

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA SCADA WINCC DE  
SIEMENS EN EL PROCESO DE CALCINACIÓN EN LOS  
HORNOS VERTICALES DE MAERZ”**

**TESIS**

PRESENTADA POR:

**COILA COAQUIRA WILLY VIRGILIO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO - PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA SCADA WINCC DE SIEMENS  
EN EL PROCESO DE CALCINACIÓN EN LOS HORNO VERTICALES  
DE MAERZ”**

TESIS PRESENTADA POR:  
**COILA COAQUIRA WILLY VIRGILIO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20/10/2017**


APROBADO POR EL JURADO CONFORMADO POR:




PRESIDENTE

:   
Dr. MARCO ANTONIO QUISPE BARRA

PRIMER MIEMBRO

:   
M. Sc. Ing. PEDRO BEJAR MUÑOZ

SEGUNDO MIEMBRO

:   
M. Sc. Ing. EDDY TORRES MAMANI

DIRECTOR / ASESOR

:   
Dr. IVAN DELGADO HUAYTA

ÁREA : Automatización e Instrumentación  
TEMA : Instrumentación y control de procesos

PUNO - PERU  
2018

## DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos. Por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas.

La presente tesis la dedico a toda mi familia y amigos, principalmente a mi madre que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme confianza, consejos, oportunidades y recursos para lograrlo, a mi hermana gracias por estar siempre en esos momentos difíciles, y por ultimo a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar un cálido agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano, a la carrera Profesional de Ingeniería Electrónica por brindarme una formación de primer nivel, a mi Director de Tesis Dr. Iván Delgado Huayta por su apoyo en el desarrollo de este trabajo, a todos mis amigos de la Escuela profesional de Ingeniería Electrónica que me ayudaron con sus sugerencias, apoyo, confianza y sinceridad.

Mis sinceros agradecimientos al Dr. Marco Antonio Quispe Barra por brindarme acertadas observaciones y orientaciones en el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación, al M. Sc. Ing. Eddy Torres Mamani por sus consejos y enseñanzas en este trabajo, al M. Sc. Ing. Pedro Béjar Muñoz por la pronta corrección y aprobación de este proyecto de tesis.

**INDICE GENERAL**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN.....</b>                                     | <b>13</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                   | <b>14</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                               | <b>15</b> |
| <b>CAPÍTULO I .....</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....</b> | <b>17</b> |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....                      | 17        |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....                      | 18        |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL. ....                           | 18        |
| 1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....                         | 18        |
| 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....                 | 18        |
| 1.3.1. OBJETIVOS GENERALES .....                        | 18        |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                      | 18        |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....                    | 19        |
| 1.4.1. TÉCNICA .....                                    | 19        |
| 1.4.2. ECONÓMICA.....                                   | 19        |
| 1.4.3. SOCIAL .....                                     | 19        |
| <b>CAPÍTULO II.....</b>                                 | <b>20</b> |
| <b>MARCO TEORICO .....</b>                              | <b>20</b> |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....             | 20        |
| 2.2. SUSTENTO TEORICO.....                              | 22        |
| 2.2.1. LA CAL .....                                     | 22        |
| 2.2.3. PROPIEDADES DE LA CALIZA.....                    | 23        |
| 2.2.4. USOS DE LA CALIZA .....                          | 23        |
| 2.2.5. PRODUCCIÓN DE CALIZA EN EL PERÚ .....            | 25        |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.2.6. | UBICACIÓN DE PRINCIPALES PRODUCTORES.....           | 26 |
| 2.3.   | CALCINACIÓN.....                                    | 26 |
| 2.3.1. | FENÓMENOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DURANTE LA CALCINACIÓN |    |
|        | 27  |    |
| 2.4.   | HORNOS VERTICALES.....                              | 28 |
| 2.4.1. | ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS HORNOS.....  | 30 |
| 2.4.2. | HORNO MAERZ PFR RECTANGULAR.....                    | 30 |
| 2.4.3. | HORNO MAERZ PFR CIRCULAR.....                       | 31 |
| 2.4.4. | HORNO MAERZ PFR PARA GRANO FINO .....               | 32 |
| 2.4.5. | HORNO MAERZ HPS DE CUBA ÚNICA.....                  | 33 |
| 2.5.   | SISTEMA SCADA.....                                  | 34 |
| 2.5.1. | OBJETIVOS.....                                      | 35 |
| 2.5.2. | PRESTACIONES.....                                   | 35 |
| 2.5.3. | ARQUITECTURA DE UN SISTEMA SCADA .....              | 37 |
| 2.5.4. | HARDWARE.....                                       | 39 |
| 2.6.   | REDES DE CONTROL INDUSTRIAL.....                    | 41 |
| 2.6.1  | CONTROL CENTRALIZADO .....                          | 42 |
| 2.6.2  | CONTROL DISTRIBUIDO .....                           | 43 |
| 2.6.3  | LA PIRÁMIDE CIM .....                               | 45 |
| 2.7.   | REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.....               | 45 |
| 2.7.1. | BUS DE CAMPO.....                                   | 46 |
| 2.7.2. | PANORÁMICA DE LOS BUSES DE CAMPO .....              | 46 |
| 2.7.3. | NORMALIZACIÓN.....                                  | 47 |
| 2.8.   | PROFIBUS (PROCESS FIELD BUS) .....                  | 49 |
| 2.8.1. | PROFIBUS-DP (Periferia Descentralizada) .....       | 49 |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 2.8.2.                                      | PROFIBUS-PA (Process Automation).....                | 50        |
| 2.8.3.                                      | PROFIBUS-FMS (Field Message Specification).....      | 50        |
| 2.9.  | SISTEMA DE CONTROL .....                             | 51        |
| 2.9.1.                                      | CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC) .....       | 52        |
| 2.9.2.                                      | GABINETE PRINCIPAL DEL PLC.....                      | 53        |
| 2.9.3.                                      | SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN, SIMATIC STEP 7.....        | 54        |
| 2.9.4.                                      | INTERFAZ HMI WINCC .....                             | 55        |
| 2.10.                                       | HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....                   | 57        |
| 2.10.1.                                     | HIPÓTESIS GENERAL .....                              | 57        |
| 2.10.2.                                     | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....                          | 57        |
| 2.11.                                       | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....                 | 57        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>                   |  | <b>58</b> |
| <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b> |  | <b>58</b> |
| 3.1.  | TIPOS Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....                 | 58        |
| 3.1.1.                                      | TIPO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....               | 58        |
| 3.1.2.                                      | DISEÑO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....            | 59        |
| 3.2.  | POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION.....         | 59        |
| 3.3.  | UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN .....                        | 59        |
| 3.4.  | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PROCESAMIENTO DE DATOS ..... | 60        |
| 3.4.1.                                      | TÉCNICAS .....                                       | 60        |
| 3.4.2.                                      | INSTRUMENTOS. ....                                   | 60        |
| 3.5.  | PLAN DE ANALISIS.....                                | 61        |
| 3.6.  | FASES DE LA INVESTIGACIÓN.....                       | 61        |
| 3.7.  | PLANO DE DESCRIPCIÓN GENERAL .....                   | 62        |
| 3.8.  | DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....               | 64        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.8.1. PROCESO ÁREA 100.....                                  | 65        |
| 3.8.2. PROCESO AREA 300.....                                  | 66        |
| 3.8.3. PROCESO ÁREA 200.....                                  | 74        |
| 3.8.4. PROCESO ÁREA 400.....                                  | 75        |
| 3.8.5. PROCESO ÁREA 500.....                                  | 76        |
| <b>CAPÍTULO IV.....</b>                                       | <b>77</b> |
| <b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>      | <b>77</b> |
| 4.1. ESTUDIO DEL PROCESO DE CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA .... | 77        |
| 4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SECUENCIAS DEL PROCESO .....          | 78        |
| 4.3. GRÁFICA DEL CALENTAMIENTO.....                           | 79        |
| 4.4. CONSIDERACIONES PARA LA OPERACIÓN NORMAL DEL HORNO       | 80        |
| 4.5. MOTORES UTILIZADOS PARA COMBUSTIÓN Y ENFRIAMIENTO ....   | 82        |
| 4.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....                        | 83        |
| 4.7. DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS INSTRUMENTACIÓN.....          | 84        |
| 4.8. ESPECIFICACIONES BÁSICAS DE INSTRUMENTOS DE CONTROL ..   | 84        |
| 4.9. ARQUITECTURA DE CONTROL BÁSICA.....                      | 86        |
| 4.10. INGENIERIA DE DETALLE.....                              | 87        |
| 4.11. DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN P&ID.....        | 88        |
| 4.12. ESPECIFICACIONES EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN .....       | 89        |
| 4.12.1. DIAGRAMAS DE CONEXIONADO DE INSTRUMENTOS.....         | 90        |
| 4.13. ADQUISICIÓN DE SEÑALES DEL PROCESO .....                | 91        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                                     | <b>93</b> |
| <b>SUGERENCIAS .....</b>                                      | <b>94</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                                     | <b>95</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>   | <b>98</b> |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| figura 1. Estructura de la producción de caliza por regiones del Perú..... | 25 |
| Figura 2. Fenómenos físicos y químicos durante la calcinación.....         | 27 |
| Figura 3. Zonas de un horno y sus diferentes partes.....                   | 29 |
| Figura 4. Horno maerz pfr rectangular.....                                 | 31 |
| Figura 5. Horno maerz pfr circular.....                                    | 32 |
| Figura 6. Horno maerz pfr para grano fino.....                             | 33 |
| Figura 7. Horno maerz hps de cuba única.....                               | 34 |
| Figura 8. Sistema scada.....   | 35 |
| Figura 9. Scada horno vertical(típico). .....                              | 36 |
| Figura 10. Arquitectura sistema scada.....                                 | 38 |
| Figura 11. Logo! Oba8 y hmi panel touch siemens.....                       | 41 |
| Figura 12. Instalación industrial con control centralizado.....            | 43 |
| Figura 13. Instalación industrial con control distribuido.....             | 44 |
| Figura 14. Pirámide cim de comunicación.....                               | 45 |
| Figura 15. Sistema de cableado convencional vs bus de campo.....           | 47 |
| Figura 16. Pirámide de automatización con las versiones de PB.....         | 50 |
| Figura 17. Plc siemens simatic s7-400.....                                 | 53 |
| Figura 18. Gabinete principal plc s7-400.....                              | 54 |
| Figura 19. Inicio simatic step7.....                                       | 55 |
| Figura 20. Wincc explorer.....   | 56 |
| Figura 21. Ubicación de la planta cal & cemento sur s.a.....               | 60 |
| Figura 22. Hornos maerz de flujo regenerativo implementados.....           | 62 |
| Figura 23. Layout general linea III.....                                   | 63 |
| Figura 24. Scada sistema wincc área 100.....                               | 66 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 25. Scada sistema wincc área 300.....                          | 67 |
| Figura 26. Scada sistema wincc área 300 grupo hidráulico .....        | 68 |
| Figura 27. Soplates y refrigeración hornos maerz.....                 | 69 |
| Figura 28. Dirección de flujo de aire en horno vertical .....         | 70 |
| Figura 29. Zona de precalentamiento.....                              | 71 |
| Figura 30. Scada sistema wincc área 300.....                          | 72 |
| Figura 31. Scada sistema wincc petcoke – lanzas de combustión.....    | 73 |
| Figura 32. Scada sistema wincc área 300 lanzas de combustión .....    | 74 |
| Figura 33. Scada sistema wincc área 200.....                          | 75 |
| Figura 34. Scada sistema wincc área 400.....                          | 76 |
| Figura 35. Scada sistema wincc área 500.....                          | 76 |
| Figura 36. Calentamiento del horno en función del tiempo.....         | 79 |
| Figura 37. Temperatura del canal de conexión entre cubas.....         | 81 |
| Figura 38. Etapas del proceso de combustión .....                     | 82 |
| Figura 39. Equipos utilizados para la combustión y enfriamiento ..... | 83 |
| Figura 40. Transmisor de presión manométrica .....                    | 86 |
| Figura 41. Arquitectura de control en horno maerz.....                | 87 |
| Figura 42. Diagrama de control arranque motor por vfd .....           | 89 |
| Figura 43. Circuito esquemático según norma Iec .....                 | 91 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Características básicas de principales calizas .....       | 23 |
| Tabla 2. Principales productores de calizas .....                   | 26 |
| Tabla 3. Diferentes versiones de profibus y características .....   | 51 |
| Tabla 4. Operacionalización de variables .....                      | 57 |
| Tabla 5. Descripción general horno maerz fpr .....                  | 62 |
| Tabla 6. Parámetros de operación normal del horno para 400tpd ..... | 78 |
| Tabla 7. Tiempo de combustión off.....                              | 78 |
| Tabla 8. Tiempo de combustión on .....                              | 79 |
| Tabla 9. Condiciones ambientales de la ubicación del proyecto.....  | 85 |
| Tabla 10. Especificaciones básicas de transmisor de presión .....   | 86 |
| Tabla 11. Adquisición de señales de proceso.....                    | 92 |

**INDICE DE ANEXOS**

|   |     |
|---|-----|
| Anexo A. Diagrama de flujo del proceso.....                       | 99  |
| Anexo B. Descripción de tecnologías.....                          | 100 |
| Anexo C. Especificaciones básicas de instrumentos de control..... | 105 |
| Anexo D. Arquitectura de control básica.....                      | 109 |
| Anexo E. Diagrama p&id detalle.....                               | 110 |
| Anexo F. Lista de instrumentos - sensores.....                    | 113 |
| Anexo G. Diagrama de conexionado.....                             | 126 |

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar y describir el sistema de control de los hornos en Cal & Cemento Sur s.a. proporcionar información acerca de la implementación de los hornos Maerz de flujo regenerativo, se busca conocer cuáles son las características técnicas de los diversos tipos de hornos existentes en el mercado, y cuál es la mejor alternativa en coste – beneficio. Por otro lado, una vez implementado el Horno ya con todos sus equipos, como un sistema completo en funcionamiento, es necesario llevar un registro de todas las señales de temperatura, presión, caudales, consumo energético, procesamiento de materia prima, y funcionamiento correcto de todas las áreas a controlar por lo que se utiliza el Scada en el sistema WinCC de Siemens para poder monitorizar todos los sensores instalados en el horno vertical y en todo el proceso, así también poder verificar el correcto funcionamiento de todos los motores y tener un registro de fallas y producción diaria. El WinCC descarga todos los valores nominales al autómatas programable y recibe todos los parámetros y valores reales del proceso. El sistema del ordenador posee una interfaz gráfica de usuario basada en Windows.

**Palabras clave:** Horno Maerz, WinCC, Scada

## ABSTRACT

The present work has the objective of analyzing and describing the control system of lime & cement South s.a. To provide information about the Maerz regenerative flow furnace implementation, it is sought to know the technical characteristics of the various types of furnaces on the market, and what is the best cost - benefit alternative. On the other hand, once the furnace is already in place with all its equipment, as a complete system in operation, it is necessary to keep a record of all temperature, pressure, flow, energy consumption, raw material processing and correct all areas to control so the Scada is used in the WinCC system of siemens to be able to monitor all the sensors installed in the vertical kiln and in the whole process, as well as to be able to verify the correct operation of all the motors and to have a record of failures and daily production . The WinCC unloads all the nominal values to the PLC and receives all the parameters and actual values of the process. The computer system has a graphical user interface based on Windows.

**Keywords:** Maerz PFR furnace, WinCC, Scada, Modbus.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la gran demanda existente en el país de productos derivados de la cal y sus diferentes usos en la industria moderna, difícilmente se puede concebir su existencia sin el uso de la cal y los materiales derivados de la piedra caliza. Literalmente se puede decir que casi todos los objetos que existen en el hogar de los seres humanos han requerido el uso de la cal o de la piedra caliza en alguna etapa de su fabricación, es decir, ya sea como materia prima o como un material necesario para el proceso de su elaboración. Alguno de estos ejemplos son el papel, el acero, los dentífricos, la pintura, plásticos, azúcar, etc.

En la actualidad todas las industrias dedicadas al procesamiento de cal en el Perú trabajan con hornos rotatorios, los cuales presentan una seria deficiencia en la utilización de los recursos, según los reportes de balance de materia y energía realizados en estos Hornos para el proceso de obtención de Cal; las pérdidas son considerables por lo que al implementarse los Hornos Maerz de Flujo regenerativo, la industria se verá favorecida por la reducción de pérdidas en los parámetros establecidos.

Los hornos verticales, han evolucionado hasta la impresionante tecnología de los hornos de doble cuba regenerativos de alto costo de inversión y capacidades relativamente altas de producción, basados en el concepto de alternar periódicamente entre ambos hornos, la combustión y precalentamiento, con el propósito de conseguir la combustión completa del interior de las piedras, evitando el sobrecalentamiento de la parte superficial.

Habiendo tenido la oportunidad de realizar trabajos en las instalaciones de Cal & Cemento Sur, hemos comprobado la validez de tales fundamentos y conseguido

información sobre la producción y el sistema de automatización utilizado en la implementación de los hornos paralelos de flujo regenerativo Maerz.

Este proyecto está relacionado con su utilidad en los procesos industriales además de establecer ciertos criterios y normas de funcionamiento que sirven de guía para la aplicación de la misma. El presente trabajo se muestra en capítulos los cuales tratan los siguientes temas:

**CAPÍTULO I:** Se presenta el planteamiento del problema en el cual se describe el problema central del proyecto de investigación, descripción del problema, definición del problema, limitaciones de la investigación realizada, justificación del problema y los objetivos planteados.

**CAPÍTULO II:** Se presenta el marco teórico que sustenta la presente investigación, la cal, hornos paralelos de flujo regenerativo, Scada, sistemas de comunicación, las hipótesis, y el sistema de variables.

**CAPÍTULO III:** Presenta el diseño metodológico de investigación además se considera la población y muestra de estudio, los instrumentos y materiales de investigación.

**CAPÍTULO IV:** Presenta los resultados de la investigación, las pruebas de verificación, los procedimientos por los que se plantean las conclusiones y sugerencias, finalmente se presenta la bibliografía consultada y los anexos referidos al material experimental utilizados durante el proyecto de investigación.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La industria Cal & Cemento Sur, desempeña un papel importante en la Producción de Cal, para los proyectos de gran envergadura, y que viene a ser la parte inicial en la ejecución de los proyectos civiles, proyectos industriales, proyectos mineros, etc.

El sistema desarrollado tendrá la capacidad de controlar y supervisar los diferentes procesos industriales involucrados en la Calcinación de la Caliza; ya que este es un proceso complejo que depende de varias variables como son: temperaturas de entrada, temperatura de cubas, flujo de aire, peso de caliza, temperatura de enfriamiento, presiones a diferentes niveles del horno, niveles bajos y altos de material a calcinar, posición de compuertas, medición de presión diferencial en los filtros de mangas, potencia consumida por los ventiladores del horno, concentración de gases como el CO<sub>2</sub> y el O<sub>2</sub>, etc.

Todas estas variables deben tener un estricto control para conseguir una buena producción de Cal y creando un ambiente seguro de trabajo sin alterar el medio ambiente.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL.**

¿Cómo desarrollar un sistema que permita mejorar la supervisión y control de los sensores y equipos, en el proceso de calcinación de piedra caliza en los hornos verticales?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

- a) ¿Se podrá supervisar y controlar las diferentes áreas del proceso de calcinación de piedra caliza?
- b) ¿Se puede realizar el registro de los sensores y actuadores del proceso, durante la ejecución del proyecto en los hornos verticales Maerz?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. OBJETIVOS GENERALES**

Estudiar y Analizar la implementación del sistema SCADA WINCC de Siemens al proceso de calcinación de piedra caliza en los hornos verticales de Maerz en la empresa Cal & Cemento Sur.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Operacionalización del scada en el sistema de supervisión wincc para el proceso de calcinación de los hornos verticales Maerz.
- b) Documentar todo el proceso de automatización del proceso de calcinación de piedra caliza en los hornos verticales Maerz.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad todas las industrias dedicadas al procesamiento de cal en el Perú trabajan con hornos rotatorios, los cuales presentan una seria deficiencia en la utilización de los recursos, según los reportes de balance de materia y energía realizados en estos Hornos para el proceso de obtención de Cal; las pérdidas son considerables por lo que al implementarse los Hornos Maerz de Flujo regenerativo, la industria se verá favorecida por la reducción de pérdidas en los parámetros establecidos.

Este diseño del sistema scada es el objeto principal de la investigación, ya que, al desarrollarse a través de una metodología centrada en la descripción, posibilita el aumento de la tecnología a usar en el control, con otras ya conocidas.

##### **1.4.1. TÉCNICA**

Mediante el análisis de la implementación de los hornos Maerz de flujo regenerativo se busca conocer cuáles son las características técnicas de este tipo de hornos en diferencia o en relación a los Hornos existentes.

##### **1.4.2. ECONÓMICA**

En la actualidad las mayores pérdidas que presenta el sector industrial son por el factor humano, en la instalación e implementación de nuevas tecnologías por lo que es importante contar con una un sistema de supervisión y control de todos los instrumentos utilizados en la automatización de los hornos.

##### **1.4.3. SOCIAL**

El proyecto permite dar a conocer tecnología de avanzada en nuestra región que pueda ser utilizado como base para futuros proyectos, permitiendo un mayor desarrollo en el ámbito social de nuestra región.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Referente al tema de investigación realizado “ESTUDIO Y ANALISIS DEL SISTEMA SCADA WINCC DE SIEMENS EN EL PROCESO DE CALCINACION EN LOS HORNOS VERTICALES DE MAERZ”, existe muy poca información que trate específicamente del tema en particular, habiendo realizado una pesquisa bibliográfica a nivel nacional e internacional vía web, se encontró información relevante relacionada al tema de la investigación, de lo cual se destaca lo siguiente:

1. **“Proyecto de Automatización del Horno 1 con el Sistema Scada RsView32 Fábrica de Cemento Yura SA, Arequipa”**

*Autor:* Edwin Red Estofanero Larico

*Institución:* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

*Año:* 2010

*Aporte al Trabajo de Investigación:* Brindó los datos funcionales de este tipo de procesos, en función a ello se determina la cantidad de señales digitales y analógicas prioritarias para el sistema.

2. **“Desarrollo de una Tecnología Refractaria basada en MgO-CaZrO<sub>3</sub> reforzado con Hercinita para Hornos Rotatorios de Cemento”**

*Autor:* Bach. Fabiola Iliana Dávila Del Toro

*Institución:* Universidad Autónoma de Nuevo León

*Año:* 2009

*Aporte al Trabajo de Investigación:* Brindó una clasificación y definición de las etapas desarrolladas en un horno vertical y así como las condiciones de operación dentro del horno para tomar en cuenta en el momento del control de temperaturas.

3. **“Técnicas de Automatización Avanzadas en Procesos Industriales”**

*Autor:* Emilio Jiménez Macías

*Institución:* Universidad de la Rioja de España

*Año:* 2004

*Aporte al Trabajo de Investigación:* Brindó una clasificación y definición de las arquitecturas de red más adecuadas para un sistema como el estudiado, así como los protocolos idóneos para este proceso.

## 2.2. SUSTENTO TEORICO

### 2.2.1. LA CAL

Las calizas son rocas sedimentarias, es decir, formadas por depósito de los productos de alteración química y física de rocas preexistentes, primitivas, como el feldespatos de cálcico. Su componente fundamental es el carbonato de cálcico o calcita  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .

La caliza es una roca que tiene origen químico y orgánico. Una caliza, químicamente pura, consiste en un 100 % en calcita y/o aragonito, y ambos minerales tienen la misma fórmula química  $\text{CaCO}_3$  (56,2 %  $\text{CaO}$ , 43,8 %  $\text{CO}_2$ ).

