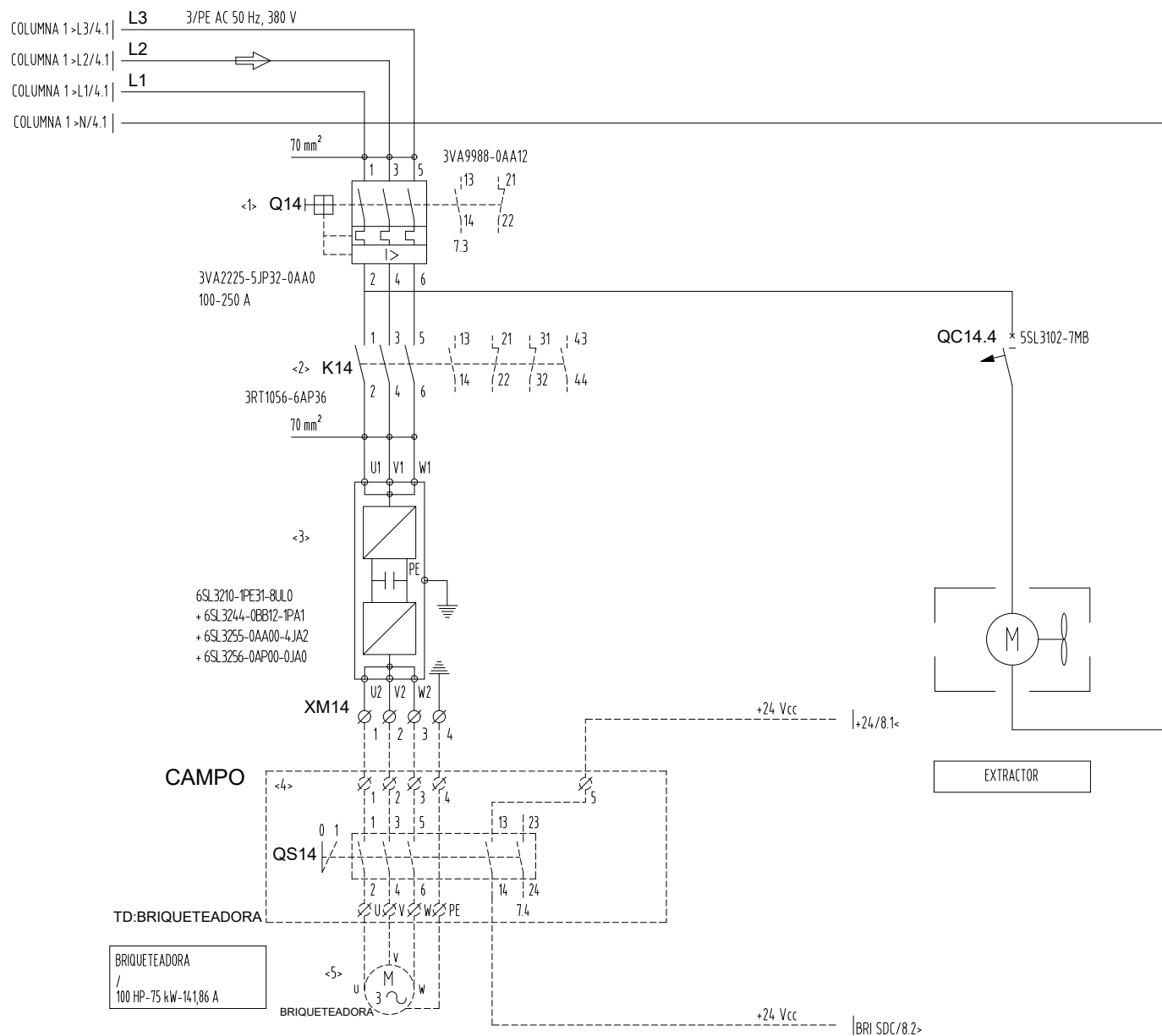
GABINETE: 5

N° <>	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



Nº	REFERENCIAS
1	GUARDAMOTOR
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	VARIADOR DE FRECUENCIA
4	TABLERO DESCONECTADOR CAMPO
5	CONEXIÓN DEL MOTOR

GABINETE: 5

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
BRI-01 - CIRCUITOS DE POTENCIA

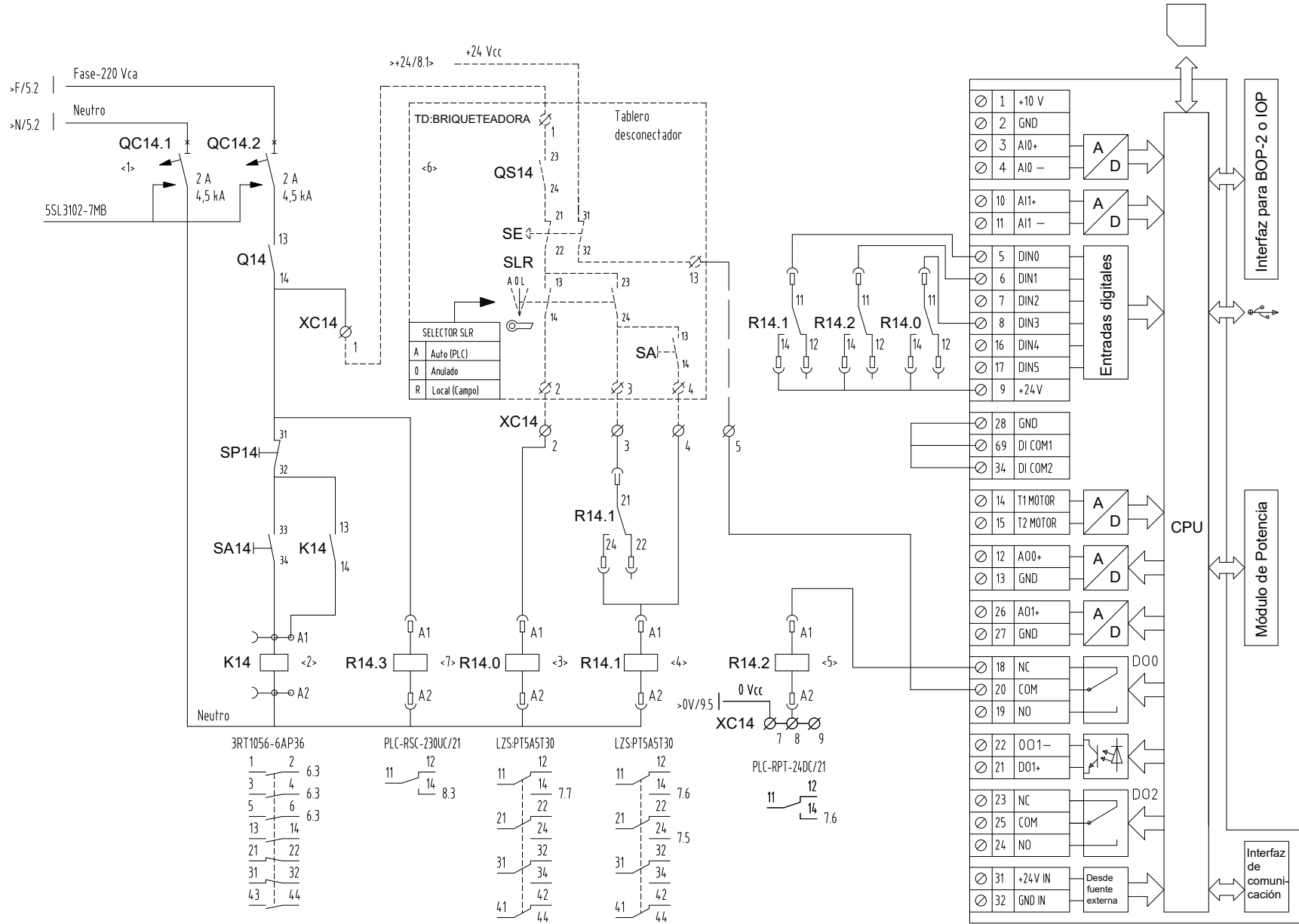


Hoja/s: 59/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

Nº	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONTACTOR DE ARRANQUE
3	AUTOMÁTICO/LOCAL
4	RUN/OFF
5	PARADA DE EMERGENCIA
6	BOTONERA LOCAL
7	SEÑALIZACIÓN DE GUARDAMOTOR



GABINETE: 5

Cliente: CALERA S.A.

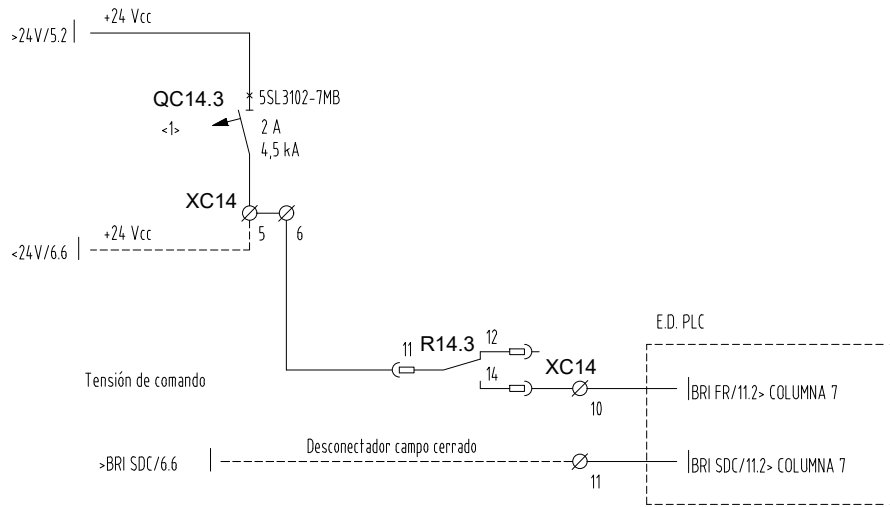
Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
BRI-01 - CIRCUITOS DE COMANDO



Hoja/s: 60/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10



N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 5

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
BRI-01 - CIRCUITOS DE CONTROL



Hoja/s: 61/72  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

6

7

8

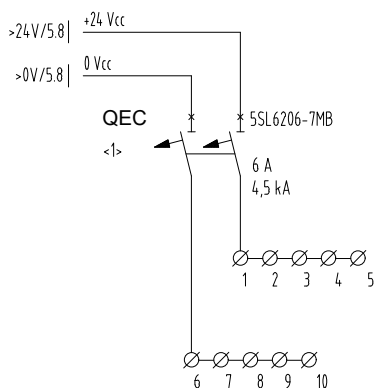
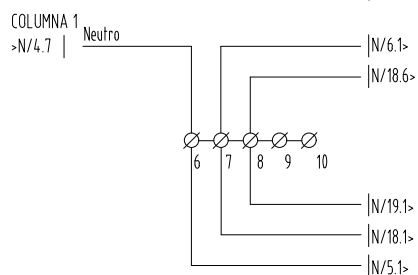
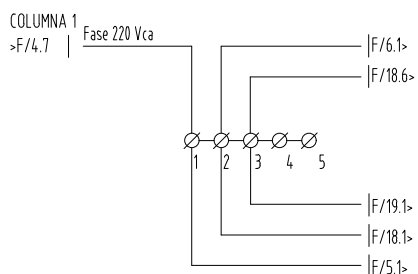
9

10

Generación de tensiones de comando para arrancadores y/o accionamientos situados en gabinete n°6