La mayoría de las calizas usadas por la industria tienen un contenido de  $\text{CaCO}_3$  de 70-80 %, y muchas de más del 90%. (DUDA,2003)

### 2.2.2. DERIVADOS DE LA CALIZA

Los derivados de la caliza son:

- A. **LA CAL**, es el producto que se obtiene calcinando la piedra caliza por debajo de la temperatura de descomposición del óxido de calcio ( $903^\circ\text{C}$ ).
- B. **CAL VIVA**, material obtenido de la calcinación de la caliza que al desprender anhídrido carbónico se transforma en óxido de calcio.
- C. **CAL HIDRÁULICA**, cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica ( $\text{SiO}_2$ ) y alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) o mezclas sintéticas de composición similar.
- D. **CARBONATO DE CALCIO**, el carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ , es la piedra caliza pura de la naturaleza. (Valdiviezo y Ramírez, 2009)

| Nombre Mineralógico | Fórmula Química                      | Peso Molec. (g/mol) | Peso Espec. (g/cc) | Dureza (escala de Mohs) | Forma de los cristales |
|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| Dolomita            | CaCO <sub>3</sub> .MgCO <sub>3</sub> | 184.4               | 2.84               | 3,4 - 4,0               | Romboédrica            |
| Aragonita           | CaCO <sub>3</sub>                    | 100.1               | 2.94               | 3,5 - 4,0               | Ortorrómica            |
| Calcita             | CaCO <sub>3</sub>                    | 100.1               | 2.72               | 3,0                     | Romboédrica            |
| Magnesita           | MgCO <sub>3</sub>                    | 84.3                | 3.00               | 4,5 - 5,0               | Romboédrica            |

**Tabla 1.** Características básicas de principales calizas

**Fuente:** National Lime Association

### 2.2.3. PROPIEDADES DE LA CALIZA

- **Color:** La coloración de las calizas ricas en calcio es blanco cuando son puras, pero cambia de color entre el gris y el negro a consecuencia de las impurezas carbonosas que contienen.
- **Resistencia:** La resistencia de la caliza a la compresión y al aplastamiento oscila entre 98,4 y 583,5 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Densidad:** La caliza rica en calcio tiene una densidad entre 2,65 a 2,75 kg/dm<sup>3</sup>.
- **Otras características:** Absorción de agua: 2 a 8% en peso. Desgaste al rozamiento: 30 a 40 cm<sup>3</sup>, y al chorro de arena de 7 a 10 cm<sup>3</sup>. (Valdiviezo y Ramírez, 2009)

### 2.2.4. USOS DE LA CALIZA

Desde que el hombre se hizo sedentario comenzó a utilizar la caliza y otras rocas calcáreas para construir sus casas, a medida que ha transcurrido el tiempo y hasta nuestros días ha sido utilizada para tal fin, siendo de gran importancia en este ramo de la construcción.

La caliza y sus derivados tienen múltiples usos industriales debido a sus características químicas compuestas mayormente por calcita ( $\text{CaCO}_3$ ).

Dentro de las principales aplicaciones tenemos:

#### **A. SUBSECTOR CONSTRUCCIÓN**

La piedra caliza se utiliza en el subsector construcción para la fabricación de cemento como materia prima elemental. Además, la cal también se usa en la estabilización de suelos y en mampostería como material de recubrimiento en paredes, pisos, techos y en la elaboración de morteros.

#### **B. SUBSECTOR QUÍMICO**

En la industria química, la cal es el segundo material de importancia después del ácido sulfúrico y se utiliza en las siguientes aplicaciones:

- Como materia prima en la producción de insecticidas y fungicidas.
- Es utilizado en el proceso de refinamiento del petróleo como un agente neutralizador de impurezas sulfúricas.
- Es utilizado en el proceso de fabricación de pigmentos para pinturas.

#### **C. SUBSECTOR ALIMENTICIO**

En el subsector alimenticio la cal se utiliza en las siguientes aplicaciones:

- En la producción de azúcar proveniente de la remolacha o la caña.
- Para neutralizar o reducir la acidez en la crema previo a la pasteurización en la elaboración de la leche y la mantequilla.
- Como agente reductor de la corrosión que se daría en los equipos de las industrias fruteras, neutralizando los ácidos cítricos.

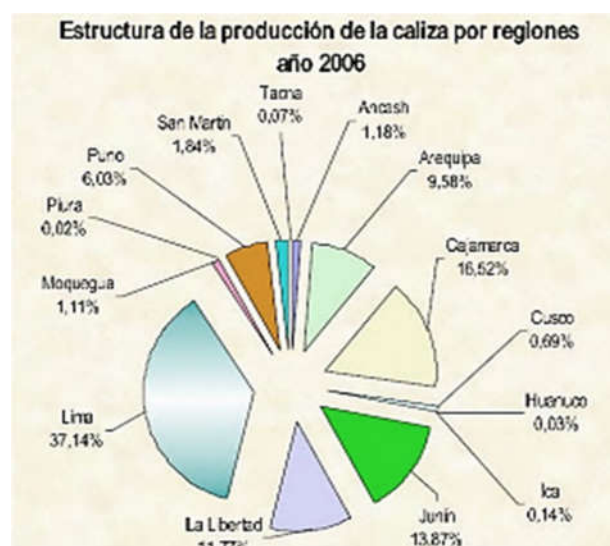


### 2.2.5. PRODUCCIÓN DE CALIZA EN EL PERÚ

En el Perú definitivamente el mayor volumen de producción de caliza corresponde a las canteras de las fábricas de cemento y el resto es producido por la mediana, pequeña y la minería artesanal, que extraen en un año una cantidad aproximada a la que se extrae en dos días en las canteras para la industria del cemento..

El segundo gran mercado corresponde a la actividad minera metalúrgica y siderúrgica, que consume cal y carbonatos de calcio para la fundición de hierro y cobre, y que consumió entre 20 y 25% del total producido.

En la figura 1 se muestra la producción de caliza por regiones, destacando la región Lima con alrededor del 37.14% del total de la caliza peruana, con aproximadamente 4 millones de T.M. al año, debido a que allí se encuentra instalada la fábrica más grande de cemento del país. (Valdiviezo, 2009)



**Figura 1.** Estructura de la producción de caliza por regiones del Perú.

**Fuente:** Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú. Ingemmet

### 2.2.6. UBICACIÓN DE PRINCIPALES PRODUCTORES

El territorio peruano cuenta con grandes extensiones de superficies en las que afloran las calizas, en la tabla 2 se muestran los principales productores de caliza en el Perú y su respectiva ubicación. (Valdiviezo y Ramírez, 2009)

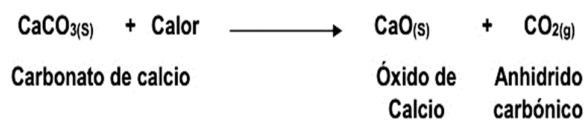
| Nº | PRINCIPALES PRODUCTORES DE CALIZAS | DEPARTAMENTO  | PROVINCIA | DISTRITO  |
|----|------------------------------------|---------------|-----------|-----------|
| 1  | Calcáreos 2004 S.A.C.              | La Libertad   | Trujillo  | Simbal    |
| 2  | Calera Cut Off S.A.C.              | Junín         | Yauli     | La Oroya  |
| 3  | Casapino Del Castillo, Víctor Raúl | Cusco         | Urubamba  | Chinchero |
| 4  | Cemento Andino S.A                 | Junín         | Tarma     | La Unión  |
| 5  | Cemento Sur S.A.                   | Puno          | San Román | Caracoto  |
| 6  | Cementos Lima S.A.                 | Lima          | Lima      | VMT/Pacha |
| 7  | Cementos Pacasmayo S.A.A           | Cajamarca     | Contumaza | Yonan     |
| 8  | Cementos Selva S.A.                | San Martín    | Rioja     | Rioja     |
| 9  | Cmd S.A.C                          | . La Libertad | Trujillo  | Simbal    |
| 10 | Compañía Minera Bunyac S.A.C.      | Junín         | Tarma     | Tarma     |

**Tabla 2.** Principales productores de calizas

**Fuente:** Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú. Ingemmet

### 2.3. CALCINACIÓN

La cal es un material reactivo que se obtiene por la descomposición del carbonato contenido en las calizas mediante la calcinación. Así tenemos:



Si al óxido obtenido se le agrega agua, en cualquier estado, o se deja expuesto al medioambiente, se dará la siguiente reacción, la cual se conoce como la reacción de apagado de la Cal Viva:



2. La transmisión de calor a través de la zona ya calcinada de la caliza.
  3. El Calor es absorbido por la reacción química en la zona Cal/Caliza en su recorrido hacia el núcleo. La caliza se descompone en Cal y CO<sub>2</sub>.
  4. El CO<sub>2</sub> producido se difunde de dentro de la partícula hacia su superficie.
  5. El CO<sub>2</sub> se desprende de la superficie de la piedra a la atmósfera circundante.
- (Oates y Wiley, 1998)

#### 2.4. HORNOS VERTICALES

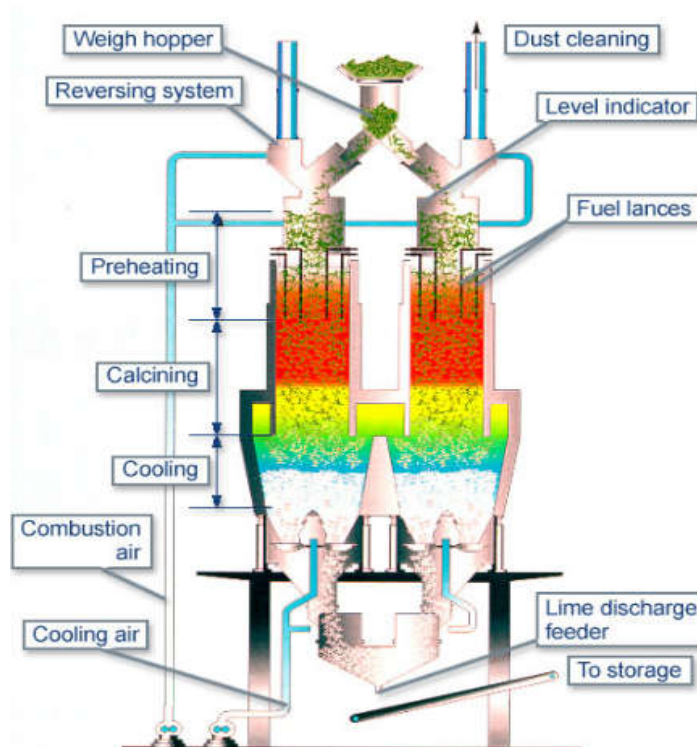
Existen varios tipos y diseños con amplia variabilidad de eficiencia. Todos estos hornos tienen 3 zonas que se muestran en la figura adjunta.

En la zona de precalentamiento, los gases de escape calientan la roca, preparando la calcinación en la zona adyacente.

La zona de calcinación media es donde ocurre el 95% del proceso. Es allí donde se completa la calcinación y donde se sitúan los quemadores.

El aire frío ingresa a la zona de enfriamiento desde la base del horno ya sea por tiro natural, inducido o forzado y fluye en contracorriente mientras que la cal descende a través del horno.

El aire enfría la cal para ser descargada en cintas transportadoras que se encuentran abajo, y recupera mucho calor de la cal caliente y luego actúa como aire secundario en la zona de calcinación. (Oates y Wiley, 1998)



**Figura 3.** Zonas de un horno y sus diferentes partes

Fuente: [www.xzjxjx.com](http://www.xzjxjx.com)

Las capacidades típicas de este horno están entre 600-800 TM/día y sus consumos entre 4.2-4.6 GJ/TM Cal. Se estima que el 5% del consumo es energía eléctrica. Los dos principios de operación son:

- A. La roca empacada en la zona de precalentamiento de cada tiro actúa como un intercambiador de calor regenerativo con el fin de precalentar la roca a la temperatura de calcinación. El calor excedente de los gases se transfiere a la roca del tiro 2 durante la primera etapa y luego se transfiere de la roca al aire de combustión en la segunda etapa. Como resultado, el aire de combustión se precaliente hasta cerca de 800 °C. El calor neto utilizado en el horno es de aproximadamente 3,7 GJ/TM Cal.

B. La calcinación de la piedra caliza se completa al nivel del ducto cruzado a temperaturas moderadas de alrededor de 1100 °C.

El horno acepta roca con un tamaño superior de 5-12 cm, y puede utilizar combustibles gaseosos, líquidos y sólidos. (Oates y Wiley, 1998)

#### **2.4.1. ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS HORNOS**

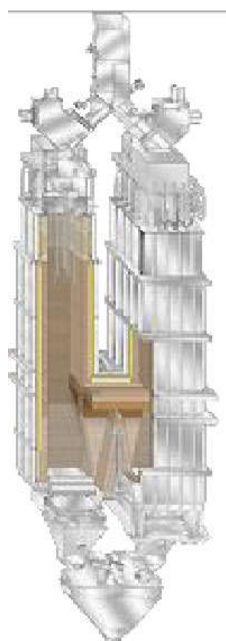
Para realizar el análisis para la implementación de los hornos se requiere conocer cuáles son las características básicas de cada uno de ellos. Los Hornos para la obtención de Cal mediante la Calcinación del tipo Maerz existentes son:

- Horno Maerz PFR Rectangular
- Horno Maerz PFR circular
- Horno Maerz PFR para Grano Fino
- Horno Maerz HPS de Cuba única

#### **2.4.2. HORNO MAERZ PFR RECTANGULAR**

El diseño más simple de un Horno PFR contempla la colocación de dos cubas de sección rectangular una al lado de la otra y su conexión mediante un canal directo de flujo. Los gases del horno pasan así directamente de una cuba a la otra. Por su geometría, este tipo de horno es sencillo de fabricar y requiere menor estructura metálica y material refractario que hornos circulares.

Este sencillo y económico tipo de horno se utiliza principalmente para producciones diarias de hasta 400 toneladas de cal viva o dolomía.



|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Tipo horno                           | E1 – E6                  |
| Capacidad (t/día)                    | 100 - 400                |
| Granulometría (mm)                   | 30 - 120                 |
| Consumo (Kj/kg)<br>térmico (kcal/kg) | 3390 - 3650<br>810 - 870 |
| Criterio de selección                | Cal muy reactiva         |

**Figura 4.** Horno Maerz PFR Rectangular

Fuente: Cal & Cemento Sur, [www.maerz.com](http://www.maerz.com)

#### 2.4.3. HORNO MAERZ PFR CIRCULAR

Para mayores producciones, entre 300 y 850 t/día, se recomienda la utilización de hornos de sección circular. Estos hornos tienen canales dispuestos anularmente por los que circulan los gases procedentes del material de flujo. Los gases abandonan la cuba en que tiene lugar la combustión radialmente a través de todo su perímetro, siendo conducidos al material amontonado en la cuba que no se encuentra en combustión. Se garantiza así la distribución absolutamente homogénea de los gases y del calor.

El diseño circular de la cuba favorece la distribución uniforme de piedras y combustible durante la alimentación y la calcinación sobre toda la sección de la cuba. Consecuentemente, este tipo de horno ofrece la mejor calidad de producto de todos los tipos de horno PFR.



|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Tipo horno                           | R1 – R5                  |
| Capacidad (t/día)                    | 300 - 800                |
| Granulometría (mm)                   | 30 - 160                 |
| Consumo (Kj/kg)<br>térmico (kcal/kg) | 3390 - 3650<br>810 - 870 |
| Criterio de selección                | Cal muy reactiva         |

**Figura 5.** Horno Maerz PFR Circular

**Fuente:** Cal & Cemento Sur, [www.maerz.com](http://www.maerz.com)

#### 2.4.4. HORNO MAERZ PFR PARA GRANO FINO

Maerz ha desarrollado un horno especial del tipo PFR, patentado, en el que pueden tratarse granulometrías de entre aprox. 10 y 40mm. El rendimiento térmico alcanzado supera incluso al de los hornos PFR convencionales.

En ensayos de laboratorio y estudios a gran escala se ha comprobado que los siguientes parámetros son especialmente críticos a la hora de calcinar material de grano fino en hornos de cuba:

- Aparición de fenómenos de segregación en el material amontonado.
- La distribución del combustible sobre la sección de la cuba.
- La geometría del revestimiento refractario de las cubas.





|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Tipo horno                           | F1 – F3                  |
| Capacidad (t/día)                    | 200 - 400                |
| Granulometría (mm)                   | 15 - 40                  |
| Consumo (Kj/kg)<br>térmico (kcal/kg) | 3310 – 3560<br>790 – 850 |
| Criterio de selección                | Cal muy reactiva         |

**Figura 6.** Horno Maerz PFR Para Grano Fino

**Fuente:** Cal & Cemento Sur, [www.maerz.com](http://www.maerz.com)

#### 2.4.5. HORNO MAERZ HPS DE CUBA ÚNICA

A finales de los años 70, la ingeniería austriaca RCE GmbH desarrolló un horno de cuba de alta temperatura para la fabricación de productos refractarios básicos y no básicos de gran calidad. Desde entonces, se han suministrado y construido numerosos hornos de este tipo en todo el mundo, pasando RCE a ser líder en el mercado en este sector.

Sobre la base de este diseño y en respuesta a los requerimientos del mercado, Maerz desarrolló y patentó más tarde, y en colaboración con RCE, un horno de cuba de alto rendimiento para la calcinación de caliza y dolomía. Las características principales del horno Maerz HPS de cuba única son su compacto diseño y su

gran rendimiento específico. Este tipo de horno se utiliza especialmente para la fabricación de cal viva con reactividad media y baja.



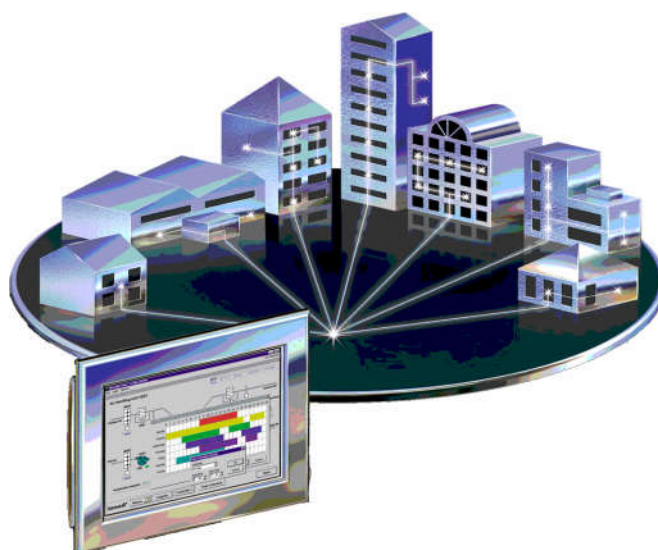
|                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Tipo horno                           | H1 – H5                   |
| Capacidad (t/día)                    | 50 - 300                  |
| Granulometría (mm)                   | 10 - 100                  |
| Consumo (Kj/kg)<br>térmico (kcal/kg) | 4100 – 4610<br>980 – 1100 |
| Criterio de selección                | Cal media baja            |

**Figura 7.** Horno Maerz HPS De Cuba Única

**Fuente:** Cal & Cemento Sur, [www.maerz.com](http://www.maerz.com)

## 2.5. SISTEMA SCADA

De las siglas de "Supervisory Control And Data Adquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. (Pérez, 2010)



**Figura 8.** Sistema SCADA.

**Fuente:** “WinCC Programación Elemental” PEREZ, Fede.2010

### 2.5.1. OBJETIVOS

Deben ser sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa. Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de la empresa (redes locales y de gestión). Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario. (Pérez, 2010)

### 2.5.2. PRESTACIONES

El paquete SCADA, en su vertiente de herramienta de interface hombre-máquina, comprende toda una serie de funciones y utilidades encaminadas a establecer una comunicación, lo más clara posible, entre el proceso y el operador:

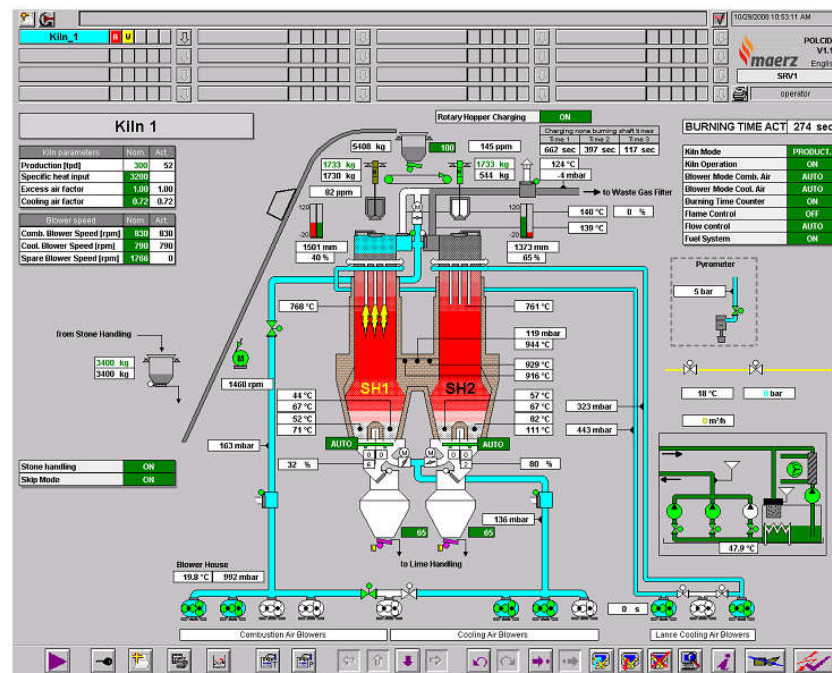


Figura 9. Scada Horno Vertical(típico).

Fuente: Cal & Cemento Sur S.A. [www.maerz.com](http://www.maerz.com)

- **La monitorización:** representación de los datos en tiempo real a los operadores de planta.
- **La supervisión:** supervisión, mando y adquisición de datos de un proceso y herramientas de gestión para la toma de decisiones.
- **La adquisición de datos de los procesos en observación:** en un sistema se puede observar mediante herramientas registradoras y obtener así un valor medio, guardando los valores obtenidos y evaluándolos a posterioridad.
- **La visualización de los estados de las señales del sistema (alarmas y eventos):** reconocimiento de eventos excepcionales acaecidos en la planta y su inmediata puesta en conocimiento a los operarios para efectuar las acciones correctoras pertinentes. Además, los paneles de alarma pueden exigir alguna acción de

reconocimiento por parte del operario, de forma que queden registradas las incidencias.

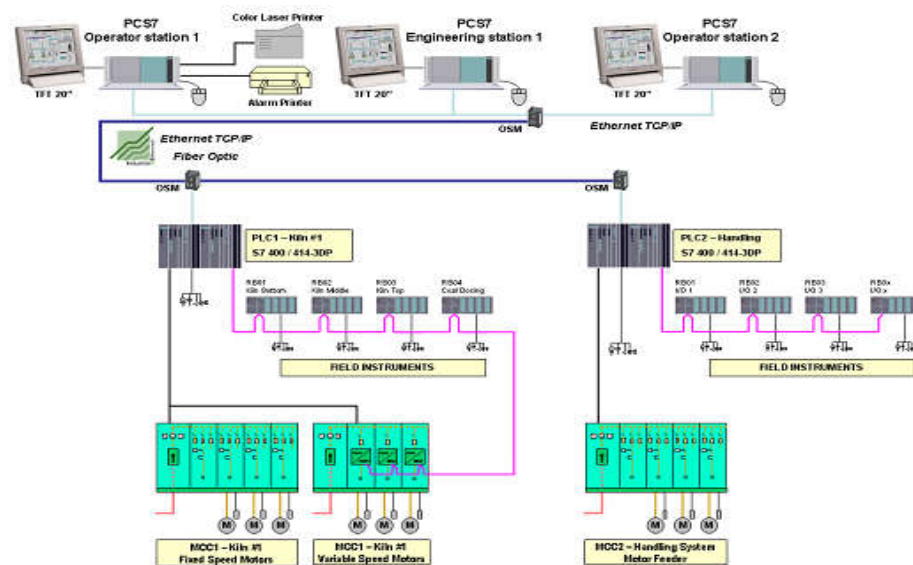
- **El mando:** posibilidad de que los operadores puedan cambiar consignas u otros datos claves del proceso directamente desde el ordenador.

Cuando se habla de un sistema SCADA no hay que olvidar que hay algo más que las pantallas que nos informan de cómo van las cosas en nuestra instalación. Tras estas se encuentran multitud de elementos de regulación y control, sistemas de comunicaciones y múltiples utilidades de software que pretenden que el sistema funcione de forma eficiente y segura. (Pérez, 2010)

### 2.5.3. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA SCADA

El desarrollo del ordenador personal ha permitido su implementación en todos los campos del conocimiento y a todos los niveles imaginables. Las primeras incursiones en el campo de la automatización localizaban todo el control en el PC y tendían progresivamente a la distribución del control en planta. De esta manera, el sistema queda dividido en tres bloques principales:

- Software de adquisición de datos y control (SCADA).
- Sistemas de adquisición y mando (Sensores y Actuadores).
- Sistema de interconexión (Comunicaciones).