N°  
<> REFERENCIAS

1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	/
3	/
4	/
5	/



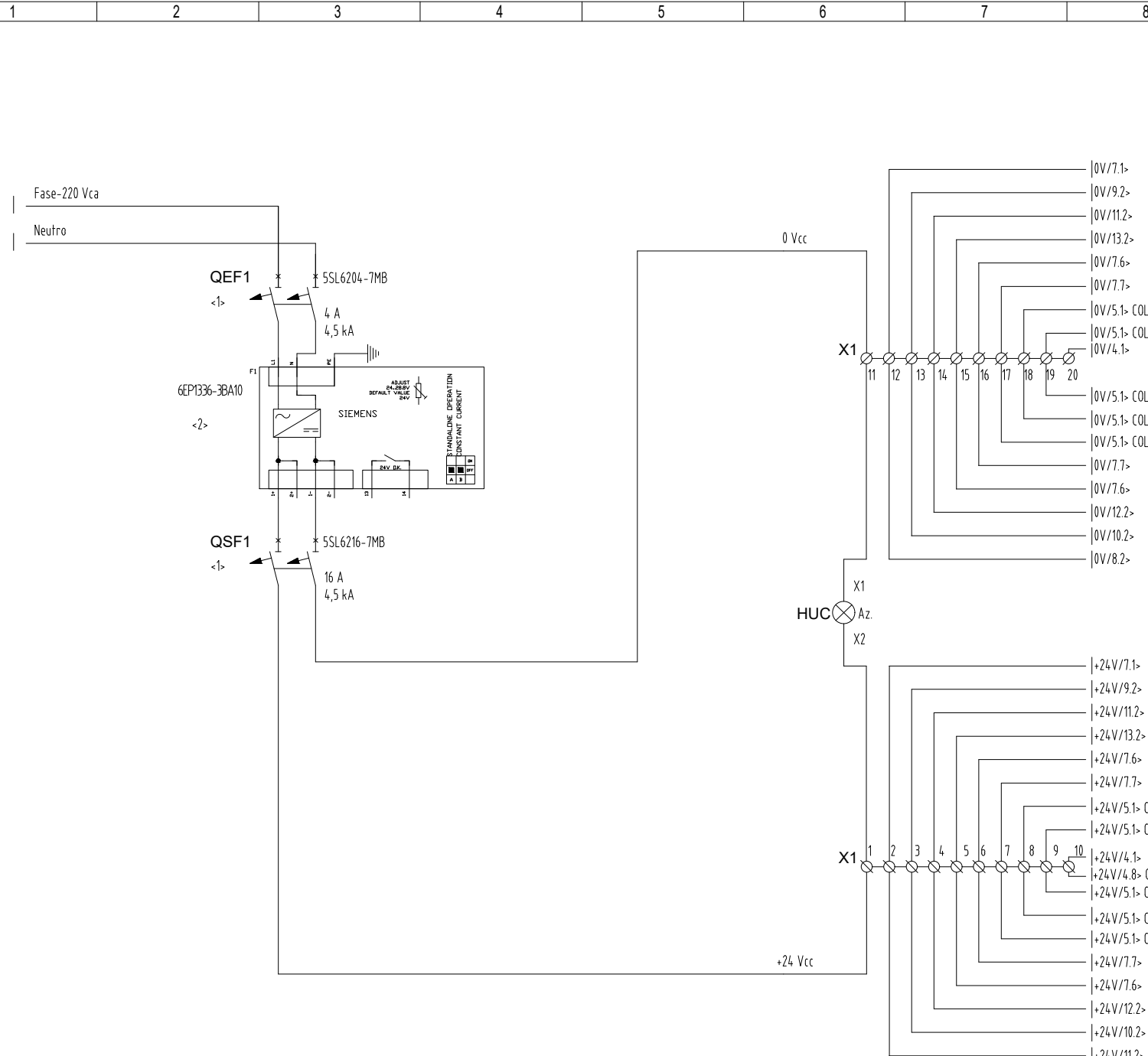
GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
GENERACIÓN DE TENSION - GABINETE N°6

**JUTN**

Hoja/s: 62/73  
Versión: 00  
Plano N°8



N°	REFERENCIAS
<>	
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	FUENTE 24VCC 10A 2 SALIDAS
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
DISTRIBUCIÓN DE TENSIÓN DE COMANDO

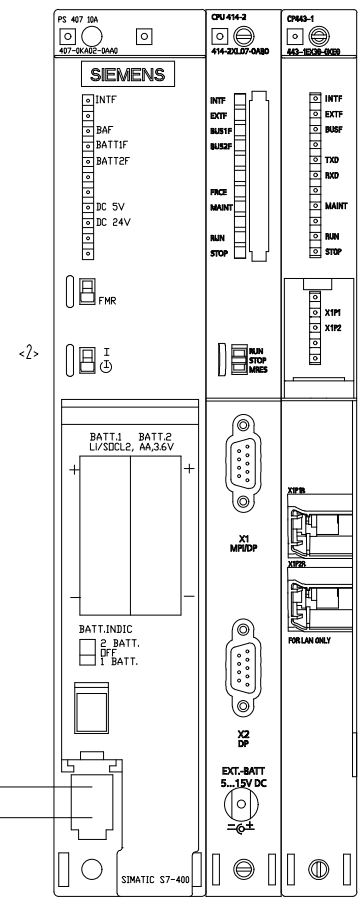
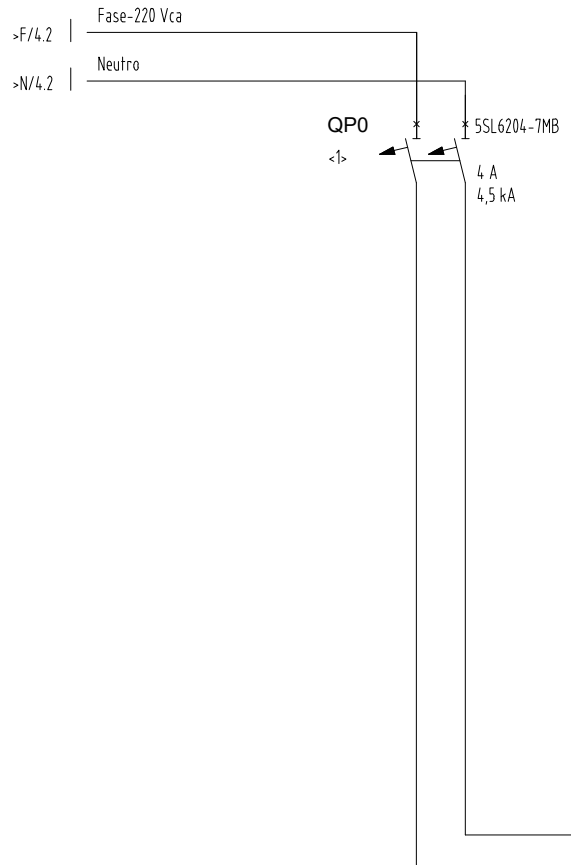


Hoja/s: 63/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
<>	
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONJUNTO PLC SIMATIC S7-400
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
PLC SIMATIC S7-400