**Figura 10.** Arquitectura Sistema SCADA.

**Fuente:** Cal & Cemento Sur, [www.maerz.com](http://www.maerz.com)

El usuario, mediante herramientas de visualización y control, tiene acceso al sistema de control de proceso, generalmente un ordenador donde reside la aplicación de control y supervisión. La comunicación entre estos dos sistemas se suele realizar a través de comunicaciones corporativas tales como Ethernet.

El sistema de proceso capta el estado del sistema a través de los elementos sensores e informa al usuario de las herramientas HMI. Basándose en los comandos ejecutados por el usuario, el sistema de proceso inicia las acciones pertinentes para mantener el control del sistema a través de los elementos actuadores. La transmisión de los datos entre el sistema de proceso y los elementos de campo se lleva a cabo mediante los denominados buses de campo.

La tendencia actual es englobar los sistemas de comunicación en una base común, como Ethernet industrial. Toda la información generada durante la ejecución de

las tareas de supervisión y control se almacenan para disponer de los datos a posteriori (Pérez, 2010)

#### **2.5.4. HARDWARE**

Un sistema SCADA, a escala conceptual, está dividido en dos grandes bloques:

- a) Captadores de datos: recopilan los datos de los elementos de control del sistema y los procesan para su utilización. Son los servidores del sistema.
- b) Utilizadores de datos: los que utilizan la información recogida por los anteriores, como pueden ser las herramientas de análisis de datos o los operadores del sistema. Son los clientes.

Mediante los clientes, los datos residentes en los servidores pueden evaluarse, permitiendo realizar las acciones oportunas para mantener las condiciones nominales del sistema.

Mediante los denominados buses de campo, los controladores de proceso envían la información a los servidores de datos, los cuales, a su vez, intercambian la información con niveles superiores del sistema automatizado a través de redes de comunicación de área local. (Pérez, 2010)

Estos sistemas están formados por los siguientes elementos básicos:

##### **2.5.4.1. INTERFACE HOMBRE-MÁQUINA (HMI, MMI)**

Es la interfaz entre el proceso y los operadores, básicamente un panel del operador. Es la herramienta principal con la cual los operadores y los supervisores de la línea coordinan y controlan los procesos industriales y de

fabricación en la planta. Las HMI sirven para traducir las variables del proceso complejas en información útil y aprovechable.

#### **2.5.4.2. UNIDAD CENTRAL (MTU, MASTER TERMINAL UNIT)**

Centraliza el mando del sistema. Se hace uso extensivo de protocolos abiertos, los cuales permiten la interoperabilidad de multiplataformas y multisistemas. Un sistema de este tipo debe estar basado en estándares asequibles a bajo precio para cualquier parte interesada. De esta manera, es posible intercambiar información en tiempo real entre centros de control y subestaciones situadas en cualquier lugar. (Pérez, 2010)

En el centro de control se realiza, principalmente, la tarea de recopilación y archivado de datos. Toda esta información que se genera en el proceso productivo se pone a disposición de los diversos usuarios que puedan requerirla. Se encarga de:

- *Gestionar las comunicaciones*
- *Recopilar los datos de todas las estaciones remotas (RTU)*
- *Envío de información*
- *Comunicación con los operadores*
- *Análisis*
- *Visualización de datos*

#### **2.5.4.3. UNIDAD REMOTA (RTU, REMOTE TERMINAL UNIT)**

Por unidad o estación remota, se puede entender aquel conjunto de elementos dedicados a labores de control y/o supervisión de un sistema, alejados del



centro de control y comunicados con éste mediante algún canal de comunicación. (Perez,2010)

Dentro de esta clasificación se puede encontrar varios elementos más o menos diferenciados:

- **RTU (Remote Terminal Unit):** especializados en comunicación.
- **PLC (Programmable Logic Controller):** tareas generales de control.
- **IED (Intelligent Electronic Device):** tareas específicas de control



**Figura 11.** LOGO! 0BA8 y HMI PANEL TOUCH SIEMENS

**Fuente:** [www.support.automation.siemens.com](http://www.support.automation.siemens.com)

## 2.6. REDES DE CONTROL INDUSTRIAL

Se distinguen tres tipos de sistemas de control industrial: **control centralizado**, **control híbrido** y **control distribuido**. La importancia de las tareas a realizar, o la posibilidad de subdividir la tarea de control del proceso o conjunto de máquinas en esas funciones autónomas, determinará en muchos casos la elección de un tipo u otro de control. (Hurtado, 2014)

### 2.6.1 CONTROL CENTRALIZADO

Esta aproximación es la que se sigue en el caso de sistemas poco complejos, donde un proceso puede ser gestionado directamente mediante un único elemento de control encargado de realizar todas las tareas del proceso de producción y que puede incluir un sistema de monitorización y supervisión. Conforme las necesidades de producción han requerido mayor complejidad, una tendencia ha sido la de emplear elementos de control más complejos y potentes, manteniendo en un único elemento todo el control del proceso, con la complejidad que ello supone, ya que se hace necesario hacer llegar todas las señales de sensores y cablear todos los actuadores allá donde se encuentren.

Como ventajas de esta metodología se tiene que no es necesario planificar un sistema de intercomunicación entre procesos, ya que todas las señales están gestionadas por el mismo sistema. Por otro lado, para sistemas poco complejos, posee un menor coste económico.

En cambio, posee numerosas desventajas ya que, si el sistema falla, toda la instalación queda paralizada, siendo necesario un sistema redundante para evitar estas situaciones.

También se hace necesario el empleo de unidades de control (generalmente autómatas programables) de mayor capacidad de proceso, dada la complejidad de los problemas que debe abordar y las restricciones de tiempo límite que son habituales en los procesos industriales.

Por otro lado, el cableado puede aumentar notablemente debido a las mayores distancias que pueden existir entre los sensores, actuadores y la unidad de control,

aunque este problema se pueda simplificar en cierta medida debido al uso de buses de campo.



**Figura 12.** Instalación industrial con control centralizado

**Fuente:** “Cal & Cemento Sur – PLC H1”

### 2.6.2 CONTROL DISTRIBUIDO

La opción de control distribuido requiere que puedan considerarse procesos, grupos de procesos o áreas funcionales susceptibles de ser definidas por un algoritmo de control que pueda realizarse de forma autónoma. A cada unidad se destinará un autómata (o elemento de control) dimensionado de acuerdo con los requerimientos del proceso considerado. Debido a la interdependencia que existe entre las operaciones que tienen lugar en cada proceso, hay que tener en cuenta que es necesario interconectar los autómatas entre sí mediante entradas y salidas digitales, o a través de una red de comunicaciones para intercambio de datos y

estados. Por tanto, el autómatas o elemento de control evaluado debe permitir las comunicaciones.

Con esta metodología de control es posible que cada unidad funcional consista en un proceso relativamente sencillo comparado con el proceso global, reduciendo la posibilidad de errores en la programación y permitiendo el empleo de unidades de control (autómatas programables principalmente) más sencillas y, por tanto, más económicas.

Al mismo tiempo, la existencia de fallos en otras unidades de control no implica necesariamente la paralización de todos los procesos que se llevan a cabo en la planta. Como desventaja, es necesario realizar un estudio de implantación previo, ya que se deben identificar los procesos autónomos, asignar elementos a cada proceso y diseñar el modelo de intercomunicación para responder a las necesidades del proceso planteado.

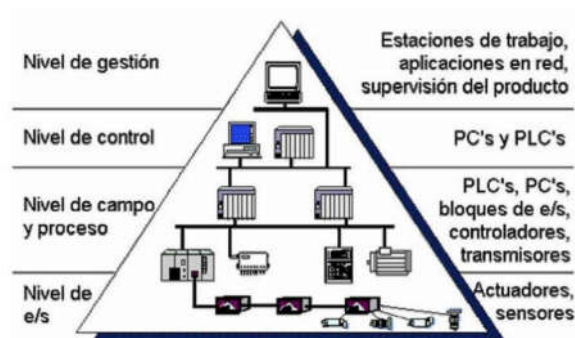


**Figura 13.** Instalación industrial con control distribuido

**Fuente:** “Cal & Cemento Sur – Remoto I”

### 2.6.3 LA PIRÁMIDE CIM

El ideal de factoría completamente automatizada (*Computer Integrated Manufacturing*) se representa como una pirámide en la que en los niveles bajos se encuentran los sensores y actuadores; en los niveles intermedios se interconectan estos elementos para funcionar cooperativamente realizando funciones más o menos sincronizadas y finalmente, en el nivel superior aparece la red informática técnico-administrativa donde se recogen informaciones de estado, registros históricos, datos de partida, consignas, etc.



**Figura 14.** Pirámide CIM de comunicación

**Fuente:** “Comunicaciones Industriales” [www.ctai.es](http://www.ctai.es)

## 2.7. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Las comunicaciones deben poseer unas características particulares para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real. Además, deben resistir un ambiente hostil donde existe gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras. En el uso de comunicaciones industriales se pueden separar dos áreas principales: una comunicación a nivel de campo, y una comunicación hacia el SCADA. En ambos casos la transmisión de datos se realiza en tiempo real o, por lo menos, con una demora que no es significativa respecto de los tiempos del proceso, pudiendo ser crítico para el nivel de campo. (Hurtado,2014)

### 2.7.1. BUS DE CAMPO

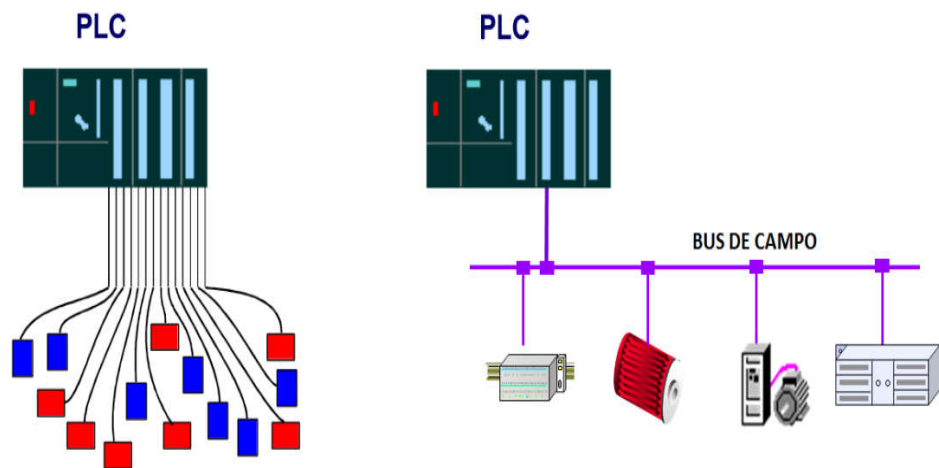
Un bus de campo es, en líneas generales, *“un sistema de dispositivos de campo (sensores y actuadores) y dispositivos de control, que comparten un bus digital serie bidireccional para transmitir informaciones entre ellos, sustituyendo a la convencional transmisión analógica punto a punto”*. Permiten sustituir el cableado entre sensores- actuadores y los correspondientes elementos de control. Este tipo de buses debe ser de bajo coste, de tiempos de respuesta mínimos, permitir la transmisión serie sobre un bus digital de datos con capacidad de interconectar controladores con todo tipo de dispositivos de entrada-salida, sencillos, y permitir controladores esclavos inteligentes. (Hurtado, 2014)

### 2.7.2. PANORÁMICA DE LOS BUSES DE CAMPO

Las señales de procesos industriales, originadas a pie de máquina, se transmiten normalmente con un extenso cableado punto a punto, incluso haciendo uso de transmisores “inteligentes”. Esto significa que cada sensor o actuador situado en campo se encuentra conectado a los módulos de entrada/salida de los PLCs, utilizando un par de hilos por instrumento.

Cuando la distancia entre el instrumento y sistema de control comienza a ser considerable o cuando existen en el proceso un gran número de instrumentos, debemos tener en cuenta los costos de cableado, sobre todo cuando se establece la necesidad de un número extenso de conductores de reserva, de cara a futuras ampliaciones. Por estas razones, en la actualidad se está implantando definitivamente la filosofía de bus de campo. Con este sistema es posible la sustitución de grandes haces de conductores por un simple cable bifilar o fibra óptica, común para todos los sensores y actuadores, con el consiguiente ahorro

económico que ello supone. La comunicación de la variable de proceso será totalmente digital. (Hurtado, 2014)



**Figura 15.** Sistema de cableado convencional vs bus de campo

**Fuente:** “comunicación Industrial” [www.ctai.es](http://www.ctai.es)

Inicialmente, los buses de campo estaban muy poco normalizados, por lo que existe una gran variedad de ellos con diferentes características dependiendo de a qué aplicaciones estén destinados. Lo cierto es que actualmente cabe afirmar que los buses de campo están llegando a un período de madurez, planteándose la convivencia de un número reducido de estándares con posibles soluciones de comunicación entre ellos. (Hurtado, 2014)

### 2.7.3. NORMALIZACIÓN

Se han realizado muchos intentos de normalización de buses de campo. Finalmente se establecieron una serie de reglas genéricas, incluidas en una Norma de la IEC (comité TC65C-WG6). Dichas recomendaciones son:

- 1) **Nivel físico:** bus serie controlado por maestro. Comunicación semidúplex en banda base.

- 2) **Velocidades:** 1 Mbit/s para distancias cortas y de 64-250 Kbit/s para distancias largas.
- 3) **Longitudes:** 40 m para la máx. velocidad y 350 m para velocidades más bajas.
- 4) **Número de periféricos:** máx. de 30 nodos con posibles ramificaciones hasta 60 elementos.
- 5) **Cable:** par trenzado apantallado.
- 6) **Conectores:** bornes industriales DB9/DB25.
- 7) Conexión-desconexión en caliente (on-line).
- 8) **Topología:** bus físico con posibles derivaciones a nodos.
- 9) **Longitud máx. de las ramificaciones:** 10 m.
- 10) **Aislamientos:** 500VCA entre elementos de bus y campo.
- 11) **Seguridad intrínseca:** opción de conectar elementos de campo con tensiones reducidas para atmósferas explosivas.
- 12) **Alimentación:** opción de alimentación a través del bus.
- 13) **Longitud mínima del mensaje:** 16 bits.
- 14) **Transmisión de mensajes:** posibilidad de diálogo entre cualquier par de nodos sin repetidor.
- 15) **Maestro flotante:** posibilidad de maestro flotante entre nodos.
- 16) **Implementación del protocolo:** los chips para el protocolo deben estar disponibles comercialmente y no protegidos por patente.

Todas las especificaciones que se dan son de nivel físico, y están muy abiertas en los niveles de enlace y de aplicación, de ahí las grandes diferencias en modos de configuración entre unos buses y otros. (Hurtado, 2014)



## 2.8. PROFIBUS (PROCESS FIELD BUS)

Es el bus líder en Europa impulsado por los fabricantes alemanes (ABB, AEG, Siemens, Bauer, Danfoss, Klöckner, Móeller, etc.). Se trata de un bus de campo *abierto*, que puede implementarse en diversas áreas como pueden ser fabricación, proceso y automatización de edificios. En la actualidad existen diferentes versiones de Profibus:

**Profibus-PA, Profibus-FMS, Profibus-DP**, todas ellas ampliamente extendidas en el mundo y especialmente en el continente europeo.

### 2.8.1. PROFIBUS-DP (Periferia Descentralizada).

El protocolo **PROFIBUS-DP** se ha diseñado para la comunicación rápida con unidades periféricas descentralizadas, con rápidos tiempos de reacción. Hay numerosos dispositivos PROFIBUS ofrecidos por diversos fabricantes. Dichos dispositivos abarcan desde módulos sencillos de entradas o de salidas hasta controladores de motores y sistemas de automatización.

Por lo general, las redes **PROFIBUS-DP** incorporan un maestro y varios esclavos.

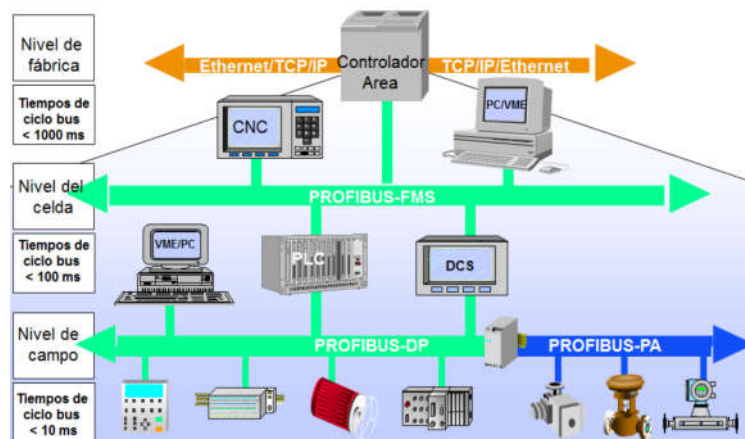
La configuración del maestro le permite reconocer cuáles tipos de esclavos están conectados, así como sus respectivas direcciones. El maestro inicializa la red y verifica si los esclavos coinciden con la configuración. Continuamente, el maestro escribe los datos de salida en los esclavos y lee de allí los datos de entrada. Una vez que un maestro DP haya configurado correctamente a un esclavo, éste último le pertenecerá. Si hay otro maestro en la red, tendrá apenas un acceso muy limitado a los esclavos del primer maestro.

### 2.8.2. PROFIBUS-PA (Process Automation)

Es la ampliación de PROFIBUS-DP compatible en comunicación con una tecnología que permite aplicaciones en áreas con riesgo de explosión. La tecnología de transmisión de PROFIBUS-PA se corresponde con el estándar internacional IEC 1158-2.

### 2.8.3. PROFIBUS-FMS (Field Message Specification)

Este protocolo es aplicable para la comunicación de autómatas en pequeñas células y para la comunicación con dispositivos de campo con interface FMS. En esta versión, la funcionalidad es más importante que conseguir un tiempo de reacción pequeño. (Hurtado, 2014)



**Figura 16.** Pirámide de automatización con las versiones de PB

**Fuente:** Sistemas industriales distribuidos Universidad de Valencia

En la siguiente tabla se observan las características más importantes para cada versión.

|                                 | <b>PROFIBUS-FMS</b>               | <b>PROFIBUS-DP</b>                                     | <b>PROFIBUS-PA</b>                                       |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| <b>Aplicación</b>               | Nivel de campo y proceso          | Nivel de E/S   | Nivel de E/S   |
| <b>Estándar</b>                 | EN 50 170/IEC 61158               | EN 50 170/IEC 61158                                    | IEC 1158-2   |
| <b>Dispositivos conectables</b> | PLC, PG/PC, Dispositivos de campo | PLC, PG/PC, Dispositivos de campo, accionamientos, OPs | Dispositivos de campo para áreas con riesgo de explosión |
| <b>Tiempo respuesta</b>         | < 60 ms                           | 1-5 ms   | < 60 ms  |
| <b>Tamaño red</b>               | <= 150 Km                         | <= 150 Km  | Máx. 1.9 Km  |
| <b>Velocidad</b>                | 9.6 Kbit/s -12Mbit/s              | 9.6 Kbit/s -12Mbit/s                                   | 31.25 Kbit/s   |

**Tabla 3.** Diferentes versiones de Profibus y características

**Fuente:** “comunicación Industrial” [www.ctai.es](http://www.ctai.es)

### 2.9. SISTEMA DE CONTROL

El sistema más seguro se basa en la vigilancia, por tanto, los sistemas de control que requieren fiabilidad, utilizan la regulación en lazo cerrado. Entre el controlador y el controlado, circula información. La información puede definirse como cualquier tipo de energía que pueda ser emitida y después detectada. En sistemas de control, la información sufre tres cambios:

1. Es producida por el sistema a controlar e interpretada por medio de diferentes elementos denominados sensores.
2. Se transmite hacia el sistema de control, donde es procesada y da lugar a una nueva información.
3. Se emite y codifica, de manera que puede ser introducida en el sistema mediante unos convertidores que denominamos actuadores.

El individuo, como parte de este proceso, recibe estímulos de diferentes fuentes, que debe saber ponderar e interpretar para poder realizar su cometido:

- De los sistemas de procesos

- Del entorno de trabajo
- De los medios disponibles para realizar sus funciones
- Del resultado del proceso
- Del análisis de resultados

Todas estas entradas de información son procesadas a través de los sentidos, que son los elementos sensores del individuo. Básicamente, a nivel industrial se hará uso intensivo, por orden de importancia, de la vista, el oído y el tacto. Nos vamos a centrar principalmente en el aspecto visual de la aplicación de supervisión, pues la vista es el sentido más explotado en el intercambio de información con el sistema de control. (Penin,2007)

### **2.9.1. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)**

La automatización tiene como propósito general aumentar la competitividad de la industria con la utilización de nuevas y mejores tecnologías. La constante evolución del hardware y software, aumenta constantemente en el campo de automatización, para poder satisfacer las necesidades que se detectan a nivel mundial. La utilización del PLC se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de operación, manejo, control, señalización, etc.

La automatización del proceso de calcinación de piedra caliza, se realizó mediante un PLC de la familia SIMATIC S7, el cual se encarga, mediante la adecuada programación, de manipular las señales digitales de entrada y salida, para tener una administración del proceso.

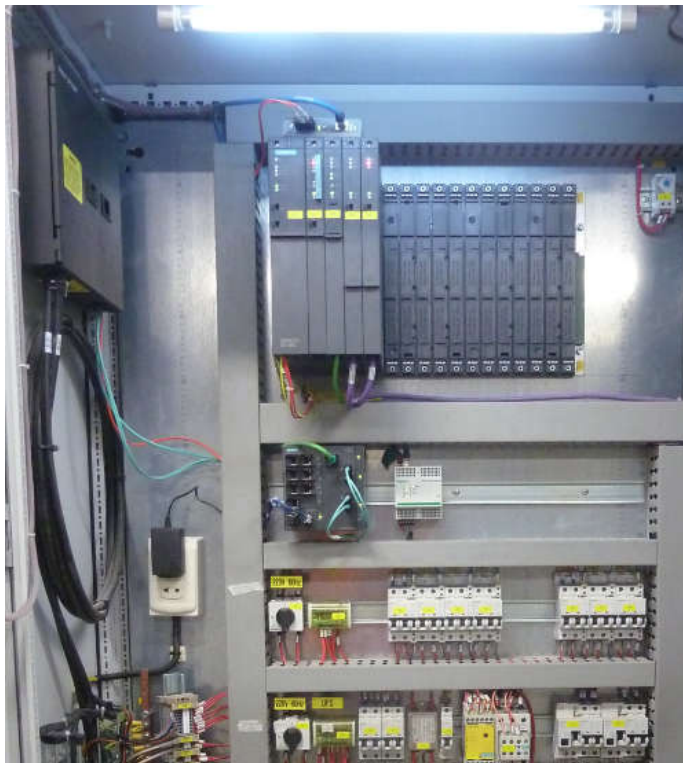


**Figura 17.** PLC Siemens Simatic s7-400

**Fuente:** “Cal & Cemento Sur”

### 2.9.2. GABINETE PRINCIPAL DEL PLC

El gabinete de control principal de arquitectura Siemens, está conformado por un PLC S7-400, que cuenta internamente con una CPUs 414F-3 PN/DP y 412-2 PN y módulos de entradas y salidas digitales y análogas; de referencias DI16/DO14x24V/0,5A Y AO4/AO2x8/8bit respectivamente. Además del PLC que representa la parte de control, también se cuenta con una parte de comunicaciones que se encarga de la transferencia y flujo constante de información entre las HMI, el PC y el PLC. Para ello se cuenta con un Switch Scalance X208.



**Figura 18.** Gabinete principal PLC s7-400

**Fuente:** “Cal & Cemento Sur”

### 2.9.3. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN, SIMATIC STEP 7

Es el software estándar que ofrece Siemens para la configuración y programación de los sistemas de automatización SIMATIC. Maneja diferentes lenguajes básicos de programación tales como:

- El esquema de contactos KOP es gráfico, similar a los diseños de circuitos, se dibuja de forma secuencial utilizando elementos de accionamiento normalmente abiertos, cerrados, bobinas, contadores, temporizadores etc.
- Los diagramas de funciones FUP, utiliza símbolos gráficos del lenguaje booleano para crear la lógica de programación.

- La lista de instrucciones AWL, es un lenguaje textual de programación orientado a la máquina.



**Figura 19.** Inicio Simatic Step7

**Fuente:** [www.support.automation.siemens.com](http://www.support.automation.siemens.com)

#### 2.9.4. INTERFAZ HMI WINCC

WinCC (Windows Control Center) es el software SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) de Siemens para Windows. Es una aplicación software HMI (Human Machine Interface) que integra el software de controlador de planta en el proceso de automatización.