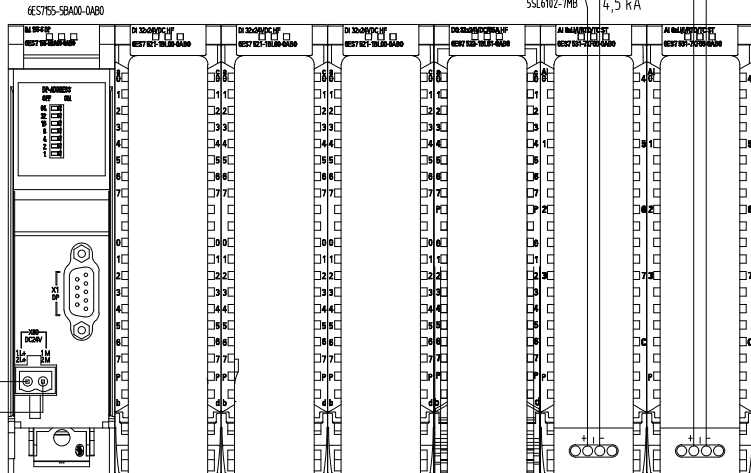
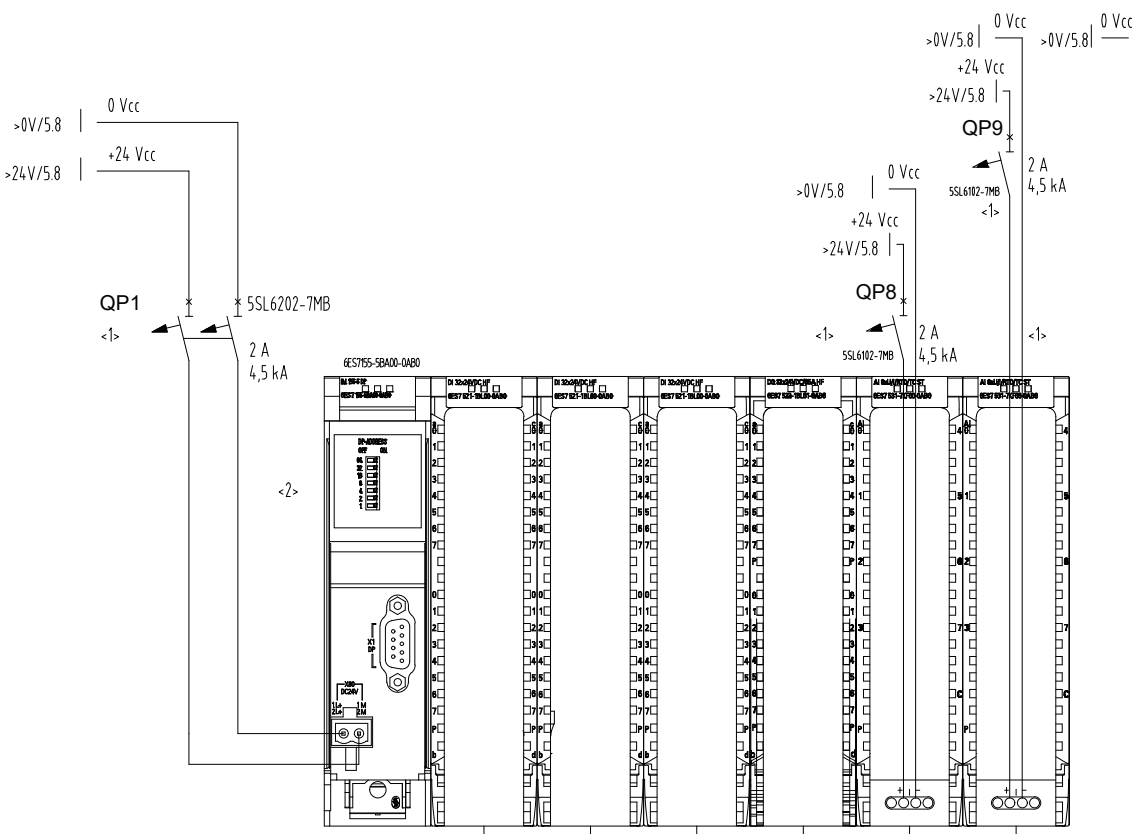


Hoja/s: 64/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	CONJUNTO MÓDULOS ET200
3	/
4	/
5	/
6	/



- GES7521-EBL00-04B0  
+GES7921-SAB20-0AA0  
+4 x GES7923-DBA50-0CB0
- GES7521-EBL00-04B0  
+GES7921-SAB20-0AA0  
+4 x GES7923-DBA50-0CB0
- GES7521-EBL00-04B0  
+GES7921-SAB20-0AA0  
+4 x GES7923-DBA50-0CB0
- GES7522-EBL01-04B0  
+GES7921-SAB20-0AA0  
+4 x GES7923-DBA50-0CB0
- GES7531-7KF00-04B0  
+GES7921-SAK20-0AA0  
+4 x GES7923-DBB00-0CB0
- GES7531-7KF00-04B0  
+GES7921-SAK20-0AA0  
+4 x GES7923-DBB00-0CB0

- |4 x WC6/13.2->
- |4 x WC5/12.2->
- |4 x WC4/11.2->
- |4 x WC3/10.2->
- |4 x WC2/9.2->
- |4 x WC1/8.2->

GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

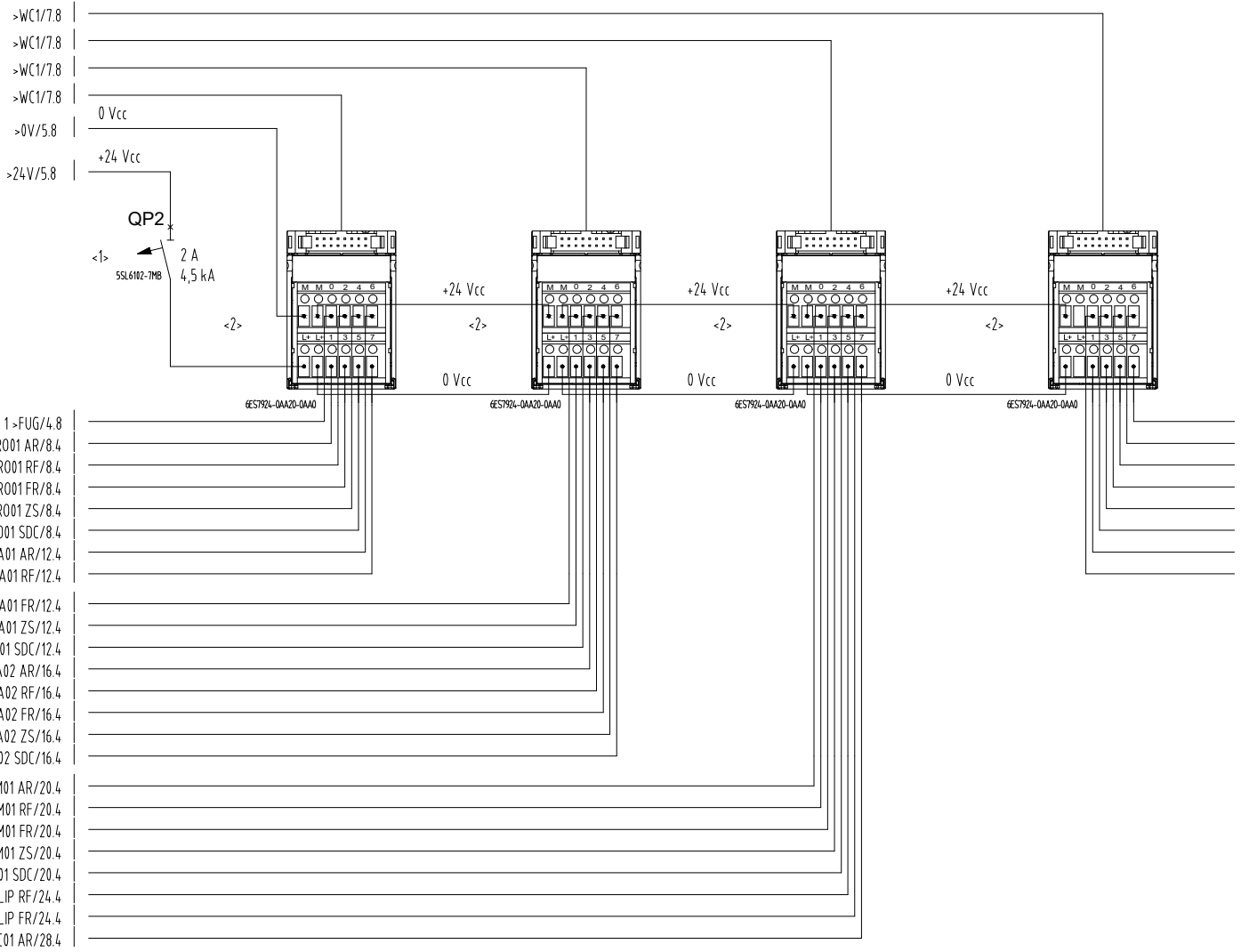
Ref.: CCM BRIQUETeadora  
MÓDULO ET200





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	BLOQUE BORNES TP1
3	/
4	/
5	/
6	/



- COLUMNA 2->VRO01 SDC/32.4
- COLUMNA 2->VRO01 ZS/32.4
- COLUMNA 2->VRO01 FR/32.4
- COLUMNA 2->VRO01 RF/32.4
- COLUMNA 2->VRO01 AR/32.4
- COLUMNA 2->VC01 SDC/28.4
- COLUMNA 2->VC01 FR/28.4
- COLUMNA 2->VC01 RF/28.4

GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
SLOT 1



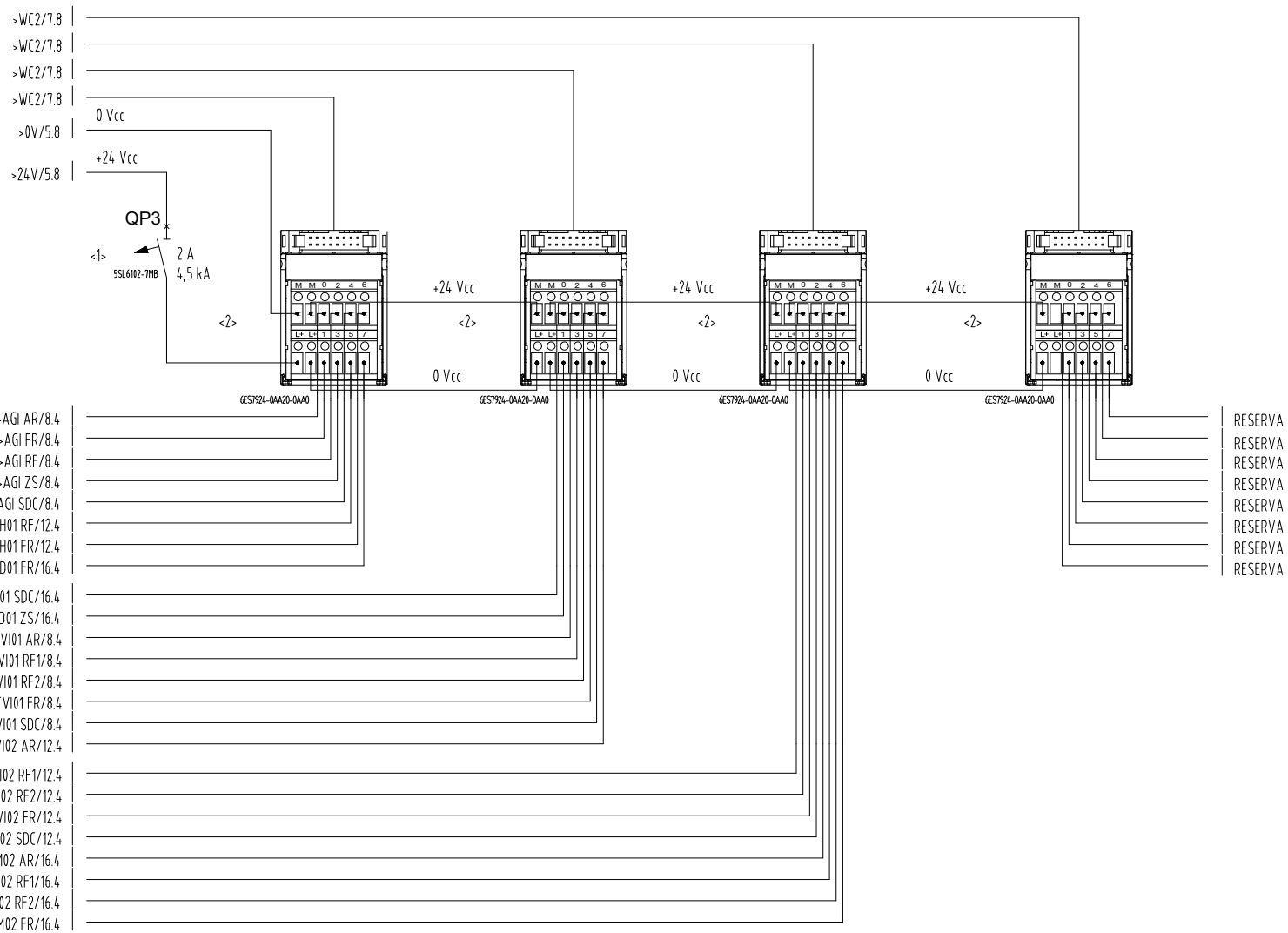
Hoja/s: 66/73  
Versión: 00  
Plano N°8





1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	BLOQUE BORNES TP1
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadORA  
SLOT 2

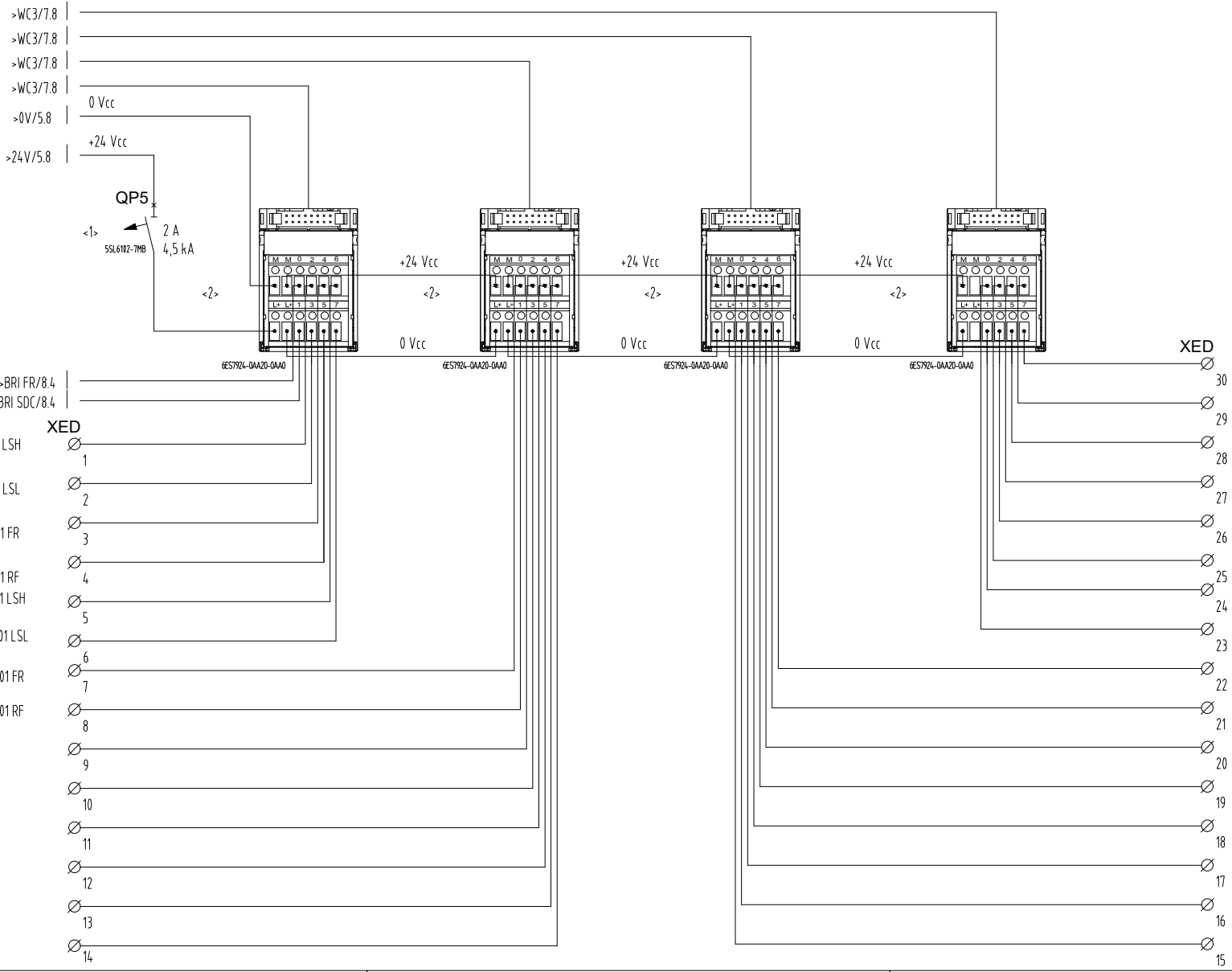


Hoja/s: 67/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	BLOQUE BORNES TP1
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
SLOT 3