Los componentes de WinCC permiten integrar sin problemas aplicaciones nuevas o ya existentes. WinCC combina la arquitectura de las aplicaciones de Windows con la programación entornos gráficos e incluye varios elementos destinados al control y supervisión de procesos.

El entorno de ingeniería de proyectos de WinCC engloba:

- Dibujos para diseñar representaciones de planta
- Estructura de archivos para guardar datos/eventos marcados con fecha y hora en una base de datos SQL

- Generador de informes – para generar informes sobre los datos solicitados
- Administración de datos – para definir y recopilar datos de toda la planta



**Figura 20.** WinCC Explorer

**Fuente:** [www.support.automation.siemens.com](http://www.support.automation.siemens.com)

Utilizando el software WinCC para el diseño de HMI's de la arquitectura Siemens, se realizaron los Scada's de las diferentes áreas del proceso de calcinación de piedra caliza en Cal & Cemento Sur, donde se determinaron las acciones básicas del proceso, en cuanto a automatización y manejo básico de los controladores remotos y tableros de control ubicados en toda la línea III de producción. Se controlaron básicamente las temperaturas a diferentes niveles en el hornos, velocidad de transportes de material en sus diversas etapas, potencia de sopladores y consumo de motores, peso de materia prima, tiempo de producción, alarmas y errores en la producción, etc.



## 2.10. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.10.1. HIPÓTESIS GENERAL

El sistema Scada WinCC de Siemens en el proceso de calcinación de piedra caliza es OPTIMO en los hornos Maerz de la empresa Cal & Cemento Sur.

### 2.10.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) Es posible describir la Operacionalización del scada en el sistema de supervisión wincc para el proceso de calcinación de los hornos verticales Maerz.
- b) Es viable documentar todo el proceso de automatización de calcinación de la piedra caliza en los hornos verticales Maerz.

## 2.11. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES   | DIMENSIONES                  | INDICADOR   |
|---|------------------------------|---|
| <b>INDEPENDIENTES:</b><br>Proceso de calcinación de piedra caliza | Ejecución del proceso        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos</li> <li>• Motores</li> <li>• Sensores</li> <li>• Transmisores</li> <li>• Actuadores</li> </ul> |
| <b>DEPENDIENTES:</b><br>Monitorización del sistema scada          | Sistema de supervisión wincc | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> </ul>  |

**Tabla 4.** Operacionalización de Variables

**Elaboración:** Propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPOS Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El método en el cual encaja este proyecto es el método HIPOTETICO, DEDUCTIVO, DESCRIPTIVO, ya que en él se planteará una hipótesis que se puede analizar deductiva o inductivamente y posteriormente comprobar experimentalmente, es decir que se busca que la parte teórica no pierda su sentido, por ello la teoría se relaciona posteriormente con la realidad.

##### 3.1.1. TIPO DE PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Según (Hernández Sampieri, 2010) las investigaciones básicas constan de la descripción de elementos naturales del objeto de investigación, por lo que la presente investigación corresponde a una investigación BASICA.

### 3.1.2. DISEÑO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones descriptivas según (Hernández Sampieri, 2010) se basan en la descripción del objeto a estudiar u objeto a investigar mostrando sus cualidades y describiendo el comportamiento del objeto de estudio tal como se muestra en la realidad, por lo que la presente investigación es DESCRIPTIVA.

### 3.2. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION

#### POBLACIÓN.

La población para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se considera todos los ambientes de control y áreas de producción de la línea III dentro de la planta de Cal & Cemento Sur S.A. en el distrito de Caracoto.

#### MUESTRA

Para verificar la funcionalidad del sistema se tomó como muestra todos los instrumentos instalados en el proceso de calcinación.

- Instrumentos Instalados **758**

### 3.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

La planta de Cal & Cemento Sur se encuentra ubicada en la Ciudad de Juliaca, distrito de Caracoto, departamento de Puno.

- Elevación: 3820 msnm
- Longitud: 70° 10' 35"
- Latitud: 15° 28' 15"
- Superficie: 4647 hectáreas



**Figura 21.** Ubicación de la Planta Cal & Cemento Sur S.A.

**Fuente:** <https://www.google.com.pe/maps>

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 3.4.1. TÉCNICAS

**OBSERVACIÓN** Consiste en examinar minuciosa y detalladamente los instrumentos, sensores, transmisores y actuadores, con el fin de captar, registrar y sistematizar sus condiciones y manifestaciones similares o periódicamente distintas, según el caso. Los datos obtenidos sobre el monitoreo de sensores, se realizará según la fase y el software o equipo a utilizar.

#### 3.4.2. INSTRUMENTOS.

- Protocolos de instalación.
- Planos As Built.
- Vendor de instrumentos.
- Datasheet.
- Equipos digitales y analógicos de medición.

### 3.5. PLAN DE ANALISIS

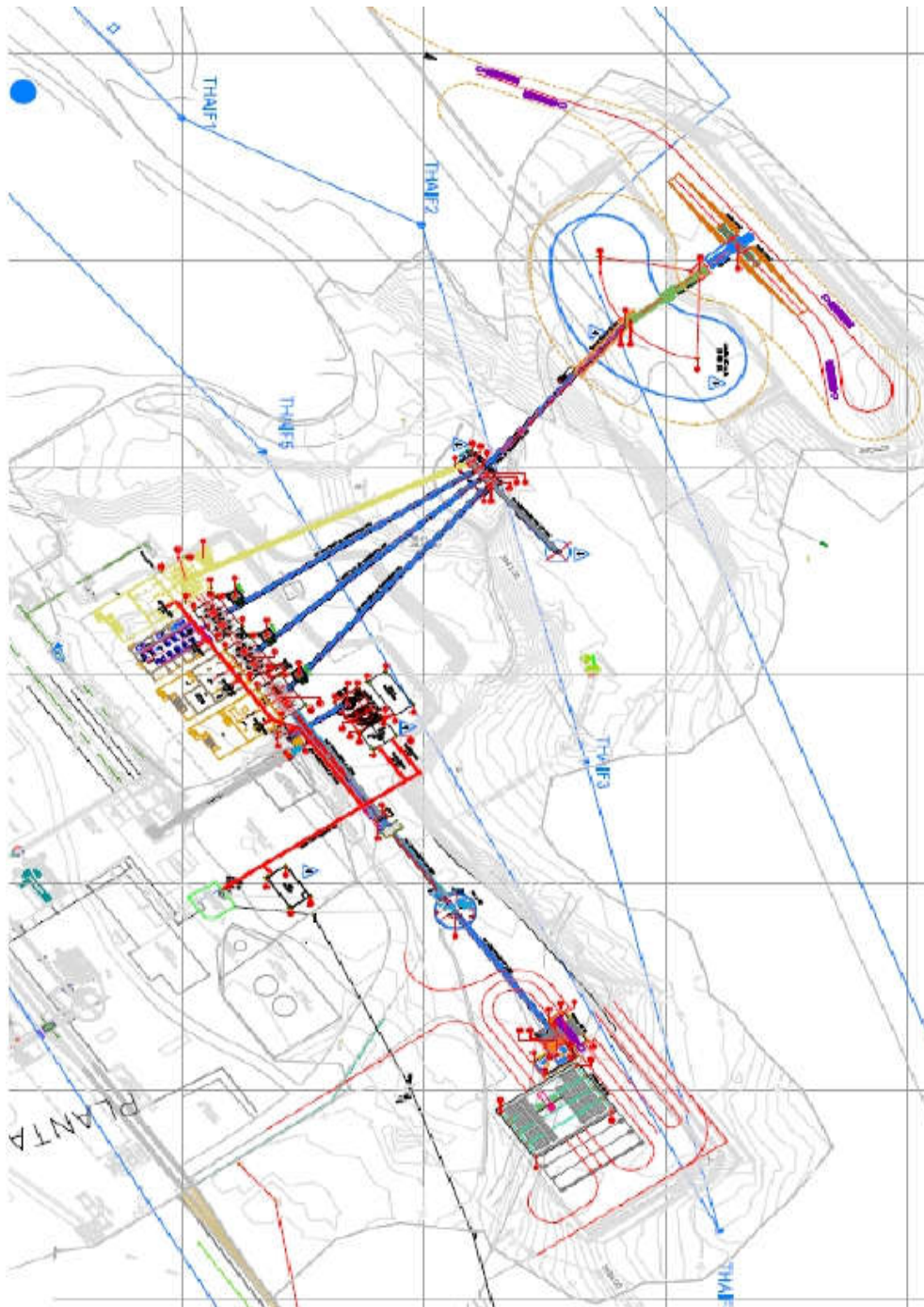
Mediante la observación se podrá determinar los parámetros reales y necesarios del proceso de calcinación de piedra caliza en los hornos verticales de flujo regenerativo, después de esto se recabará la información de todos los instrumentos instalados y sus correspondientes datasheet, se procederá a la instalación y puesta en marcha previo control de calidad y protocolos de conformidad, por último la integración al scada en el sistema wincc para su monitorización y control en el proceso, esto facilitara dar conclusiones y juicios más acertados.

### 3.6. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del diseño de la investigación se divide en las siguientes fases:

- **Primera:** Revisión bibliográfica y análisis del proceso de calcinación de piedra caliza, realizar una base de datos de los datasheet de los sensores del proceso.
- **Segunda:** Revisión bibliográfica y análisis de las diversas etapas y áreas del proceso de la línea III de calcinación de piedra caliza en Cal & Cemento Sur.
- **Tercera:** Estudio del proceso scada en el sistema wincc aplicado a la calcinación de la piedra caliza en los hornos verticales Maerz.
- **Cuarta:** Documentar todo el proceso de instalación y funcionamiento de sensores, transmisores, actuadores, controladores.





**Figura 23.** Layout general Linea III

**Fuente:** Proyecto Productivo Cal & Cemento Sur

### 3.8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto de investigación tiene como finalidad entender cómo realizar un controlador de procesos industriales trabajando desde el nivel de campo hasta el nivel de visualización, este proyecto es una aproximación a la implementación. Se realiza un estudio profundo del PROCESO DE CALCINACION EN LOS HORNOS VERTICALES DE MAERZ se divide en las siguientes áreas:

- 100 Recepción, almacenamiento y transporte de caliza.
- 200 Transporte y Molienda de Petcoke.
- 300 Hornos (3 Hornos verticales Maerz de 500 TMPD)
- 400 Transporte, Almacenamiento y Despacho de Cal.
- 500 Servicios auxiliares.
- 600 Sub estación, salas eléctricas y sala de control.

El sistema del ordenador posee una interfaz gráfica de usuario basada en Windows. El color de los símbolos en la pantalla del operador indicará el estado real de las funciones de la máquina.

Una función solamente está activada si el estado de la máquina autoriza la acción requerida. Las funciones están bloqueadas con distintos niveles de seguridad (contraseña) y dependen del estado de la máquina.

El operador selecciona una pantalla en el menú principal que se abre tras iniciar la sesión (la cual se inicia después de haberse encendido el sistema de mando). Hay diagramas de flujo básicos para cada unidad. Estos diagramas de flujo básicos contienen solamente la información principal de la unidad. Por medio de los botones es posible abrir una vista detallada de secciones escogidas.



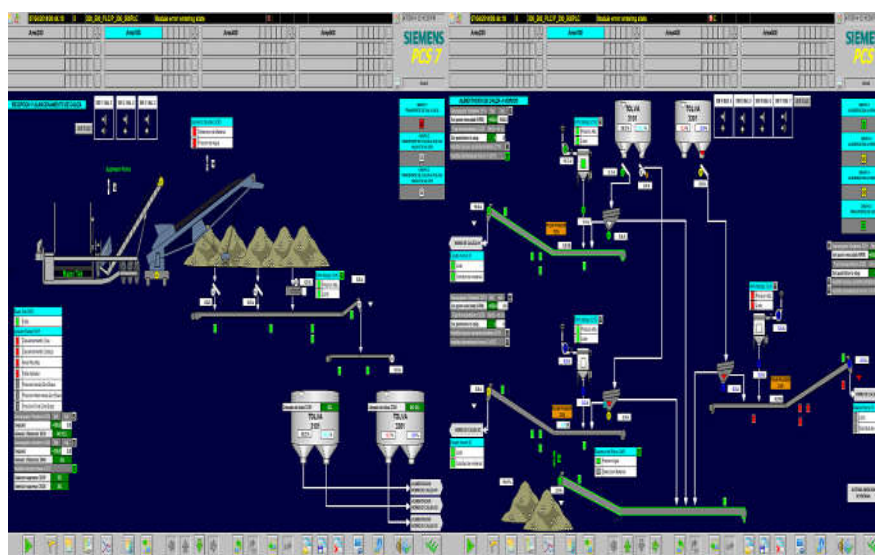
Dentro de los diagramas de flujo básicos y de diagramas de flujo detallados se muestra cada compuerta/válvula en su posición y se indica cada parámetro analógico que es medido por el autómata programable.

### **3.8.1. PROCESO ÁREA 100**

El área 100 empieza con el Razer Tail, que es el encargado de captar la piedra caliza de los camiones provenientes de la cantera, cuenta con 3 motores, dos motores de 40hp para la faja transportadora y un motor de 75hp para poder mover las aletas de la parte hidráulica del equipo en mención.

La faja transportadora pasa la piedra caliza al apilador radial, que se encarga de distribuir la materia prima en forma radial hacia los ductos del túnel donde se encuentra las zarandas vibratorias para uniformizar la materia prima en la faja transportadora desde el túnel hasta la zona de alimentación a hornos y separación de finos, dicho proceso se encuentra constantemente haciendo el intercambio, y purificación de aire desde las fajas hacia el medio ambiente o de trabajo.

La faja transportadora desde el túnel lleva la piedra caliza hasta las 2 tolvas de alimentación 3101 y 3301 que tienen una capacidad de 80 TN, en esta etapa se hace la última zarandeada y separación de piedras que tengan las medidas mayores a 2.5” haciendo el tamizaje y separación de material menor al indicado, los sensores de nivel alto y los transmisores de nivel indican al scada la cantidad y el tiempo de funcionamiento de la faja reversible y los sensores de posición.



**Figura 24.** Scada sistema Wincc Área 100

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

### 3.8.2. PROCESO AREA 300

El horno está dirigido por telemando y se maneja por medio de un sistema de visualización. No obstante, durante el funcionamiento normal también es posible utilizar el mando manual.

#### A. CARGA DEL HORNO

La carga del horno a través de la faja transportadora que trae la piedra caliza desde el área 100 desde las tolvas de alimentación pasando por el polín pesador, que tiene por objeto enviar la información por Profibus, de la cantidad de material a procesar por minuto es decir envía información de kg/h de piedra caliza que pasa por la faja transportadora, llegando hasta la tolva de alimentación de horno que por los sensores inductivos de posición hace que seleccioné el paso hacia las cubas, teniendo la faja reversible junto a los sensores de posición seleccionamos cual cuba es llenada, y con los sensores

de nivel alto junto a las celdas de pesaje llegamos al valor indicado para el procesamiento en el horno.

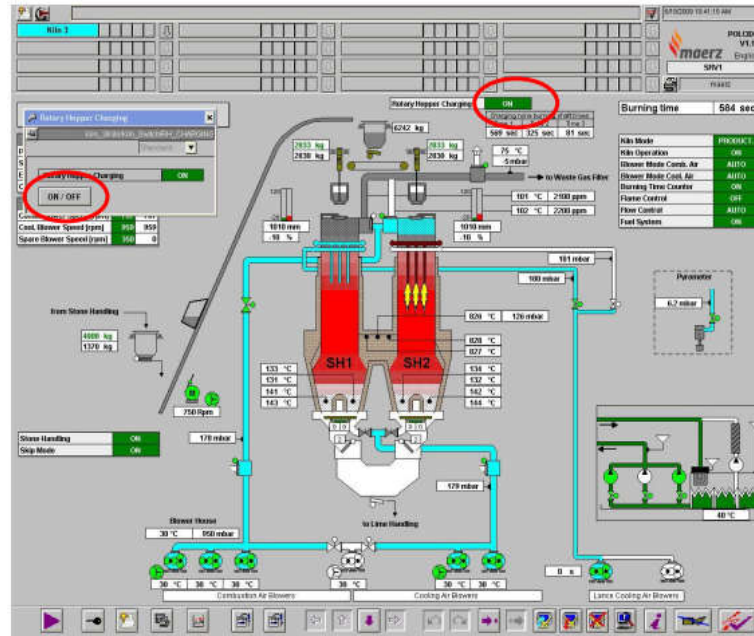


Figura 25. Scada sistema Wincc Área 300

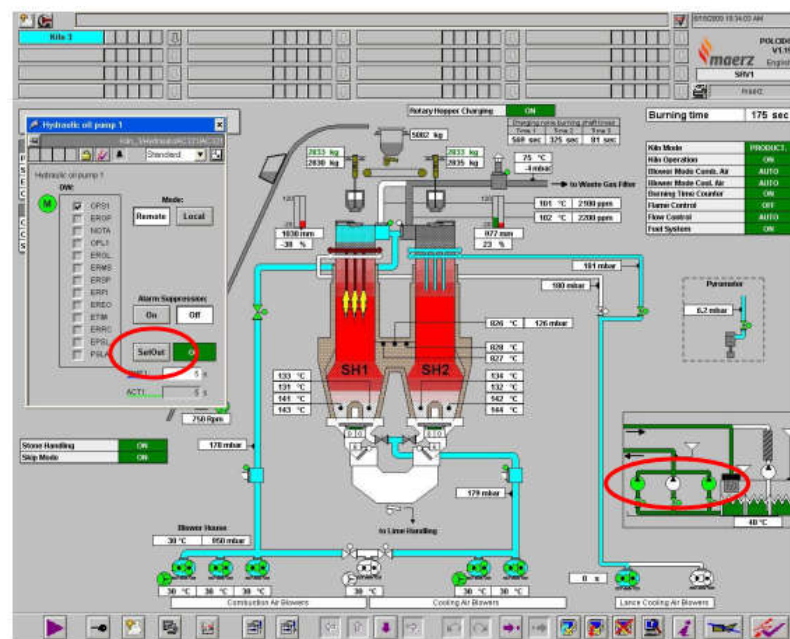
Fuente: Cal & Cemento Sur S.A. [www.maerz.com](http://www.maerz.com)

## B. GRUPO HIDRÁULICO

La parte hidráulica se encarga del movimiento de todas las compuertas y partes móviles, para el ingreso de la piedra ya acumulada en las tolvas de alimentación al horno hace que este recorra y pueda dar lugar a la apertura de las tapas de ingreso de material, cerrado de válvulas de mesas de descarga, cerrado de válvulas de chimenea y controlar las válvulas de regeneración. Las clapetas de las tuberías de aire, las válvulas de inversión para el combustible y el aire de refrigeración de lanzas, así como las sondas del palpador del nivel de piedra son igualmente accionadas hidráulicamente.

El mecanismo óleo-hidráulico tiene la ventaja de poder suministrar mucha fuerza con ayuda de pequeños elementos de construcción, ofrece seguridad en el servicio y precisa poco mantenimiento.

La instalación hidráulica se compone de un tanque de aceite, bombas de pistón axial de caudal variable, filtros y un determinado número de cilindros, así como los mecanismos de seguridad y maniobra necesarios.

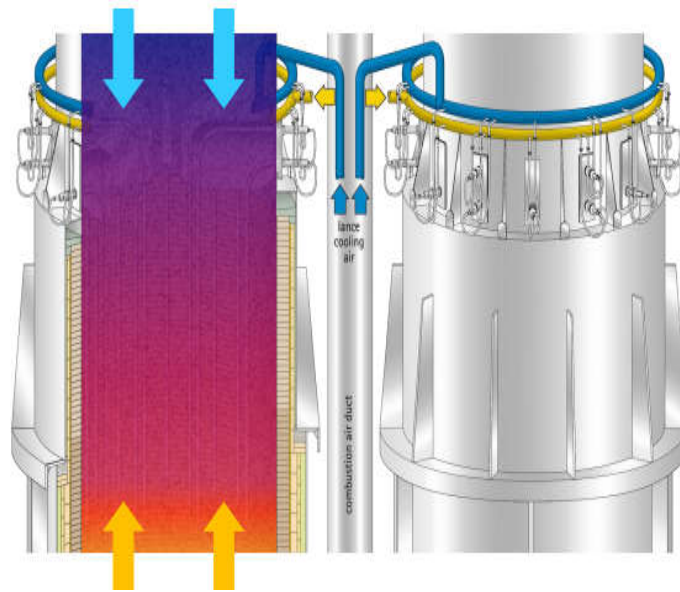


**Figura 26.** Scada sistema Wincc Área 300 Grupo hidráulico

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

### C. SOPLANTES DE COMBUSTIÓN, REFRIGERACIÓN DE AIRE

El horno en funcionamiento está bajo presión. El aire de combustión y el de refrigeración son introducidos en el horno mediante soplantes de émbolo rotativo, creándose en el interior del horno una presión variable con la cantidad de aire introducida (aproximadamente 3.200 mm c.a. para la producción nominal).



**Figura 27.** Soplantes y refrigeración hornos Maerz

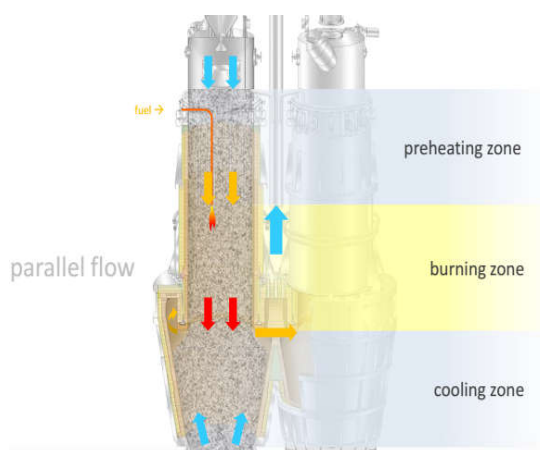
**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

Los soplantes de émbolo rotativo suministran una cantidad de aire prácticamente constante, independientemente de la variación de resistencia de la masa de piedra.

Tanto en combustión como en refrigeración los soplantes será de velocidad variable, con objeto de introducir la cantidad de aire necesaria para cada régimen de funcionamiento del horno. La variación continua de velocidad se conseguirá mediante la utilización de convertidores de frecuencia en los motores de los soplantes.

El aire de combustión se introduce en el horno por encima del nivel de la carga. El aire de refrigeración penetra dentro de las cubas a través de los taludes laterales que forma el material calcinado sobre los carros de descarga.

Durante la inversión, el horno debe estar sin presión, aunque los soplantes continúan girando. Por ello es necesaria la instalación de válvulas de distensión, con escape a la atmósfera, en las tuberías de combustión y de refrigeración y en el colector del aire de transporte de coque.



**Figura 28.** Dirección de flujo de aire en horno vertical

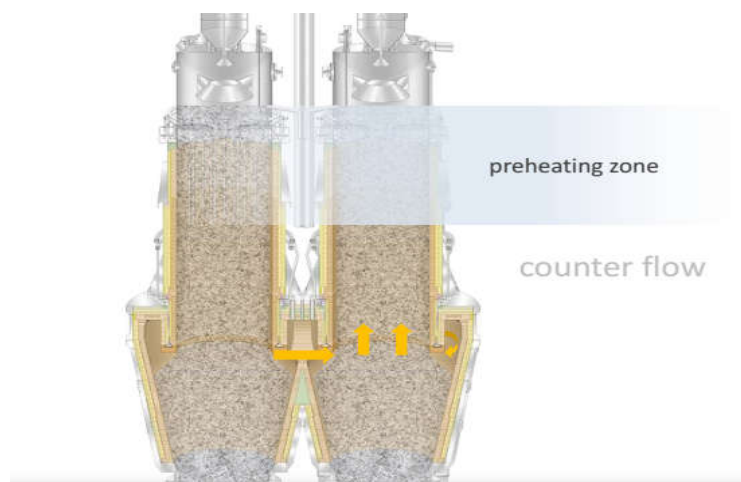
**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

La figura 24 muestra el proceso de calcinación. A y B son las dos cubas llenas de piedra.

Estas cubas están conectadas entre sí por la parte inferior de la zona de calcinación a través de un canal. Las dos cubas se llenan a la vez con piedra por la parte superior y el material calcinado se descarga continuamente por la parte inferior de las dos cubas.

El combustible se introduce solamente dentro de una cuba, por ejemplo, la A. El combustible se introduce en la parte inferior de la zona de precalentamiento y se reparte uniformemente en toda la sección de la cuba.