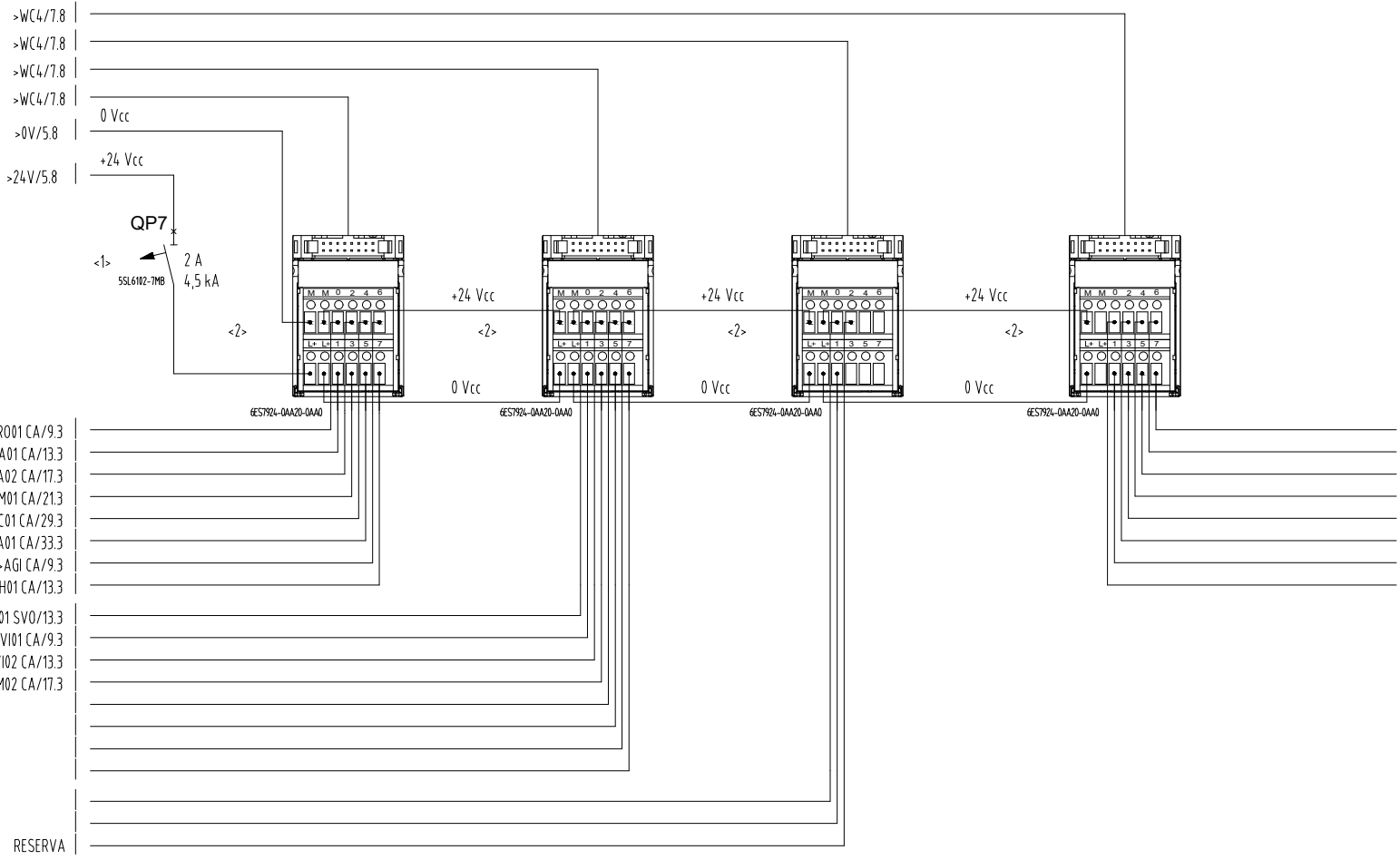


Hoja/s: 68/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	BLOQUE BORNES TP1
3	/
4	/
5	/
6	/



GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
SLOT 4



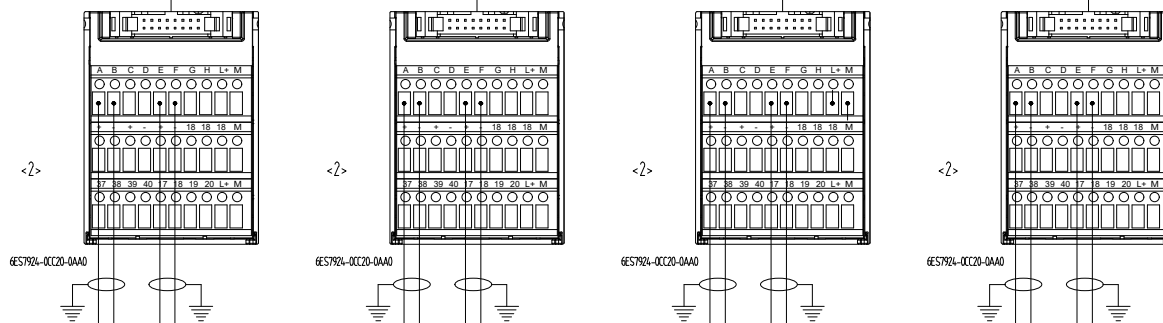
Hoja/s: 69/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	BLOQUE BORNES TP3
3	/
4	/
5	/
6	/

>WC5/7.8  
 >WC5/7.8  
 >WC5/7.8  
 >WC5/7.8



- COLUMNA 2 ->VRO01 IT/6.4    +2W
- COLUMNA 2 ->VRO01 IT/6.4    +2W
- COLUMNA 2->ECA01 IT/10.4
- COLUMNA 2->ECA01 IT/10.4    +2W
- COLUMNA 2->ECA02 IT/14.4    +2W
- COLUMNA 2->ECA02 IT/14.4    +2W
- COLUMNA 2->THM01 IT/18.4    +2W
- COLUMNA 2->THM01 IT/18.4    +2W
- COLUMNA 2->VC01 IT/26.4    +2W
- COLUMNA 2->VC01 IT/26.4    +2W
- COLUMNA 2->TGA01 IT/30.4    +2W
- COLUMNA 2->TGA01 IT/30.4    +2W
- COLUMNA 3->AGI IT/6.4    +2W
- COLUMNA 3->AGI IT/6.4    +2W
- COLUMNA 4->TVI01 IT/6.3
- COLUMNA 4->TVI01 IT/6.3

GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
 SLOT 5



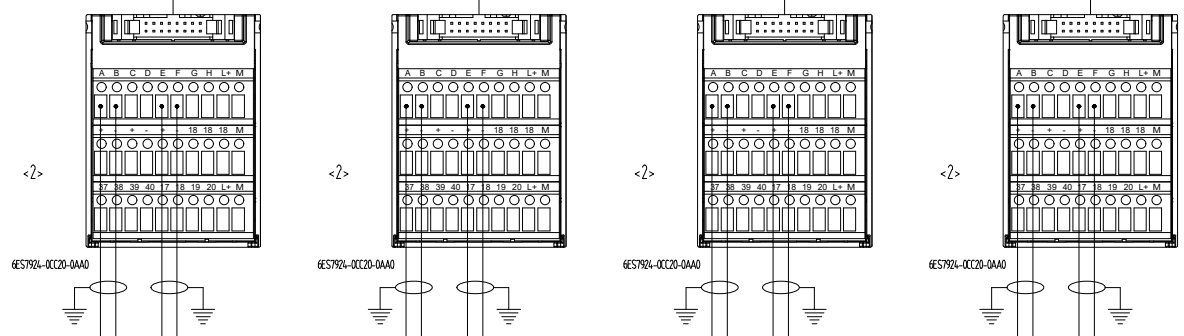
Hoja/s: 70/73  
 Versión: 00  
 Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	BLOQUE BORNES TP3
3	/
4	/
5	/
6	/