El aire de combustión se introduce en la parte superior del horno dentro de la carga y empuja los gases a través de todo el sistema.



**Figura 29.** Zona de precalentamiento

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

En el regenerador (zona de precalentamiento) el aire se calienta antes de contactar con el combustible. La llama inunda la zona de combustión de arriba a abajo (calentamiento a corriente paralela).

Los humos dejan la cuba calentada (A), pasando por un talud de material calcinado y entran por otro talud también de material calcinado en la otra cuba (B), atravesándola en contracorriente de abajo a arriba.

Los humos desacidifican, aunque sea en poca proporción, la carga de la cuba B y recalientan su regenerador (zona de precalentamiento).

En un intervalo de aproximadamente 10-15 minutos, para una producción nominal, la admisión de combustible y de aire de combustión se invierte de una cuba a otra. En cambio, el aire de refrigeración se introduce a presión desde la parte inferior y continuamente en las dos cubas.

El calor que sale de la zona de calcinación de la cuba que no está en combustión, no permite precalentar la temperatura de disociación (1100 °C aproximadamente), y es por esta razón que la zona de calcinación comienza solamente por debajo de la entrada de combustible, zona donde la piedra ha alcanzado ya 1100 °C gracias al calentamiento.

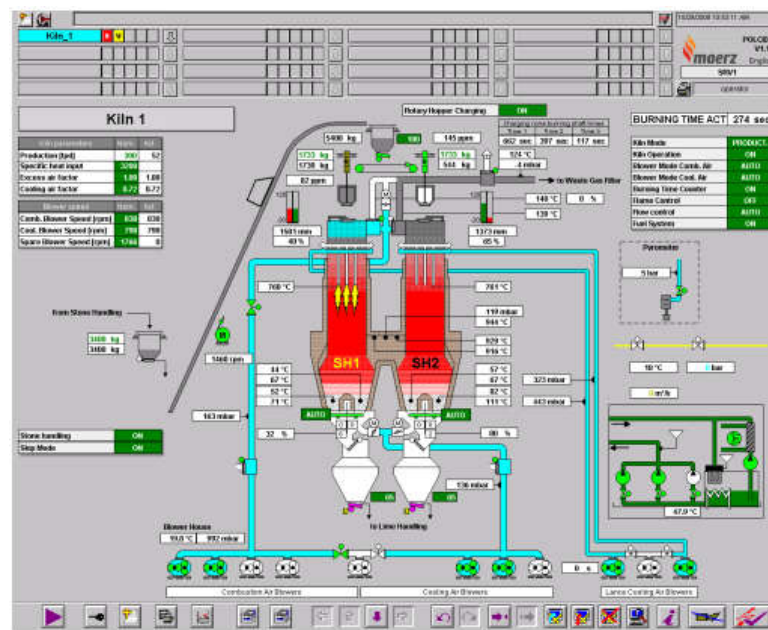


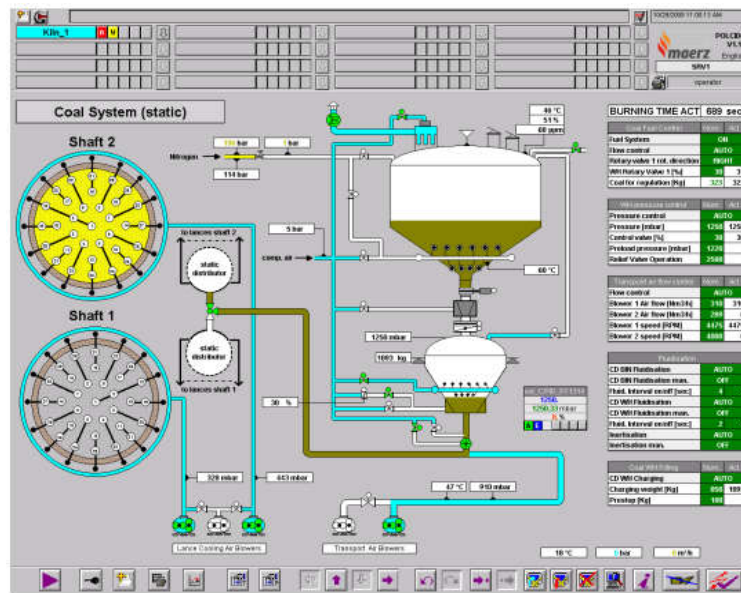
Figura 30. Scada sistema Wincc Área 300

Fuente: Cal & Cemento Sur S.A.

#### D. SISTEMA DE COMBUSTIÓN: COMBUSTIBLE SÓLIDO

Cabe señalar que los hornos cuentan con este sistema, mediante la instalación de molienda de PetCoke y de esta a la instalación de almacenamiento y suministro de combustibles alternativos en tamaño micronizado.





**Figura 31.** Scada sistema Wincc Petcoke – Lanzas de combustión

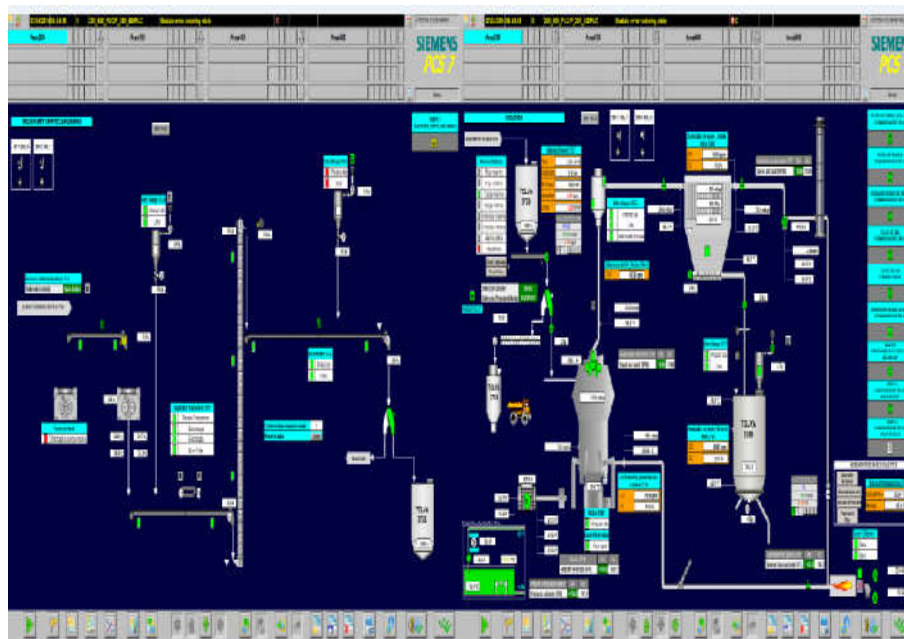
**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

Cada línea está compuesta por:

- Un filtro.
- Un regulador de presión (monitor) dotado de una válvula interceptora de seguridad (V.I.S.) que actúa por máxima y mínima presión.
- Un regulador de presión principal que es el que actúa normalmente.
- Una válvula de escape de seguridad (V.E.S.) que actúa por máxima presión.
- Válvulas, manómetros, etc.

El combustible proveniente del grupo de regulación y medida debe ser introducido en el horno a través de unas lanzas en la cuba que en ese momento le corresponde quemar. Con tal objeto se halla diseñado el grupo de inversión, que introducirá gas o aire en la cuba que le corresponda quemar o refrigerar lanzas respectivamente.





**Figura 33.** Scada sistema Wincc Área 200

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

#### 3.8.4. PROCESO ÁREA 400

Luego que la piedra es calcinada y obtenemos la cal viva a una temperatura por debajo de los 100 °C esta es extraída del horno por medio de las mesas de descarga y pasando por la compuerta de apertura del horno hasta las fajas transportadoras que llevan a todo el material procesado hasta las chancadoras primarias y secundarias donde son separadas para el transporte directo o pasar por el elevador de canguilones y poder realizar la acumulación en el silo de 5000 TN., para la regeneración y pueda bajar la temperaturas, luego que la cal es acumulada y poder establecer el periodo de enfriamiento pasa por una faja transportadora hasta la zona de despacho donde es separada y distribuida en camiones o en big bag para su comercialización

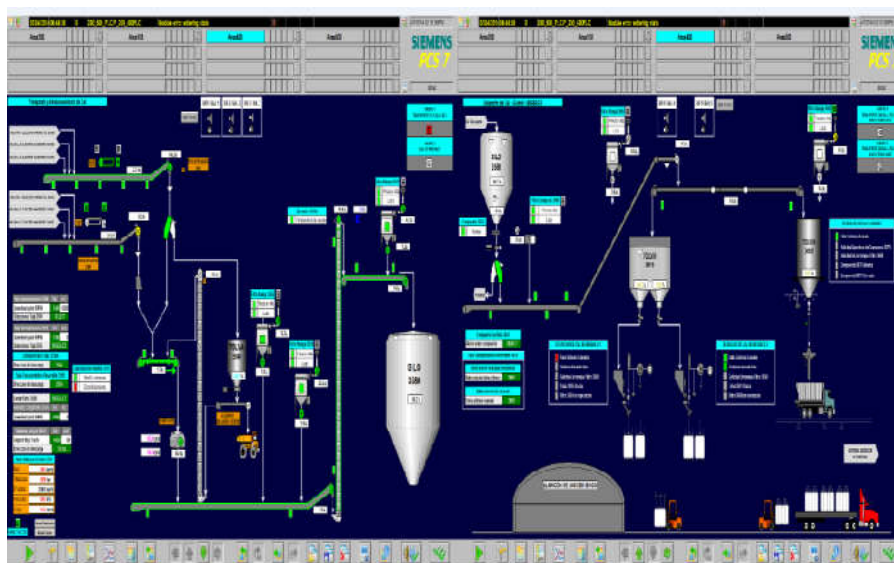


Figura 34. Scada sistema Wincc Área 400

Fuente: Cal & Cemento Sur S.A.

### 3.8.5. PROCESO ÁREA 500

Llamada sala de compresoras y sistemas auxiliares es la encargada de realizar y generar la compresión del aire para las diferentes áreas de producción y procesos.

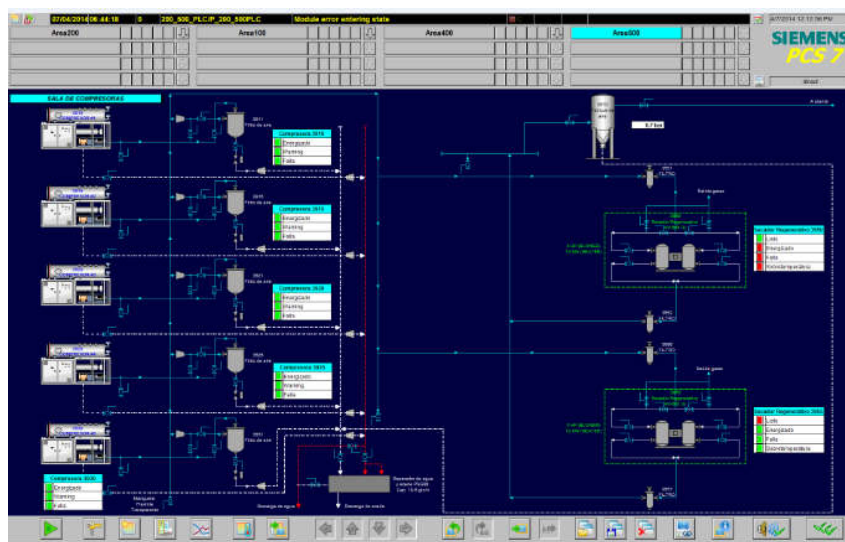


Figura 35. Scada sistema Wincc Área 500

Fuente: Cal & Cemento Sur S.A.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. ESTUDIO DEL PROCESO DE CALCINACIÓN DE PIEDRA CALIZA

De acuerdo al estudio realizado y la información conjuntamente recolectada se puede resaltar que dentro de las principales etapas del proceso de la calcinación de la piedra caliza existen variables que son de importancia considerable.

| Descripción                                  | Unidad              | Ejemplo |
|--|---------------------|---------|
| Producción Diaria                            | TPD                 | 400     |
| Factor cal/piedra                            | -                   | 0.57    |
| Alimentación por ciclo                       | Kg Caliza           | 6800    |
| Tiempo de reversión                          | Seg.                | 70      |
| Calor específico de entrada                  | kcal/kg Cal         | 880     |
| Valor calorífico Hs, del combustible gaseoso | kcal/m <sup>3</sup> | 8600    |

|  |           |       |
|--|-----------|-------|
| Exceso de aire                                       | -         | 1.10  |
| Factor de aire de enfriamiento (enfriamiento de cal) | m3/kg Cal | 0.7   |
| Numero de quemadores de lanza por cuba               | -         | 33    |
| Cal por ciclo  | Kg        | 3876  |
| Numero de ciclos del horno por día                   | -         | 103   |
| Tiempo de ciclo                                      | Seg       | 769   |
| Tiempo de combustión                                 | Seg       | 754   |
| Calor por ciclo                                      | Mcal      | 16504 |
| Calor por ciclo, combustible gaseoso                 | m3        | 397   |
| Aire de combustión, flujo, nominal                   | m3/h      | 19789 |
| Aire de enfriamiento, flujo, nominal                 | m3/h      | 10410 |

**Tabla 6.** Parámetros de operación normal del horno para 400TPD

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

**4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS SECUENCIAS DEL PROCESO**

Proceso de carga en modo de producción:

**A. ALIMENTACION DURANTE EL TIEMPO DE COMBUSTION OFF**

En este modo de operación, el horno trabaja con 120 ciclos por día

| Tiempo en minuto        | 1               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8               | 9                | 10 | 11 | 12              | 13               | 14 |
|-------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|-----------------|------------------|----|----|-----------------|------------------|----|
| Tiempo de ciclo         | [Barra naranja] |   |   |   |   |   |   |                 |                  |    |    |                 |                  |    |
| Tiempo de combustión    | [Barra naranja] |   |   |   |   |   |   |                 |                  |    |    |                 |                  |    |
| Tiempo de reversión     | t               |   |   |   |   |   |   |                 |                  |    |    |                 |                  |    |
| Alimentación horno      |                 |   |   |   |   |   |   | [Barra naranja] |                  |    |    | [Barra naranja] |                  |    |
| Cargar tolvin rotatorio |                 |   |   |   |   |   |   | [Barra azul]    |                  |    |    | [Barra azul]    |                  |    |
| Cargar silo             |                 |   |   |   |   |   |   |                 | [Barra amarilla] |    |    |                 | [Barra amarilla] |    |

**Tabla 7.** Tiempo de combustión OFF

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

**B. ALIMENTACION DURANTE EL TIEMPO DE COMBUSTION ON**

En este modo de operación, el horno trabaja con 100 ciclos por día

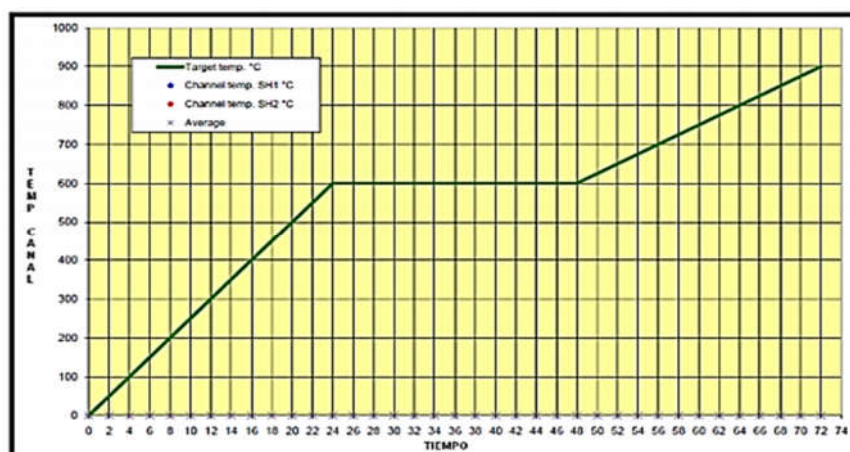
| Tiempo en minuto        | 1            | 2 | 3 | 4            | 5 | 6 | 7 | 8            | 9            | 10 | 11 | 12           | 13 | 14           |
|-------------------------|--------------|---|---|--------------|---|---|---|--------------|--------------|----|----|--------------|----|--------------|
| Tiempo de ciclo         | [Orange bar] |   |   |              |   |   |   |              |              |    |    |              |    |              |
| Tiempo de combustión    | [Orange bar] |   |   |              |   |   |   |              |              |    |    |              |    |              |
| Tiempo de reversión     |              |   |   |              |   |   |   |              |              |    |    |              |    | [Orange bar] |
| Alimentación horno      |              |   |   | [Orange bar] |   |   |   | [Orange bar] |              |    |    | [Orange bar] |    |              |
| Cargar tolvin rotatorio |              |   |   | [Blue bar]   |   |   |   | [Blue bar]   |              |    |    | [Blue bar]   |    |              |
| Cargar silo             | [Yellow bar] |   |   |              |   |   |   |              | [Yellow bar] |    |    | [Yellow bar] |    |              |

**Tabla 8.** Tiempo de combustión ON

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

**4.3. GRÁFICA DEL CALENTAMIENTO**

Se debe evitar el sobrecalentamiento en el interior del canal de conexión; así como exceder las temperaturas máximas admisibles. Si es necesario, se puede establecer una temperatura de aire mayor. Para lograr el aumento de la temperatura deseada en el interior del horno, esta configuración puede ser ajustada poco a poco hasta alcanzar la temperatura deseada con el gradiente indicado.



**Figura 36.** Calentamiento del Horno en función del tiempo

**Fuente:** Cal & Cemento Sur S.A.

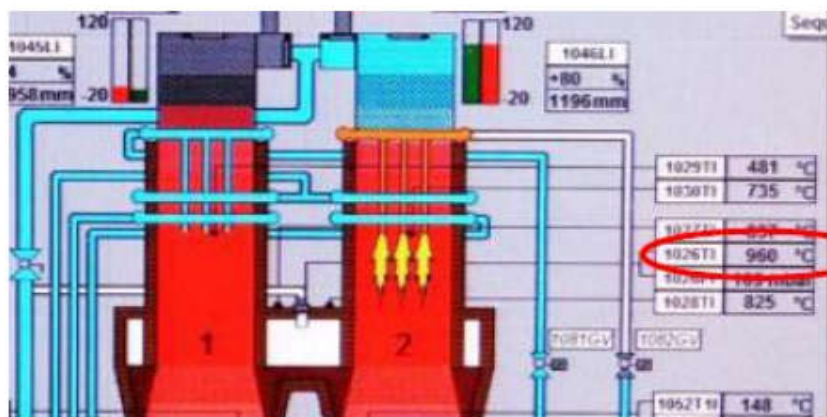
- El quemador de la puesta en marcha también estará en funcionamiento durante las reversiones del horno.
- Después de calentar el horno, el quemador de la puesta en marcha será eliminado y sustituido por el pirómetro óptico iniciándose la operación normal del horno.
- Pero consideramos que antes de iniciar el horno al modo de producción para la operación normal y antes de iniciar la calcinación mediante las lanzas de quemado, la temperatura en el canal de conexión y los canales del anillo debe haber alcanzado los  $900^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.4. CONSIDERACIONES PARA LA OPERACIÓN NORMAL DEL HORNO

- Cumplir con las condiciones para el llenado y precalentamiento del horno.
- El proceso de precalentamiento debe haber sido completado.
- La temperatura mínima dentro del canal de conexión y los canales del anillo debe haber llegado a  $900^{\circ}\text{C}$ . La temperatura necesaria para la autoignición del gas natural es de entre  $550$  a  $600^{\circ}\text{C}$ .

Una vez que se tiene la suficiente cantidad de caliza chancada a la temperatura adecuada dentro del horno se inicia la combustión por medio de la **inyección del combustible (gas natural)**, que es dosificado por un juego de **33 lanzas por cuba, 66 lanzas en total**, repartidas en forma concéntrica dentro de la cuba, para obtener una calcinación uniforme.





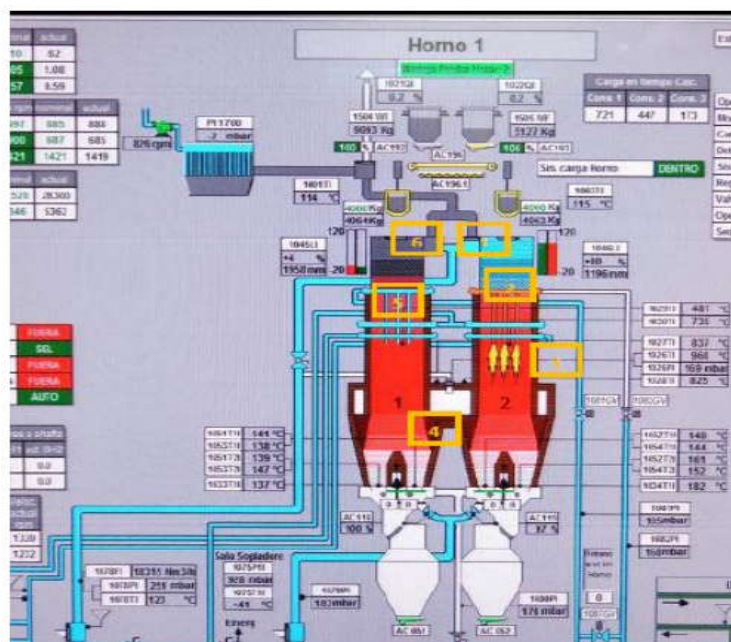
**Figura 37.** Temperatura del canal de conexión entre cubas

**Fuente:** Proceso productivo, Cal & Cemento Sur S.A

Tenemos que la temperatura en el canal de conexión es de 960°C y la presión de 169 mbar.

**EL FLUJO DE GAS** se determina de acuerdo a la velocidad de producción y al consumo calorífico del proceso (Kcal/Kg cal). Para la producción de 610 TPD se requiere un consumo calorífico de 800 Kcal/Kg Cal, equivalente a un flujo de 489 m<sup>3</sup> de gas por ciclo.

**EL AIRE DE COMBUSTIÓN** ingresa por la parte superior del horno por la trampa reversible de cada cuba (1) y es calentado en la zona de precalentamiento (2), descendiendo hasta el extremo final de las lanzas, en donde se mezcla con el combustible para permitir una adecuada combustión en la zona de calcinación (3). Al final de la zona de calcinación (ahora es gas caliente) es enviado a la siguiente cuba (4) y fluye hacia la parte superior precalentando la caliza de la cuba en regeneración (5), y este a la salida es enviado al filtro de mangas (6).



**Figura 38.** Etapas del proceso de combustión

**Fuente:** Proceso productivo, Cal & Cemento Sur S.A

Si se incrementa el aire de combustión, se generaría mayor resistencia en la carga del material. La máxima cantidad de aire que proporcionan los sopladores son a una presión de aproximadamente 400 mbar.

#### 4.5. MOTORES UTILIZADOS PARA COMBUSTIÓN Y ENFRIAMIENTO

- A. 04 sopladores de combustión (03 con una capacidad de 5000 Nm<sup>3</sup>/h y 01 soplador con variador de 7800 Nm<sup>3</sup>/h)
- B. 04 sopladores de enfriamiento (03 con una capacidad de 5000 Nm<sup>3</sup>/h y 01 soplador con variador de 9521 Nm<sup>3</sup>/h)
- C. 02 sopladores de aire de enfriamiento a lanzas (capacidad de 2306 Nm<sup>3</sup>/h).
- D. 02 sopladores de enfriamiento cilindro suspendido, (capacidad de 6749 Nm<sup>3</sup>/h)
- E. 02 ventiladores de emergencia (Motores Diésel) para enfriamiento del cilindro suspendido.

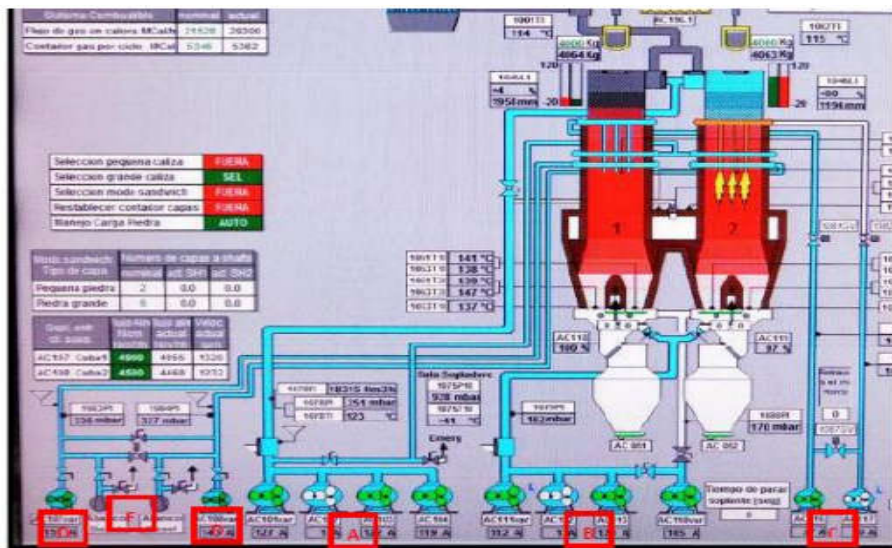


Figura 39. Equipos utilizados para la combustión y enfriamiento

Fuente: Proceso productivo, Cal & Cemento Sur S.A

#### 4.6. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Plano donde se encuentra la siguiente información del proceso:

- Equipamiento principal, con datos de potencia eléctrica a consumir.
- Variables principales de proceso: material a procesar, características físicas.
- Capacidad de procesamiento de equipamiento principal.
- Se indican variables importantes de los fluidos; temperaturas, presiones, flujo, densidad y demás magnitudes importantes.
- Se indican equipos más importantes para el proceso, con datos generales como son potencia eléctrica, etc.

Se usa el estándar ISA S 5.3- Graphic Symbols for Distributed Control, para la edición de los planos.

Los diagramas de flujo proceso se adjunta en el **Anexo A**.

#### 4.7. DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS INSTRUMENTACIÓN

El documento donde se analizan las distintas tecnologías de instrumentación que se contemplan en el proyecto, se adjunta en el **Anexo B**.

#### 4.8. ESPECIFICACIONES BÁSICAS DE INSTRUMENTOS DE CONTROL

Documento de ingeniería donde se listan las especificaciones básicas de los instrumentos y demás equipos correspondientes al área de instrumentación y control.

Como características básicas se incluye:

- Condiciones ambientales, con información de la situación geográfica, climática y demás condiciones de la ubicación donde se realizará la instalación, mostrados en Tabla N° 9.
- Herramientas informáticas para desarrollo de planos
- Voltaje de alimentación
- Tipo de conexionado y señal de salida
- Dimensiones físicas
- Material de fabricación
- Grado de protección ambiental

Todas las características indicadas en este documento son tomadas en cuenta para la evaluación de marcas y modelos de equipos en la etapa de procura

| DESCRIPCIÓN                                  | VALORES PROYECTO | UNIDAD   |
|--|------------------|----------|
| <b>DATOS METEOROLÓGICOS</b>                  |                  |          |
| Máxima temperatura ambiente diurna           | 17               | °C       |
| Mínima temperatura ambiente diurna           | ≥ 7              | °C       |
| Máxima temperatura de diseño de equipamiento | ≤ 30             | °C       |
| Mínima temperatura de diseño de equipamiento | ≥ 10             | °C       |
| Temperatura de Rocío promedio                | 5                | °C       |
| Humedad a máxima temperatura ambiente        | 45               | %        |
| Velocidad de viento máxima                   | 20               | m/s      |
| Dirección predominante de viento             | SurEste          | N/A      |
| <b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>                  |                  |          |
| Altitud                                      | 3825             | m.s.n.m. |
| Latitud                                      | 15°33'59" S      | N/A      |
| Longitud                                     | 70°06'12" O      | N/A      |
| Departamento                                 | Puno             |          |
| Distrito                                     | Caracoto         |          |

Tabla 9. Condiciones ambientales de la ubicación del proyecto

Elaboración: Propia

Los instrumentos más comunes en la industria del cemento, que se encuentran detallados en las especificaciones son:

- Controladores de secuencia de limpieza de filtros
- Sensores inductivos
- Switch de nivel alto y bajo
- Monitores de velocidad para rotación
- Transmisores de nivel
- Sensores y transmisores de temperatura
- Sensores y transmisores de presión
- Sensores de flujo



Figura 40. Transmisor de presión manométrica

**Fuente:** Endress Hauser- Cerabar

| Transmisor de presión                |   |  |
|--------------------------------------|---|--|
| Variable                             | : | Presión Relativa                                   |
| Rango                                | : | 0 a -2000 mBar                                     |
| Valor mínimo                         | : | -0.5 mBar  |
| Rangeabilidad                        | : | 200:1  |
| Exactitud                            | : | < 0.05 % SPAN                                      |
| Principio                            | : | Celda piezo resistiva, cerámica o metálica         |
| Salida                               | : | 4– 20mA, Hart                                      |
| Grado de protección:                 |   | IP65 Protección contra polvo, área de uso general. |
| Temperatura ambiente funcionamiento: |   | -10 ÷ + 50 °C                                      |
| Conexión al proceso:                 |   | ½ " NPT  |
| Material partes mojadas              |   | 316, hastelloy                                     |
| Opciones                             |   | Con capilares para alta temperatura                |
| Indicador integrado                  |   | Si   |

**Tabla 10.** Especificaciones básicas de transmisor de presión

**Fuente:** Endress Hauser- Cerabar

Se adjunta documento de Especificaciones Básicas de equipos de Instrumentación en el **Anexo C**.

#### 4.9. ARQUITECTURA DE CONTROL BÁSICA

Plano donde se mostrará los arreglos iniciales de todo el sistema de control, se debe tomar en consideración las recomendaciones del fabricante del sistema de control, así como las especificaciones solicitadas para el proyecto.

Muestra información, como:

- Número de estaciones
- Conexión de servidores
- Tipo de redes a implementarse
- Topología de redes
- Cantidad de controladores

Se incluye diagrama de arquitectura básica en el **Anexo D**.

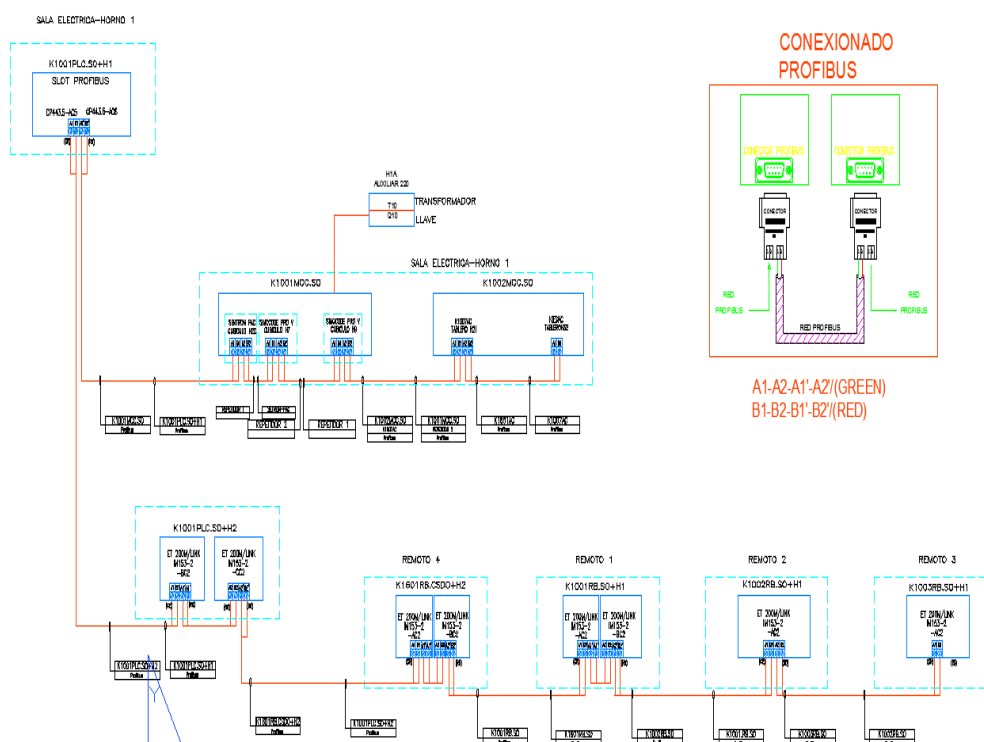


Figura 41. Arquitectura de control en horno Maerz

**Elaboración:** Propia

#### 4.10. INGENIERIA DE DETALLE

En esta etapa se revisan a detalle los documentos elaborados en la etapa de ingeniería básica, se desarrolla la documentación que será utilizada para la etapa de construcción e implementación del proyecto.

Se realiza evaluación detallada y cuantitativa sobre los riesgos del Proyecto y su impacto en alcance tiempo y costo.

Las actividades de mayor importancia en esta etapa son:

- Revisión detallada de la ingeniería básica.
- Listado de equipos, instrumentación, accesorios y materiales.
- Especificaciones técnicas de equipos de suministro eléctrico.
- Emisión de los planos, isométricos, unifilares eléctricos y diagramas necesarios para la instalación de los equipos y sistemas de Instrumentación y Control.
- Especificaciones funcionales de sistemas de instrumentación y control.

Los documentos que se generan en esta etapa son:

- Diagramas de tuberías e instrumentación P&ID de detalle
- Criterios de Ingeniería de Instrumentación y Control
- Lista de Instrumentos de Medición y Control con datos de detalle.
- Especificaciones Técnicas de equipos de Instrumentación y Control
- Planos de montaje de instrumentos.
- Documentación de planos /diagramas de conexionado de instrumentos de medición y control.

#### **4.11. DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN P&ID**

Diagrama con información más detallada sobre tipos de señal, alarmas asociadas, lazos de control o enclavamientos aplicables.

Se consideran los lazos de control asociados a las variables e instrumentos mostrados en los planos, así también se denota el medio de transmisión y tipo de señales utilizadas para los instrumentos



El estándar adoptado para la elaboración de estos diagramas es el mismo utilizado para la elaboración de los diagramas básicos: Estándar ANSI/ISA 5.1 – 2009 Instrumentation Symbols and Identification.

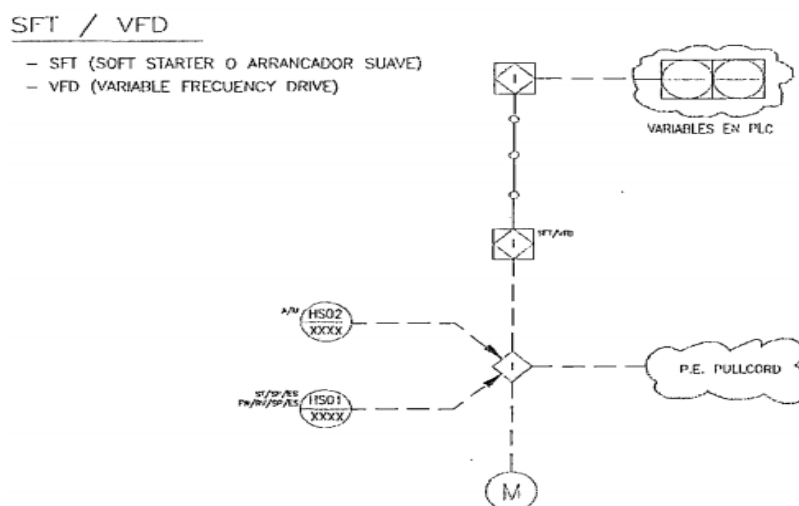


Figura 42. Diagrama de control arranque motor por VFD

**Elaboración:** Propia

En el **Anexo E**, se incluyen planos P&ID detalle.

#### 4.12. ESPECIFICACIONES EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN

Documento donde se detallan las especificaciones para los equipos de instrumentación y control, se deben indicar las características principales, dentro de los aspectos principales encontramos:

- Modelo
- Fabricante
- Accesorios
- Numero de parte

Esta lista se considera como lista final para el proceso de compra o procura, cualquier cambio futuro por error en la especificación o cambio por otro equipo de mejores características o desempeño será como parte del área de construcción. Se adjunta lista de instrumentos en el **Anexo F**.

#### 4.12.1. DIAGRAMAS DE CONEXIONADO DE INSTRUMENTOS

Son planos donde se muestran la conexión de cada equipo de instrumentación a detalle, se utilizan en la etapa de construcción para la conexión de cada instrumento y controlador del sistema de control, detallando diseño, función, arranque, operación de cada circuito de control.

Posteriormente culminada la etapa de construcción del proyecto se generará una revisión final, denominada "AS BUILD" (Como construido) que sirve para la detección de averías o fallas en la etapa de comisionamiento y en mantenimiento. El estándar mayormente utilizado para realizar estos planos es el estándar ISA 5.4 Instrument loop Diagrams 1994. Se encuentra información específica de cada instrumento detallando:

- Marca y modelo de equipo o instrumento.
- Detalle de número de bornes a conectar en instrumento.
- Identificación del lazo o lazos de componentes mostrados en el P&ID.
- Indicación de la interrelación con otros lazos de instrumentos.
- Identificación de todas las conexiones a través de números letras y colores (cables, conductores, tubos neumáticos, tubos hidráulicos).
- Fuentes de alimentación de energía tales como: fuentes eléctricas, alimentación neumática, hidráulica, voltaje, etc.



| TIPO DE SEÑAL DE PROCESO         | TIPO DE MÓDULO |    |    |    | CORRIENTE ENTRADA                                 | CORRIENTE SALIDA                           |
|----------------------------------|----------------|----|----|----|---|--|
|                                  | AI             | AO | DI | DO |   |  |
| Señal Analógica                  | x              | -  | -  | -  | 0mA - 20 mA<br>4mA -20 mA<br>"normalizado"        | -  |
| Señal Digital                    | -              | -  | x  | -  | Según descripción de los equipos, corriente en mA | -  |
| Control de actuadores Analógicos | -              | x  | -  | -  | -   | 0mA - 20 mA<br>4mA -20 mA<br>"normalizado" |
| Control de actuadores Digitales  | -              | -  | -  | x  | -   | 0.5 A "supervisado"                        |

**Tabla 11.** Adquisición de Señales de Proceso

**Elaboración:** Propia

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** En la implementación del sistema SCADA de la arquitectura Siemens, se utilizó el software WinCC Explorer V 7.0. Este software, es ideal para la adquisición y el manejo de datos, registros; generación de estadísticas, gráficos de tendencias y comportamientos; del proceso de calcinación de piedra caliza en cal & cemento Sur.

**SEGUNDA:** La operacionalización de los sensores fueron realizados teniendo en cuenta sus especificaciones de diseño, señales de control, montaje, conexionado, integración al scada y puesta en marcha.

**TERCERA:** Se documentó y analizo de todo el proceso comprendido en 5 áreas que el scada en el sistema WinCC de Siemens utiliza para poder controlar los sensores, transmisores, actuadores, motores, fajas, válvulas, sistemas completos y controladores, para poder generar los reportes diarios de producción, fallas, temperaturas, consumo energético, consumo de materia prima, y reporte de operatividad del proceso de producción.

**CUARTA:** La importancia de una completa y eficaz planeación, queda en evidencia en la ejecución de un proyecto donde no tiene cabida la improvisación, ya que cada imprevisto e inconveniente presentado, debe ser solucionado en el menor tiempo posible y de manera correcta; por lo anterior la planeación, junto con el planteamiento de cronogramas de trabajo, son fundamentales en la concepción y buen desarrollo del proyecto.

## SUGERENCIAS

- PRIMERA:** El horno durante su fase inicial de operación (para los primeros días), requiere una supervisión permanente, ya sea por la cabina de control o llevando a cabo controles remotos de forma regular.
- SEGUNDA:** El control para evitar la dispersión de las partículas de cal por el medio ambiente debe ser acorde a la tecnología disponible y a la normativa sobre emisiones de partículas de polvo.
- TERCERA:** Vigilar constantemente los parámetros del proceso y el cambio si es necesario. Es importante recordar que el ajuste de los parámetros del proceso tiene un impacto en la calidad de la Cal producida.
- CUARTA:** Tener en cuenta que todo proceso productivo, industrial o minero requiere todos los equipos de protección personal y coordinación con el área de seguridad para poder realizar un registro, análisis, o cualquier trabajo visual o de mantenimiento dentro de todo el proceso.

## BIBLIOGRAFIA

1. DUDA H., Walter  
2003 “Introducción de la caliza”. *Manual Tecnológico del Cemento*.  
Editorial Reverté. España, pp.1-13.
2. VALDIVIEZO DIAS, Alejandra y RAMIREZ CARRION, José  
2009 “Rocas Cálcidas”. *Compendio de Rocas y Minerales Industriales  
en el Perú*. Ingemmet, Geología Económica, pp. 217
3. Oates, J.A.H., Wiley-VCH,  
1998 "Lime and Limestone"  
ISBN 3-527-29527-5. pp. 54-56
4. BUSTOS CASTILLO, Mateo Felipe.  
2012 sistema SCADA WinCC de Siemens en automatización de proceso de  
la UPB. 1ra ed. Bucaramanga, Colombia, pp. 20-45
5. PEREZ, Fede.  
2010 “WinCC Programación Elemental”. Departamento de ingeniería de  
sistemas y automática. Bilbao, España, pp. 22
6. Hurtado Torres, José María  
2014 “Comunicaciones Industriales” Departamento de Electricidad-  
Electrónica. Himilce – Linares, España pp. 2-15
7. RODRIGUEZ PENIN, Aquilino.  
2007 Sistemas SCADA. 2da ed. México, pp. 4-24
8. MUÑOZ J.M.  
2007 Estudio de aplicación de los estándares Devicenet y ControlNet  
de comunicaciones industriales como solución de una red de  
campo., Chile. 387 p.

9. AIE. (2011). Protocolos de comunicaciones industriales. Asociación de la Industria Eléctrica y Electrónica (AIE).  
<http://www.aie.ci/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf> [diciembre de 2015]
10. CAICEDO-ERASO, JC. (2003). Redes Industriales.  
<http://juce.galeon.com/artredind.pdf>. (Consulta enero 2016).
11. INFOPLC. (2007). Historia de las comunicaciones industriales. Actualidad y recursos sobre automatización industrial. Disponible en: [http://www.infopl.net/documentacion/docu\\_comunicacion/infoPLC\\_net\\_Historia\\_Co\\_municaciones\\_industriales.html](http://www.infopl.net/documentacion/docu_comunicacion/infoPLC_net_Historia_Co_municaciones_industriales.html) [Consulta enero 2016].
12. Siemens Automation Catalog. [En Línea]  
<<https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/Collateral.axd?method=product&mlfb=6ES7314-6BH04-0AB0&region=CO>> [Consulta enero 2016]
13. AUTOMATAS: Autómatas Industriales [En Línea]  
<<http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>> [Consulta mayo 2016]
14. Universidad Nacional Hermilio Valdizan: Manufactura Integrada por Computadora  
CIM.[http://www.fiisunheval.com/file.php/1/Laboratorio\\_CIM/piramide\\_de\\_la\\_automatizacion.JPG](http://www.fiisunheval.com/file.php/1/Laboratorio_CIM/piramide_de_la_automatizacion.JPG)> [Consulta marzo 2016]
15. Rodríguez P.A. (2007). Sistemas SCADA. 2 ed. Marcombo: México D.F. 19p.  
Salazar C.A., Correa L.C. (2011). Buses de campo y Protocolos en redes industriales. Ventana Informática, 25:83-109.



**16.** European Commission, "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC)" -

Documento de referencia de las mejores técnicas disponibles en la industria del cemento y de la cal (aceptado Dic. 2001)

**17. Normas ISO:**

ISO-9001:2000- Sistemas de Gestión de la Calidad

**18. Normas ISA:**

ISA S 5.1- Instrument Symbols and Identification

ISA S 5.3- Graphic Symbols for Distributed Control

ISA S S.4- Instrument Loop Diagrams

ISA S 5 .5 - Graphic Symbols for Process Displays

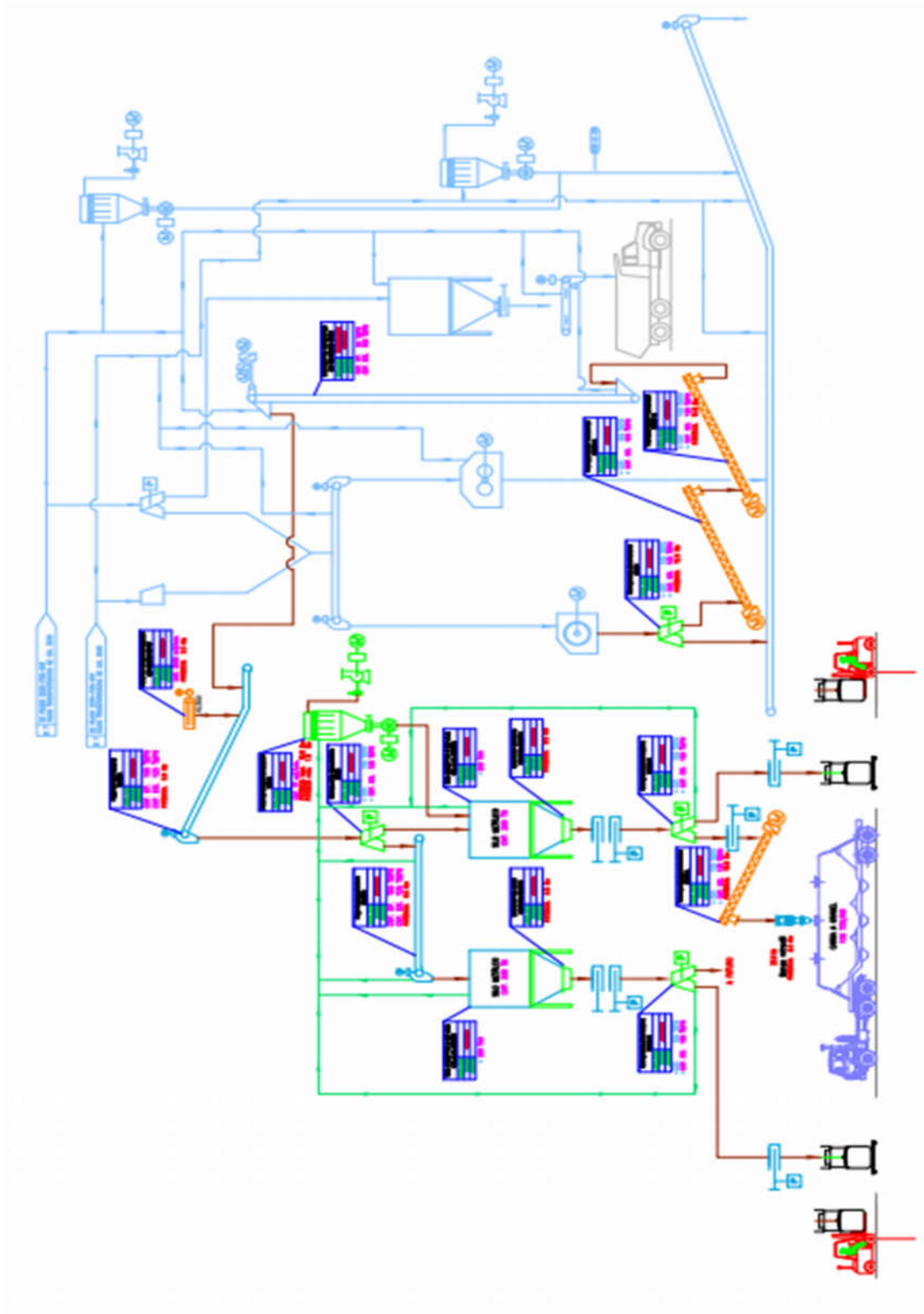
ISA S 51.1- Process Instrumentation Terminology

ISA S 50.1-82- Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process

Instruments

# ANEXOS

### Anexo A. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: “Cal & Cemento Sur – Área 400 despacho”  
Elaboración: Propia

## Anexo B. Descripción de tecnologías

### Área 300: Hornos de calcinación Maerz

A continuación, se detallan los equipos principales del proyecto, listando las variables más importantes que intervienen en cada uno, se realiza una evaluación de los posibles tipos de instrumentos a aplicar y se decide por la tecnología o tipo de instrumento que cumpla mejor con los requerimientos del proceso.

#### A. FILTRO DE MANGAS- PULSE JET

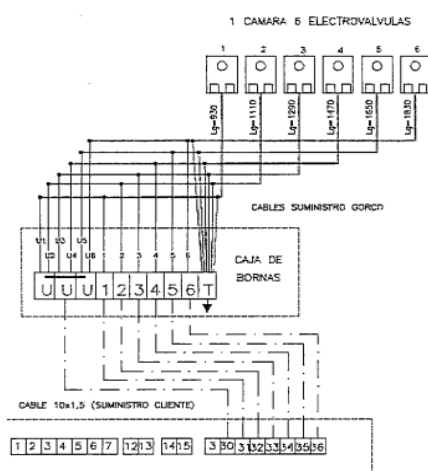
Equipos utilizados para succionar materiales particulados generados en el proceso, su principio fundamental está en hacer pasar el aire con polvo suspendido succionado por un ventilador exterior a través de mangas filtrantes las cuales retienen las partículas de polvo desde las 0.2 $\mu$ m. Las partículas de polvo retenidas se almacenan en la tolva del filtro y son descargadas por equipo como válvulas rotativas, clapetas de descarga, etc.