>WC6/7.8  
 >WC6/7.8  
 >WC6/7.8  
 >WC6/7.8



COLUMNA 4->TVI01 IT2/6.4 +2W  
 COLUMNA 4-<TVI01 IT2/6.4 +2W  
 COLUMNA 4->TVI02 IT1/10.3  
 COLUMNA 4-<TVI02 IT1/10.3 +2W  
 COLUMNA 4->TVI02 IT2/10.4 +2W  
 COLUMNA 4-<TVI02 IT2/10.4 +2W  
 COLUMNA 4->THM02 IT1/14.3 +2W  
 COLUMNA 4-<THM02 IT1/14.3 +2W  
 >SIL01 LT +2W  
 <SIL 01 LT +2W  
 >CPO 01 PDT +2W  
 <RESERVA +2W

GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETEADORA  
 SLOT 6

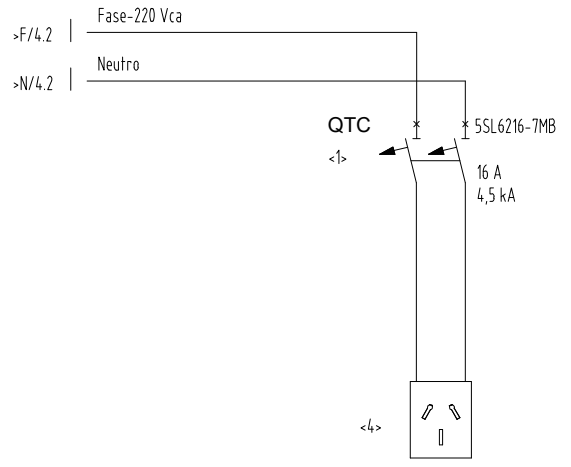
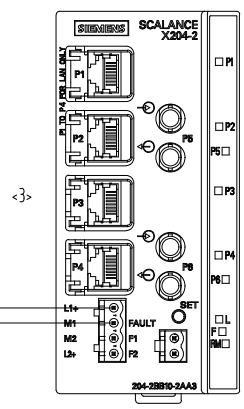
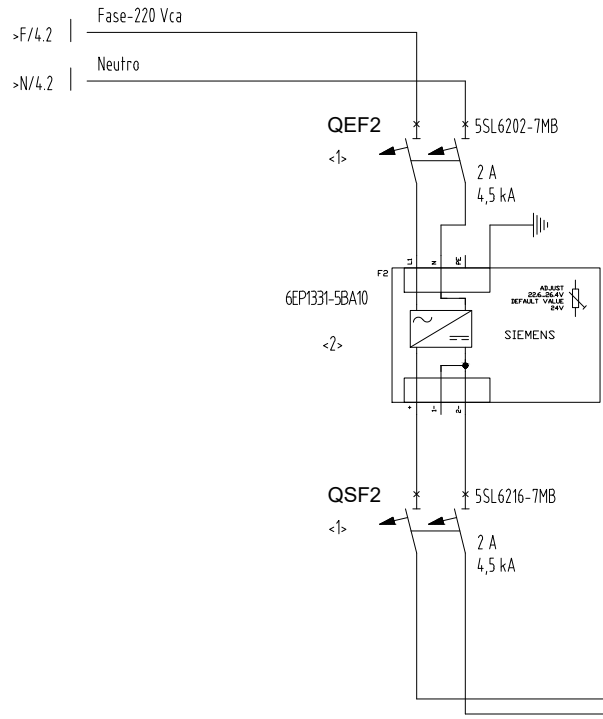


Hoja/s: 71/73  
 Versión: 00  
 Plano N°8



1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

N°	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	FUENTE 24VCC 1.3A
3	SWITCH PROFINET SCALANCE X204-2
4	TOMACORRIENTES 10A
5	/
6	/



GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETADORA  
SWITCH DE COMUNICACIÓN



Hoja/s: 72/73  
Versión: 00  
Plano N°8



1

2

3

4

5

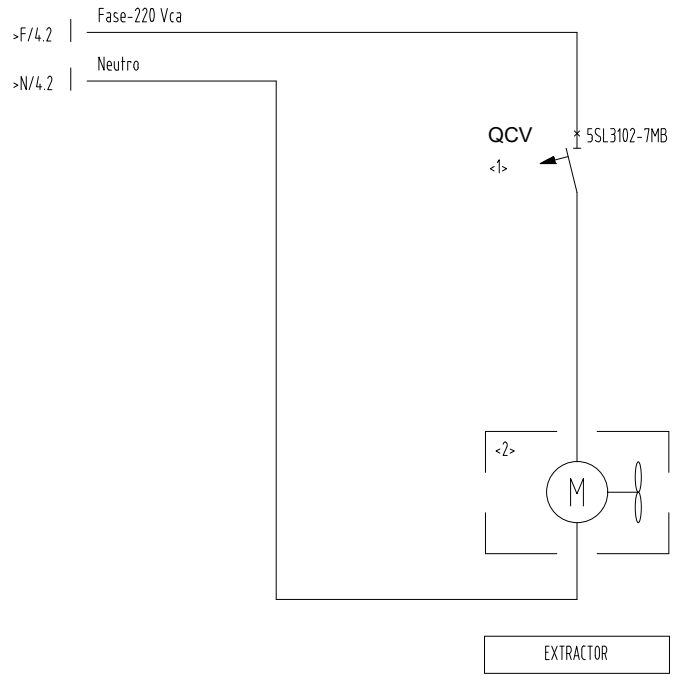
6

7

8

9

10



N° <>	REFERENCIAS
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
2	EXTRACTOR EN PUERTA 220Vca
3	/
4	/
5	/
6	/

GABINETE: 6

Cliente: CALERA S.A.

Ref.: CCM BRIQUETeadora  
CIRCUITO EXTRACTOR - GABINETE N°6



Hoja/s: 73/73
Versión: 00
Plano N°8

**Dimensionamiento de Planta de Briqueteado  
para el Aprovechamiento de Residuos Finos  
de la Producción de Cal Dolomítica  
para Calera de San Juan**