Como parte de instrumentación se debe considerar lo siguiente:

##### Controlador de secuencia de limpieza (XC):

Un filtro cuenta con varias etapas de mangas conectadas a una sola línea de aire de limpieza, que son controladas por una válvula solenoide 2/2. Esta secuencia puede ser realizada por el sistema PLC, sin embargo la cantidad de salidas o válvulas que se usará en el sistema depende de la magnitud del filtro puede ser una o varias cámaras usando desde 3 válvulas hasta varios cientos. Por este motivo se usarán controladores de secuencia dedicados.

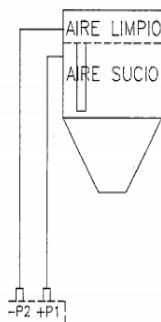
Las características que debe contar este equipo es:



**Fuente:** Manual de transmisor diferencial GORCO

**Presión diferencial (PD):**

La presión diferencial será utilizada en los filtros de mangas para medir la diferencia de presión de aire entre la cámara limpia y sucia de los filtros; esta presión será utilizada para iniciar la secuencia de limpieza de las mangas.



**Fuente:** Manual de transmisor diferencial GORCO

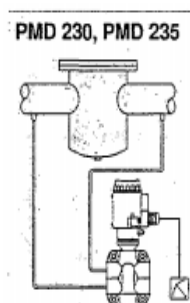
Las características que debe contar este equipo es:

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Rango :                     | -10 a 10 mbar                                     |
| Valor mínimo :              | -10 mbar  |
| Rangeabilidad :             | 2:1   |
| Exactitud :                 | < 5 % Span  |
| Salida :                    | 4 – 20mA<br>1 NC – 1NO                            |
| Alimentación :              | 24 VDC<br>230 VAC                                 |
| Grado de protección:        | IP65 Protección contra polvo, área de uso general |
| Temperatura funcionamiento: | -10 ÷ + 50 °C                                     |
| Conexión al proceso:        | Conexión neumática, roscada ½" NPT                |
| Opciones :                  | Con indicador local                               |

**Fuente:** Manual de transmisor diferencial GORCO

**Alternativas:**

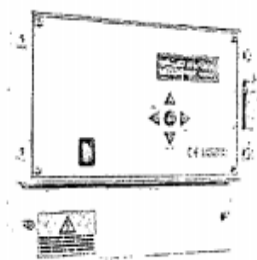
Transmisor de presión diferencial con indicador local  
 Marcas: SIEMENES, ENDRESS HAUSER, YOKOGAWA



**Fuente:** Manual transmisor diferencial ENDRESS HAUSER

Transmisor de presión diferencial embebido en controlador de limpieza.

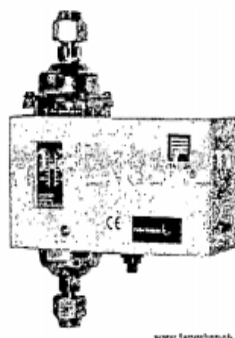
Marcas: AAF, ASCO, GORCO



**Fuente:** Manual de transmisor diferencial GORCO

Switch de presión diferencial, de no tener indicador de aguja u otro sistema, se requiere manómetro para indicación local.

Marcas: KOBOLD, ASHCROFT, DWYER



**Fuente:** Manual switch diferencial GORCO

#### **Análisis:**

Se deberá usar controladores de secuencia de limpieza para cada filtro de mangas, el número de salidas y tensión de control para las electroválvulas será definido de acuerdo a tamaño del filtro, esto es indicado por el área de proceso. De esta manera el control del filtro se realizará mediante contactos secos desde el sistema de control y se contará con señales de estado del equipo. Se ahorrarán sustancialmente número de salidas en sistema de control para control de secuencia de limpieza.

Para la lectura de la presión diferencial se usarán los transmisores de presión diferencial embebidos en los secuenciadores de limpieza de los filtros, estos funcionan como una unidad y son especialmente diseñados para el trabajo con filtros, los rangos de presión dependerán del tipo de mangas usado a indicar por el fabricante del filtro.

## B. TRANSMISOR DE NIVEL

### Interrupor de nivel Capacitivo

- Marcas: VEGA, SIEMENS, ENDRESS HAUSER
- Fabricado con longitudes personalizadas.
- Cumple con requerimientos de temperatura de proceso.
- Material de sonda resistente a abrasión.
- Requiere conexión con parte metálica de estructura aterrada.
- Aislamiento de PTFE para mayores temperaturas.
- Depende de conductividad de material.
- Adecuado para solidos de baja densidad.
- Requiere longitud mínima de nivel de contacto para su activación.

### Interrupor de nivel Vibración -

- Marcas: VEGA, SIEMENS, ENDRESS HAUSER
- Fabricado con longitudes personalizadas.
- Cumple con requerimientos de temperatura de proceso.
- Material de sonda resistente a abrasión.
- Requiere conexión con parte metálica de estructura aterrada.
- Aislamiento de PTFE para mayores temperaturas.
- Adecuado para solidos de baja densidad 10 or 50 g/l
- Mejor desempeño en ambientes con polución.



Fuente: w3.siemens.com

### Análisis:

Se opta por interruptor de nivel por vibración, este equipo presenta mejor desempeño en ambientes con excesiva polución por polvo, este ambiente será una condición de trabajo en la ubicación del equipo. No se requiere recalibración de punto de conmutación.

### C. TEMPERATURA DE RODAMIENTO (TE)

Elemento de protección de rodamientos del equipo por sobre temperatura, las dimensiones dependen del fabricante de los rodamientos y chumaceras asociados.

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Variable :                  | Temperatura   |
| Rango :                     | 0-200 ° C   |
| Valor mínimo :              | -10 °C  |
| Rangeabilidad :             | 20:1  |
| Exactitud :                 | < 0.5 % FS  |
| Salida :                    | 4– 20mA, RTD  |
| Grado de protección:        | IP65 Protección contra polvo, área de uso general.    |
| Temperatura funcionamiento: | -10 ÷ + 50 °C   |
| Conexión al proceso:        | N/A   |
| Opciones de temperatura     | Con cabezal tipo LDAP, para instalación de transmisor |

**Fuente:** Manual sensor de temperatura SIEMENS

#### Alternativas:

##### PT IOO con vaina flexible

- 3 ó 4 hilos para reducir error por longitud de cable.
- Longitud y dimensiones dependerán del fabricante de rodamiento.
- Cumple con requerimientos de temperatura de proceso.
- Recubrimiento especial para rápida transmisión de temperatura.
- Resistente a vibración.
- Mejor contacto con superficie de medición

##### PT IOO con vaina rígida

- 3 ó 4 hilos para reducir error por longitud de cable.
- Longitud y dimensiones dependerán del fabricante de rodamiento.
- Cumple con requerimientos de temperatura de proceso.
- No realiza buen contacto con superficie a medir.
- Posibilidad de daño por rozamiento con partes móviles.
- Menor velocidad de transmisión de temperatura



**Fuente:** Manual sensor de temperatura SIEMENS

#### Análisis:

Se opta por PT100 con vaina flexible, para mejor tiempo de respuesta de temperatura, así como proteger rodamientos de daños mecánicos por rozamiento.



## Anexo C. Especificaciones básicas de Instrumentos de control

### A. Datos Básicos de diseño

Este documento incluye la información específica del proyecto, que será utilizada en la realización tanto de ingeniería básica y en la ingeniería de detalle, compra de equipos, montaje. Esta información es solo aplicable al proyecto de referencia y es de naturaleza multidisciplinaria.

El contenido más importante que se detalla en este documento es el siguiente:

- **Condiciones ambientales y sismológicas del proyecto:**

| DESCRIPCIÓN                                  | VALORES PROYECTO | UNIDAD   |
|--|------------------|----------|
| <b>DATOS METEOROLÓGICOS</b>                  |                  |          |
| Máxima temperatura ambiente diurna           | 17               | °C       |
| Mínima temperatura ambiente diurna           | ≥-7              | °C       |
| Máxima temperatura de diseño de equipamiento | ≤30              | °C       |
| Mínima temperatura de diseño de equipamiento | ≥-10             | °C       |
| Temperatura de rocío promedio                | 5                | °C       |
| Humedad a máxima temperatura ambiente        | 45               | %        |
| Velocidad de viento máxima                   | 20               | m/s      |
| Dirección predominante de viento             | SurEste          | N/A      |
| <b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>                  |                  |          |
| Altitud                                      | 3825             | m.s.n.m. |
| Latitud                                      | 15°33'59" S      | N/A      |
| Longitud                                     | 70°06'12" O      | N/A      |
| Departamento                                 | Puno             |          |
| Distrito                                     | Caracoto         |          |

**Elaboración:** Propia

- **Sistemas de medida aplicables:**

Se utiliza el Sistema Internacional de Unidades (SI) excepcionalmente puede usarse el Sistema Ingles, para las magnitudes de longitud y presión.

- **Criticidad de planta:**

Se detalla el tipo de servicio que será dedicado a la planta; e cual puede consistir en:

- a) Unidad de producción de servicio continuo, 24 horas, 365 días x año, funcionamiento ininterrumpido sin paradas; la salida de servicio de cualquier equipo de corta duración afectaría integridad de planta.
- b) Unidad de producción de servicio discontinuo, funcionamiento discontinuo donde la salida de servicio de cualquier equipo de corta duración no afecta la integridad de planta de manera importante.
- c) Unidad de producción de servicio continuo, 24 horas, 365 días x año, con posibilidad de paradas programadas anualmente, la salida de servicio de cualquier equipo no afectaría integridad de planta. Este tipo de servicio que aplicará en el presente proyecto.

**PRESIÓN DE GASES – (P)**

Se realizará medición de presión en las diferentes etapas del precalentador, esto es a la entrada y salida de cada ciclón. Los datos de la presión a medir son:

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Tipo de presión:        | Vacío            |
| Fluido:                 | Gas caliente.    |
| Rangos de operación:    | -30 a -80 mbar   |
| Temperatura de proceso: | 300 a 1000°C     |
| Tipo de medida:         | Presión relativa |

Los requerimientos para el transmisor son:

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Variable :                           | Presión Relativa                                   |
| Rango :                              | 0 a -2000 mBar                                     |
| Valor mínimo :                       | -0.5 mBar  |
| Rangeabilidad :                      | 200:1  |
| Exactitud :                          | < 0.05 % SPAN                                      |
| Principio :                          | Celda piezo resistiva, cerámica o metálica         |
| Salida :                             | 4– 20mA, Hart                                      |
| Grado de protección:                 | IP65 Protección contra polvo, área de uso general. |
| Temperatura ambiente funcionamiento: | -10 ÷ + 50 °C                                      |
| Conexión al proceso:                 | ½ " NPT  |
| Material partes mojadas              | 316, hastelloy                                     |
| Opciones                             | Con capilares para alta temperatura                |
| Indicador integrado                  | Si   |

**Fuente:** Manual sensor de presión SIEMENS

**B. Especificaciones Ingeniería de Automatización, control e instrumentación**

En este punto se deben considerar datos importantes de la parte eléctrica:

| Descripción  | Valores Proyecto  | Unidad |
|--|-------------------|--------|
| <b>DATOS DISEÑO PARA EQUIPOS ELECTRICOS</b>        |                   |        |
| Temperatura de diseño interior min.                | 10                | °C     |
| Temperatura de diseño interior max.                | 25                | °C     |
| Grado de protección equipos para interior de salas | IP 55             |        |
| Grado de protección equipos para exterior de salas | IP 66             |        |
| <b>TENSION ALIMENTACION,</b>                       |                   |        |
| Sistema suministro M.T.                            | TN - C            |        |
| Voltaje M.T.                                       | 4160              | Vac    |
| Sistema distribución B.T.                          | TN - S            |        |
| Voltaje B.T.                                       | 460               | Vac    |
| Frecuencia red                                     | 60                | Hz     |
| Voltaje Motores 3 fases                            | 460               | Vac    |
| Voltaje Motores 1 fase                             | 230               | Vac    |
| Tableros distribución B.T.                         | 460               | Vac    |
| Tableros CCM                                       | 460               | Vac    |
| Tableros iluminación tomacorrientes y auxiliares   | 230               | Vac    |
| Tableros control                                   | 230               | Vac    |
| Sistema alimentación ininterrumpida UPS            | 230               | Vac    |
| Redundancia UPS                                    | Solo sala control |        |

**Fuente:** Manual SIEMENS

## SITRANS T measuring instruments for temperature

### Thermocouples

#### Straight thermocouples to DIN 43733, with connection heads

##### Overview

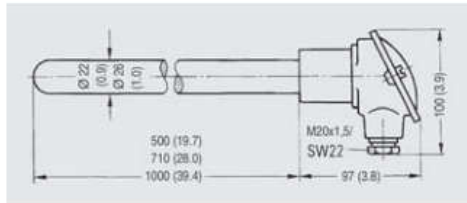


The straight thermocouple together with a metal protective tube is suitable for temperatures from 0 to 1250 °C (32 to 2282 °F) and can be supplied with a built-in temperature transmitter.

##### Technical specifications

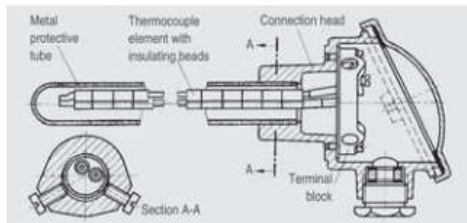
|                    |   |
|--------------------|---|
| Thermocouples      | Ni Cr/Ni type K   |
| Number             | 1 or 2  |
| Leg diameter       | 2 to 3 mm (0.08 to 0.12 inch)                                       |
| Insulation of legs | Insulating beads  |
| Protective tube    | Metal   |
| Connection head    | Form A, DIN 43729; made of cast light alloy, with one cable bushing |

##### Dimensional drawings



Straight thermocouple, dimensions in mm (inches)

##### Design



Straight thermocouple with base-metal element Ni Cr/Ni with metal protective tube

##### Selection and ordering data

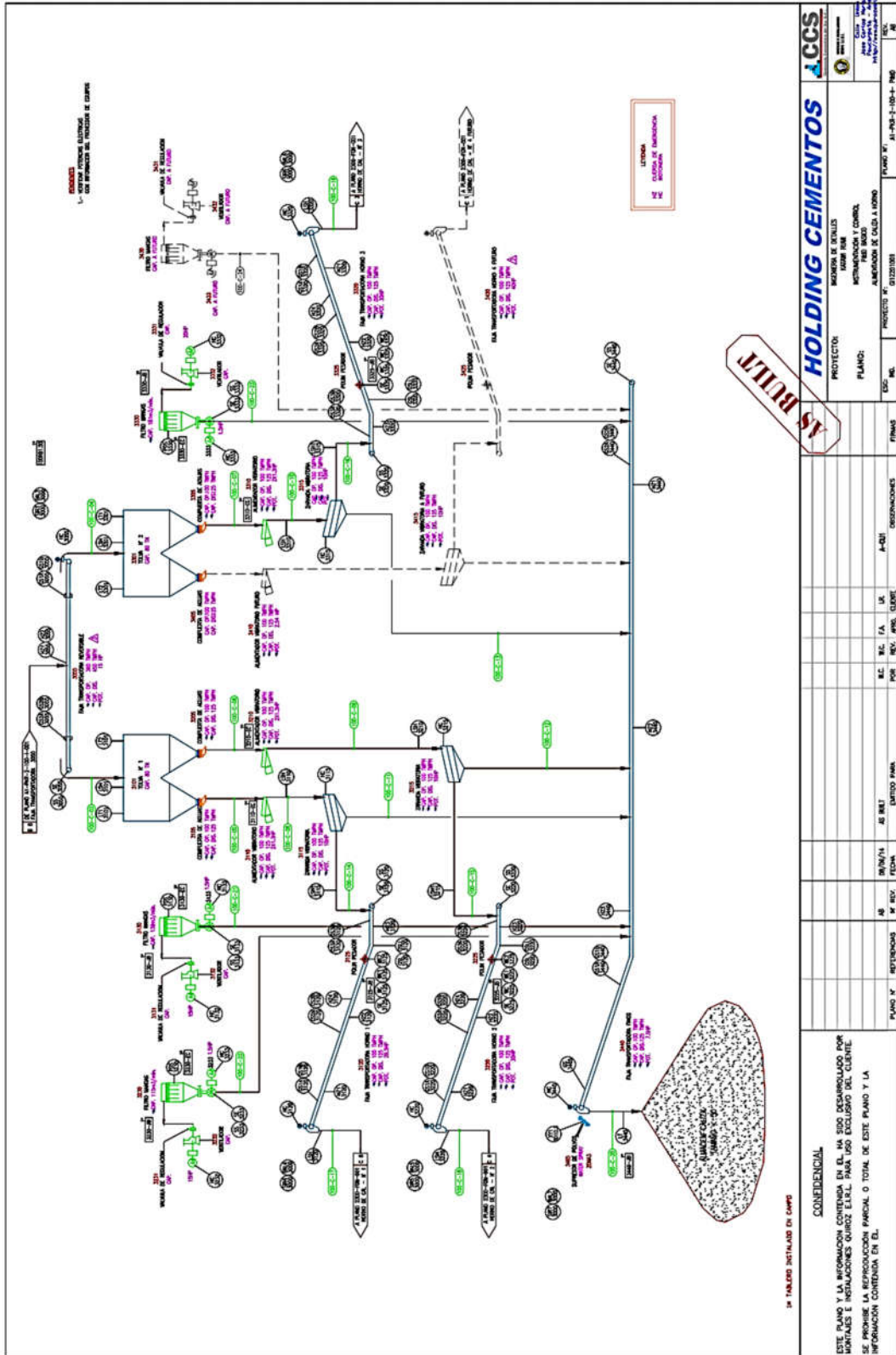
##### Order No.

|   |  |
|---|--|
| <b>Straight thermocouple with Ni Cr/Ni thermocouple (type K) with metallic protective tube</b><br><b>to 1,000 °C (1,832 °F)</b><br><b>X 10 CrAl 24, mat. No. 1.4762</b><br>22 mm Ø x 2 mm (0.87 inch x 0.079 inch)<br>1 thermocouple<br>Leg diameter 2 mm (0.08 inch)<br>Weight: 1.1 ... 2.9 kg (2.4 ... 6.4 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)<br>2 thermocouples<br>Leg diameter 2 mm (0.08 inch)<br>Weight: 1.1 ... 3.2 kg (2.4 ... 7.0 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4) | 7MC2000-1DC0<br>7MC2000-2DC0<br>7MC2000-3DC0 |
| <b>to 1,100 °C (2,012 °F)</b><br><b>X 18 CrNi 28, material No. 1.4749</b><br>26 mm Ø x 4 mm (1.02 inch x 0.16 inch)<br>1 thermocouple<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1.3 ... 2.2 kg (2.7 ... 4.8 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)<br>2 thermocouples<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1.4 ... 2.4 kg (3.1 ... 5.3 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)  | 7MC2000-1EC0<br>7MC2000-2EC0<br>7MC2000-3EC0 |
| <b>to 1,200 °C (2,192 °F)</b><br><b>X 15 CrNi Si 24 19, material No. 1.4841</b><br>22 mm Ø x 2 mm (0.87 inch x 0.079 inch)<br>1 thermocouple<br>Leg diameter 2 mm (0.08 inch)<br>Weight: 1.7 ... 2.9 kg (3.7 ... 6.4 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)<br>2 thermocouples<br>Leg diameter 2 mm (0.08 inch)<br>Weight: 1.9 ... 3.1 kg (4.2 ... 6.8 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)   | 7MC2000-1ED0<br>7MC2000-2ED0<br>7MC2000-3ED0 |
| <b>To 1,250 °C (2,282 °F)</b><br><b>CrAl 205 (Megapyr), material No. 1.4767</b><br>22 mm Ø x 2 mm (0.87 inch x 0.079 inch)<br>1 thermocouple<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1 ... 2.9 kg (2.2 ... 6.4 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)<br>2 thermocouples<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1.1 ... 3.2 kg (2.4 ... 7.0 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)   | 7MC2000-1FC0<br>7MC2000-2FC0<br>7MC2000-3FC0 |
| <b>To 1,250 °C (2,282 °F)</b><br><b>CrAl 205 (Megapyr), material No. 1.4767</b><br>22 mm Ø x 2 mm (0.87 inch x 0.079 inch)<br>1 thermocouple<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1 ... 2.9 kg (2.2 ... 6.4 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)<br>2 thermocouples<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1.1 ... 3.2 kg (2.4 ... 7.0 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)   | 7MC2000-1FD0<br>7MC2000-2FD0<br>7MC2000-3FD0 |
| <b>To 1,250 °C (2,282 °F)</b><br><b>CrAl 205 (Megapyr), material No. 1.4767</b><br>22 mm Ø x 2 mm (0.87 inch x 0.079 inch)<br>1 thermocouple<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1 ... 2.9 kg (2.2 ... 6.4 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)<br>2 thermocouples<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1.1 ... 3.2 kg (2.4 ... 7.0 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)   | 7MC2000-1HC0<br>7MC2000-2HC0<br>7MC2000-3HC0 |
| <b>To 1,250 °C (2,282 °F)</b><br><b>CrAl 205 (Megapyr), material No. 1.4767</b><br>22 mm Ø x 2 mm (0.87 inch x 0.079 inch)<br>1 thermocouple<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1 ... 2.9 kg (2.2 ... 6.4 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)<br>2 thermocouples<br>Leg diameter 3 mm (0.12 inch)<br>Weight: 1.1 ... 3.2 kg (2.4 ... 7.0 lb)<br>Nominal length in mm (inch):<br>• 500 (19.7)<br>• 710 (28.0)<br>• 1,000 (39.4)   | 7MC2000-1HD0<br>7MC2000-2HD0<br>7MC2000-3HD0 |
| <b>Connection head, form A,</b><br>• made of cast light alloy,<br>with 1 cable inlet and<br>- screw cover<br>- high hinged cover  | 1<br>6                                       |

Fuente: datasheet siemens 7mc 2000



### Anexo E. Diagrama P&ID Detalle



Elaboración: Propia







Anexo F Lista de Instrumentos - Sensores

CEMENTO SUR S.A.  
LISTA DE SENSORES - LINEA 3 - PRODUCCION CAL

| N° | Zona | Deser Zona          | Cod  | Deser Cod                             | Sub Cod | Etiquetado | Deser Equipo                              | Marca del Sensor    | Modelo                  | Salidas           | Voltaje      | Corriente   | Protección          |
|----|------|---------------------|------|---------------------------------------|---------|------------|---|---------------------|-------------------------|-------------------|--------------|-------------|---------------------|
| 1  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Razer Tail                            | SIR1    | 3000 SIR1  | Sirena - Razer Tail                       | Maxdon              | NR                      | 2 Hilos           | 240 VDC      | NR          | NR                  |
| 2  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Razer Tail                            | BAL1    | 3000 BAL1  | Baliza - Razer Tail                       | Maxdon              | LED LeuchteG            | 3 Hilos           | 230 VAC      | 70 mA       | IP67                |
| 3  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Tunel Faja 3050                       | BAL2    | 3000 BAL2  | Baliza - Tunel Faja 3050                  | FFH                 | LED LeuchteG            | 3 Hilos           | 230 VAC      | 70 mA       | IP67                |
| 4  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Tunel Faja 3050                       | SIR2    | 3000 SIR2  | Sirena - Tunel Faja 3050                  | Maxdon              | NR                      | 2 Hilos           | 240 VDC      | NR          | NR                  |
| 5  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Edificio de Toivas Faja Transversal R | SIR3    | 3000 SIR3  | Sirena - Edificio de Toivas               | Maxdon              | NR                      | 2 Hilos           | 240 VDC      | NR          | NR                  |
| 6  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Faja Transportadora 3120              | SIR4    | 3000 SIR4  | Sirena - Faja Transportadora 3120         | Maxdon              | NR                      | 2 Hilos           | 240 VDC      | NR          | NR                  |
| 7  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Faja Transportadora 3220              | SIR5    | 3000 SIR5  | Sirena - Faja Transportadora 3220         | Maxdon              | NR                      | 2 Hilos           | 240 VDC      | NR          | NR                  |
| 8  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Faja Transportadora 3320              | SIR6    | 3000 SIR6  | Sirena - Faja Transportadora 3320         | Maxdon              | NR                      | 2 Hilos           | 240 VDC      | NR          | NR                  |
| 9  | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Faja Transportadora 3320              | BAL5    | 3000 BAL5  | Baliza - Faja Transportadora 3320         | FFH                 | LED LeuchteG            | 3 Hilos           | 230 VAC      | 70 mA       | IP67                |
| 10 | 100  | Recepcion de Caliza | 3000 | Faja Transportadora de Fines          | SIR7    | 3000 SIR7  | Sirena - Faja Transportadora de Fines     | Maxdon              | NR                      | 2 Hilos           | 240 VDC      | NR          | NR                  |
| 11 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | SIR     | 3005 SIR   | Sirena - Tablero Razer Tail               | Pico                | NR                      | 2 Hilos           | 24 VDC       | NR          | NR                  |
| 12 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | GS3     | 3005 GS3   | Sensor Inductivo - Izquierda              | Pippert Fluxis      | NCB15-30GMS60-24-V1     | 2 Hilos DC        | 3.5 a 30 V   | 2 a 100 mA  | IP67                |
| 13 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | GS4     | 3005 GS4   | Interruptor de Limite - Razer Tail        | Pippert Fluxis      | 8027-A                  | 2 Hilos DC        | 3.5 a 30 V   | 2 a 100 mA  | IP67                |
| 14 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | GS5     | 3005 GS5   | Sensor Inductivo - Derecha                | Pippert Fluxis      | NCB15-30GMS60-24-V1     | 2 Hilos DC        | 3.5 a 30 V   | 2 a 100 mA  | IP67                |
| 15 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | GS1A    | 3005 GS1A  | Desalineamiento - Polin de Cabecera       | Bulk Pro Systems    | BM-2-00                 | NR                | 115-230 VAC  | 15 A        | NR                  |
| 16 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | GS1B    | 3005 GS1B  | Desalineamiento - Polin de Cabecera       | Bulk Pro Systems    | BM-2-00                 | NR                | 115-230 VAC  | 15 A        | NR                  |
| 17 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | SS      | 3005 SS    | Sensor de Velocidad - Alarma              | NR                  | NR                      | 3 Hilos           | 5 a 24 V dc  | 15 A        | NR                  |
| 18 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | GS2A    | 3005 GS2A  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Bulk Pro Systems    | BM-2-00                 | NR                | 115-230 VAC  | 15 A        | NR                  |
| 19 | 100  | Recepcion de Caliza | 3005 | Razer Tail                            | GS2B    | 3005 GS2B  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Bulk Pro Systems    | BM-2-00                 | NR                | 115-230 VAC  | 15 A        | NR                  |
| 20 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS2A    | 3015 GS2A  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 21 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS1B    | 3015 GS1B  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 22 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS1A    | 3015 GS1A  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 23 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS4     | 3015 GS4   | Interruptor de Movimiento - Derecha       | Turck               | NR                      | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC   | 3-400 mA    | IP68                |
| 24 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS5     | 3015 GS5   | Interruptor de Movimiento - Izquierda     | Turck               | NR                      | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC   | 3-400 mA    | IP68                |
| 25 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS6     | 3015 GS6   | Interruptor de Movimiento - Izquierda     | Turck               | NR                      | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC   | 3-400 mA    | IP68                |
| 26 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS7     | 3015 GS7   | Interruptor de Limite - Izquierda         | Telemecanique       | XCKMRS40IH29            | 2x2-polin NC + NC | 240 VAC      | 0.55 A      | IP 66               |
| 27 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS8     | 3015 GS8   | Interruptor de Limite - Derecha           | Telemecanique       | XCKMRS40IH29            | 2x2-polin NC + NC | 240 VAC      | 0.55 A      | IP 66               |
| 28 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | GS2B    | 3015 GS2B  | Desalineamiento - Polin de Cabecera       | Conveyor Components | NR                      | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 29 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | HZ      | 3015 HZ    | Cuenta de Emergencia                      | Turck               | RS-2                    | NR                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 30 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | SE      | 3015 SE    | Sensor Inductivo Velocidad Cero           | Turck               | NR                      | 3 Hilos           | 10 a 30 V dc | ≤ 200 mA    | IP67                |
| 31 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | LSH     | 3015 LSH   | Interruptor de Velocidad Cero             | Turck               | NR                      | 2 Hilos           | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA     | IP20                |
| 32 | 100  | Recepcion de Caliza | 3015 | Apilador Rodcil                       | EC      | 3020 EC    | Detector de Deteccion de Nivel de Pila    | Conveyor Components | FS-2                    | NR                | 230 VAC      | 10A / 8A    | IP68                |
| 33 | 100  | Recepcion de Caliza | 3020 | Supresor de Polvos                    | GS1     | 3020 GS1   | Interruptor de Deteccion de Nivel de Pila | Conveyor Components | FS-2                    | NR                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 34 | 100  | Recepcion de Caliza | 3045 | Filtro Compacto                       | HC      | 3045 HC    | Receptor y Almacenamiento Tunel           | Gonco               | ASCO DC8 HU7            | 6 Electrovalvulas | 230 V        | 4 a 20 mA   | NR                  |
| 35 | 100  | Recepcion de Caliza | 3046 | Filtro Compacto                       | HC      | 3046 HC    | Receptor del Filtro Compacto - Ventilador | Siemens             | JK A600 P600 / 2x-Shaft | NO y NC, // NO    | 660 VAC      | NR          | NR                  |
| 36 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GS1A    | 3050 GS1A  | Desalineamiento - Polin de Cabecera       | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 37 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GS1B    | 3050 GS1B  | Desalineamiento - Polin de Cabecera       | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 38 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GS2A    | 3050 GS2A  | Desalineamiento - Polin de Medio          | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 39 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GS2B    | 3050 GS2B  | Desalineamiento - Polin de Medio          | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 40 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GS1B    | 3050 GS1B  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 41 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GS1A    | 3050 GS1A  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 42 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | HZ1     | 3050 HZ1   | Cuenta de Emergencia                      | Conveyor Components | RS-2                    | NR                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 43 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | HZ2     | 3050 HZ2   | Cuenta de Emergencia                      | Conveyor Components | RS-2                    | NR                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 44 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | HZ3     | 3050 HZ3   | Cuenta de Emergencia                      | Conveyor Components | RS-2                    | NR                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 45 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | SE      | 3050 SE    | Sensor Inductivo Velocidad Cero           | Turck               | NR                      | 3 Hilos           | 10 a 30 V dc | ≤ 200 mA    | IP67                |
| 46 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | SS      | 3050 SS    | Sensor Inductivo Velocidad Cero           | Turck               | NR                      | 2 Hilos           | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA     | IP20                |
| 47 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | LSH     | 3050 LSH   | Interruptor de Velocidad Cero             | Thermo Fisher       | NR-41-25                | NR                | 20-250 VAC   | 3-400 mA    | IP68                |
| 48 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GSLL    | 3050 GSLL  | Interruptor de Contrapeso Bajo            | Turck               | NR                      | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC   | 3-400 mA    | IP68                |
| 49 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GSLL    | 3050 GSLL  | Interruptor de Contrapeso Bajo            | Turck               | NR                      | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC   | 3-400 mA    | IP68                |
| 50 | 100  | Recepcion de Caliza | 3050 | Faja Transportadora                   | GS1A    | 3055 GS1A  | Desalineamiento - Polin de Cabecera       | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 51 | 100  | Recepcion de Caliza | 3055 | Faja Transportadora Reversible        | GS1B    | 3055 GS1B  | Desalineamiento - Polin de Cabecera       | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |
| 52 | 100  | Recepcion de Caliza | 3055 | Faja Transportadora Reversible        | GS2A    | 3055 GS2A  | Desalineamiento - Polin de Cola           | Conveyor Components | TA-2                    | 3 Hilos           | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A | NEMA Type SS, 4, 4X |

|     |     |                     |                |   |      |           |   |                     |                       |                    |              |                  |                       |
|-----|-----|---------------------|----------------|---|------|-----------|---|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------|------------------|-----------------------|
| 54  | 100 | Recepción de Caliza | 3055           | Faja Transportadora Reversible                | GS2B | 3055 GS2B | Desalineamiento - Polvo de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 55  | 100 | Recepción de Caliza | 3055 HC        | Interruptor de Faja Transportadora Reversible | HC   | 3055 HC   | Interruptor de Faja Transportadora Reversible     | Siemens             | JK A600 P600 / 2xStar | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |
| 56  | 100 | Recepción de Caliza | 3055 HZ1       | Faja Transportadora Reversible                | HZ1  | 3055 HZ1  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 57  | 100 | Recepción de Caliza | 3055 HZ2       | Faja Transportadora Reversible                | HZ2  | 3055 HZ2  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 58  | 100 | Recepción de Caliza | 3055 SE        | Faja Transportadora Reversible                | SE   | 3055 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V dc | ≤ 300 mA         | IP67                  |
| 59  | 100 | Recepción de Caliza | 3055 SS        | Faja Transportadora Reversible                | SS   | 3055 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA          | IP20                  |
| 60  | 100 | Recepción de Caliza | 3101 LSH       | Tolva No 1                                    | LSH  | 3101 LSH  | Interruptor de Nivel Muy Alto en Tolva Nº1        | Vega                | VEGACAP 65            | Relé (POTI), NC/NI | 20 a 250 VAC | µA a 3A AC, 1A L | IP66 / IP67           |
| 61  | 100 | Recepción de Caliza | 3101 Tova No 1 |   | L11  | 3101 L11  | Transmisor de Nivel Alimentador 3110              | Siemens             | Sitrans UR560         | Hurt               | 24 VDC       | 4 a 20 mA        | NEMA Type 4X, 6, IP68 |
| 62  | 100 | Recepción de Caliza | 3101 Tova No 1 |   | L12  | 3101 L12  | Transmisor de Nivel Alimentador 3110              | Siemens             | Sitrans UR560         | Hurt               | 24 VDC       | 4 a 20 mA        | NEMA Type 4X, 6, IP68 |
| 63  | 100 | Recepción de Caliza | 3110           | Alimentador Vibratorio                        | LSH  | 3110 LSH  | Interruptor de Detección Descarga                 | Vega                | VEGACAP 62            | 2 Relés            | 20 a 253 VAC | NR               | IP 66 / IP 67         |
| 64  | 100 | Recepción de Caliza | 3115           | Zaranda Vibratoria                            | LSH1 | 3115 LSH1 | Interruptor de Detección de Nivel                 | Siemens             | P30EMSOZD             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |
| 65  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GS1A | 3120 GS1A | Desalineamiento - Polvo de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 66  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GS1B | 3120 GS1B | Desalineamiento - Polvo de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 67  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GS2A | 3120 GS2A | Desalineamiento - Polvo de Medio                  | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 68  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GS2B | 3120 GS2B | Desalineamiento - Polvo de Medio                  | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 69  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GS3A | 3120 GS3A | Desalineamiento - Polvo de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 70  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GS3B | 3120 GS3B | Desalineamiento - Polvo de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 71  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | HZ1  | 3120 HZ1  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 72  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | HZ2  | 3120 HZ2  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 73  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | HZ3  | 3120 HZ3  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 74  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | HZ4  | 3120 HZ4  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 75  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | SE   | 3120 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V dc | ≤ 200 mA         | IP67                  |
| 76  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | SS   | 3120 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA          | IP20                  |
| 77  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | LSH  | 3120 LSH  | Interruptor de Faja Transportador Hormo 01        | Siemens             | JK A600 P600 / 2xStar | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |
| 78  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | LSH  | 3120 LSH  | Interruptor de Detección de Nivel                 | Thermo Fisher       | 20-41-25              | 2 Hilos            | 120 VCA      | NR               | NR                    |
| 79  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GSLL | 3120 GSLL | Interruptor de Contrapeso Muy bajo                | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA         | IP68                  |
| 80  | 100 | Recepción de Caliza | 3120           | Faja Transportadora Hormo 01                  | GSLL | 3120 GSLL | Interruptor de Contrapeso Muy bajo                | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA         | IP68                  |
| 81  | 100 | Recepción de Caliza | 3125           | Polvo Pesador                                 | JB   | 3125 JB   | Caja de Conexiones Polvo Pesador                  | Siemens             | Milltronics           | NR                 | 220 V        | 2 A              | Type 4X/Nema 4X/IP65  |
| 82  | 100 | Recepción de Caliza | 3125           | Polvo Pesador                                 | WC   | 3125 WC   | Taladro Eléctrico de Polvo Pesador                | Siemens             | Milltronics BV500L    | NR                 | 10 VDC       | 60 mA            | Type 4X/Nema 4X/IP65  |
| 83  | 100 | Recepción de Caliza | 3125           | Polvo Pesador                                 | SE   | 3125 SE   | Sensor de Velocidad Polvo Pesador                 | Siemens             | Star, hasta 2 integr  | NR                 | NR           | NR               | NR                    |
| 84  | 100 | Recepción de Caliza | 3130           | Filtro Mangas                                 | EC   | 3130 EC   | Filtro Eléctrico de Filtro Compacto               | Gorco               | ASCO DCR AU7          | NR                 | NR           | NR               | NR                    |
| 85  | 100 | Recepción de Caliza | 3133           | Filtro Mangas                                 | HC   | 3133 HC   | Interruptor de Ventilador                         | Siemens             | P30EMSOZD             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |
| 86  | 100 | Recepción de Caliza | 3133           | Filtro Mangas                                 | HC   | 3133 HC   | Interruptor de la Válvula Rotativa - Filtro Manga | Siemens             | P30EMSOZD             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |
| 87  | 100 | Recepción de Caliza | 3133           | Filtro Mangas                                 | SE   | 3133 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V dc | ≤ 300 mA         | IP68                  |
| 88  | 100 | Recepción de Caliza | 3133           | Filtro Mangas                                 | SS   | 3133 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA          | IP20                  |
| 89  | 100 | Recepción de Caliza | 3210           | Alimentador Vibratorio                        | LSH  | 3210 LSH  | Interruptor de Detección de Nivel del Chule       | Vega                | VEGACAP 62            | 2 Relés            | 20 a 253 VAC | NR               | IP 66 / IP 67         |
| 90  | 100 | Recepción de Caliza | 3215           | Zaranda Vibratoria                            | HC   | 3215 HC   | Interruptor de Zaranda Vibratoria                 | Siemens             | P30EMSOZD             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |
| 91  | 100 | Recepción de Caliza | 3215           | Zaranda Vibratoria                            | LSH1 | 3215 LSH1 | Detección de Nivel - Zaranda                      | Vega                | VEGACAP 62            | 2 Relés            | 20 a 253 VAC | NR               | IP 66 / IP 67         |
| 92  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | HC   | 3220 HC   | Botonera Unidireccional de Faja Transportadora    | Siemens             | JK A600 P600 / 2xStar | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |
| 93  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | HZ1  | 3220 HZ1  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 94  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | HZ2  | 3220 HZ2  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 95  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | HZ3  | 3220 HZ3  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 96  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | HZ4  | 3220 HZ4  | Cuerda de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 97  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | SE   | 3220 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 98  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | SS   | 3220 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V dc | ≤ 300 mA         | IP67                  |
| 99  | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GS1A | 3220 GS1A | Desalineamiento - Polvo de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 100 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GS1B | 3220 GS1B | Desalineamiento - Polvo de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 101 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GS2A | 3220 GS2A | Desalineamiento - Polvo Medio                     | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 102 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GS2B | 3220 GS2B | Desalineamiento - Polvo Medio                     | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 103 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GS3A | 3220 GS3A | Desalineamiento - Polvo de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 104 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GS3B | 3220 GS3B | Desalineamiento - Polvo de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A      | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 105 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | LSH  | 3220 LSH  | Interruptor de Detección de Nivel de Descarga     | Thermo Fisher       | 20-41-25              | 2 Hilos            | 120 VCA      | 4 A              | NR                    |
| 106 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GSLL | 3220 GSLL | Interruptor de Contrapeso Muy bajo                | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA         | IP68                  |
| 107 | 100 | Recepción de Caliza | 3220           | Faja Transportadora Hormo 2                   | GSLL | 3220 GSLL | Interruptor de Contrapeso Muy bajo                | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA         | IP68                  |
| 108 | 100 | Recepción de Caliza | 3225           | Polvo Pesador                                 | JB   | 3225 JB   | Caja de Conexiones Polvo Pesador                  | Siemens             | Milltronics           | NR                 | 220 V        | 2 A              | Type 4X/Nema 4X/IP65  |
| 109 | 100 | Recepción de Caliza | 3225           | Polvo Pesador                                 | WC   | 3225 WC   | Taladro Eléctrico de Polvo Pesador                | Siemens             | Milltronics BV500L    | NR                 | 10 VDC       | 60 mA            | Type 4X/Nema 4X/IP65  |
| 110 | 100 | Recepción de Caliza | 3230           | Filtro Mangas                                 | EC   | 3230 EC   | Sensor de Velocidad Polvo Pesador                 | Siemens             | Star, hasta 2 integr  | NR                 | NR           | NR               | NR                    |
| 111 | 100 | Recepción de Caliza | 3230           | Filtro Mangas                                 | HC   | 3230 HC   | Interruptor de Ventilador                         | Gorco               | ASCO DCR MU7          | NR                 | NR           | NR               | NR                    |
| 112 | 100 | Recepción de Caliza | 3232           | Ventilador                                    | HC   | 3232 HC   | Interruptor de Ventilador                         | Siemens             | P30EMSOZD             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR               | NR                    |

| 114 | 100 | Recepcion de Calza    | 3233 | Filtro Mangas              | HC   | 3233 HC   | Interruptor de la Válvula Rotativa - Filtro Manga | Siemens             | P30EIMS02D             | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
|-----|-----|-----------------------|------|----------------------------|------|-----------|---|---------------------|------------------------|------------------------|--------------|---------------|----------------------|
| 115 | 100 | Recepcion de Calza    | 3233 | Filtro Mangas              | SE   | 3233 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                     | 3 Hilos                | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP68                 |
| 116 | 100 | Recepcion de Calza    | 3233 | Filtro Mangas              | SS   | 3233 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                     | 2 Réles                | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                 |
| 117 | 100 | Recepcion de Calza    | 3301 | Tolva Nro 2                | LSH  | 3301 LSH  | Intersup de Nivel Muy Alto en Tolva N° 2          | Vega                | VEGACAP 65             | Rele (DPT), NC/N       | 24 VDC       | 10 uA a 3A AC | IP66 / IP67          |
| 118 | 100 | Recepcion de Calza    | 3301 | Tolva Nro 2                | LTI  | 3301 LTI  | Transmisor de Nivel Alimentador 3210              | Siemens             | Sitrans LR560          | Hart                   | 24 VDC       | 4 a 20 mA     | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 119 | 100 | Recepcion de Calza    | 3310 | Alimentador Vibratorio     | LSH  | 3310 LSH  | Intersup de Deteccion de Nivel de Descarga        | Vega                | VEGACAP 62             | 2 Réles                | 20 a 253 VAC | NR            | IP 66 / IP 67        |
| 120 | 100 | Recepcion de Calza    | 3315 | Zaranda Vibratoria         | HC   | 3315 HC   | Intersup de Zaranda Vibratoria                    | Siemens             | P30EIMS02D             | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
| 121 | 100 | Recepcion de Calza    | 3315 | Zaranda Vibratoria         | LSH1 | 3315 LSH1 | Detector de Nivel - Zaranda                       | Vega                | VEGACAP 62             | 2 Réles                | 20 a 253 VAC | ≤ 200 mA      | IP67                 |
| 122 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | SE   | 3320 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                     | 3 Hilos                | 10 a 30 V de | ≤ 30 mA       | IP20                 |
| 123 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | SS   | 3320 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                     | 2 Réles                | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                 |
| 124 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | HZ1  | 3320 HZ1  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 125 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | HZ2  | 3320 HZ2  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 126 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | HZ3  | 3320 HZ3  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 127 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | HZ4  | 3320 HZ4  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 128 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G51A | 3320 G51A | Desalineamiento - Polin de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 129 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G51B | 3320 G51B | Desalineamiento - Polin de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 130 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G52A | 3320 G52A | Desalineamiento - Polin Medio                     | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 131 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G52B | 3320 G52B | Desalineamiento - Polin Medio                     | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 132 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G53A | 3320 G53A | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 133 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G53B | 3320 G53B | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 134 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | LSH  | 3320 LSH  | Intersup de Deteccion de Nivel de Descarga        | Thermo Fisher       | 20-41-25               | 2 Hilos                | 120 VCA      | 4 A           | NR                   |
| 135 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G5L  | 3320 G5L  | Interruptor de Contrapeso bajo                    | Turck               | NR                     | 2- Hilos AC/DC         | 20-250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                 |
| 136 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | G5LL | 3320 G5LL | Interruptor de Contrapeso Muy bajo                | Turck               | NR                     | 2- Hilos AC/DC         | 20-250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                 |
| 137 | 100 | Recepcion de Calza    | 3320 | Faja Transportadora Homo 3 | HC   | 3320 HC   | Intersup de Faja Transportadora Homo 3            | Siemens             | UK A600 P001 / z.sStar | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
| 138 | 100 | Recepcion de Calza    | 3325 | Polin Pesador              | JB   | 3325 JB   | Caja de Conexiones Polin Pesador                  | Siemens             | Milltronics            | NR                     | 20 V         | 2 A           | Type 4X/Nema 4X/IP65 |
| 139 | 100 | Recepcion de Calza    | 3325 | Polin Pesador              | WC   | 3325 WC   | Talero Eléctrico Polin Pesador                    | Siemens             | Milltronics            | NR                     | 10 VDC       | 60 mA         | Type 4X/Nema 4X/IP65 |
| 140 | 100 | Recepcion de Calza    | 3325 | Polin Pesador              | SE   | 3325 SE   | Sensor de Velocidad Polin Pesador                 | Siemens             | Sitrans WS300          | star, hasta 2 integrat | NR           | NR            | NR                   |
| 141 | 100 | Recepcion de Calza    | 3330 | Filtro Mangas              | EC   | 3330 EC   | Talero Eléctrico de Filtro Compacto               | Gorro               | ASCO DS12 MBU7         | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
| 142 | 100 | Recepcion de Calza    | 3332 | Ventilador                 | HC   | 3332 HC   | Interruptor de Ventilador                         | Siemens             | P30EIMS02D             | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
| 143 | 100 | Recepcion de Calza    | 3333 | Filtro Mangas              | HC   | 3333 HC   | Interruptor de la Válvula Rotativa - Filtro Manga | Siemens             | P30EIMS02D             | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
| 144 | 100 | Recepcion de Calza    | 3333 | Filtro Mangas              | SE   | 3333 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                     | 3 Hilos                | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP68                 |
| 145 | 100 | Recepcion de Calza    | 3333 | Filtro Mangas              | SS   | 3333 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                     | 2 Réles                | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                 |
| 146 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | G51A | 3440 G51A | Desalineamiento - Polin de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 147 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | G51B | 3440 G51B | Desalineamiento - Polin de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 148 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | G52A | 3440 G52A | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 149 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | G52B | 3440 G52B | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 150 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | HC   | 3440 HC   | Interruptor de Faja Transportadora Finos          | Siemens             | P30EIMS02D             | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
| 151 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | HZ1  | 3440 HZ1  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 152 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | HZ2  | 3440 HZ2  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 153 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | HZ3  | 3440 HZ3  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 154 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | LY   | 3440 LY   | Transmisor de Nivel en Faja Transportadora        | Microsonic          | mic-130/NU/TC          | 5 Hilos                | 9 a 30 V DC  | < 80 mA       | NR                   |
| 155 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | SE   | 3440 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                     | 3 Hilos                | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP67                 |
| 156 | 100 | Recepcion de Calza    | 3440 | Faja Transportadora Finos  | SS   | 3440 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                     | 2 Réles                | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                 |
| 157 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G51A | 3500 G51A | Desalineamiento - Polin de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 158 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G51B | 3500 G51B | Desalineamiento - Polin de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 159 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G52A | 3500 G52A | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 160 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G52B | 3500 G52B | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 161 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G53A | 3500 G53A | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 162 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G53B | 3500 G53B | Desalineamiento - Polin de Cola                   | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |
| 163 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G5L  | 3500 G5L  | Interruptor de Contrapeso - Bajo                  | Turck               | NR                     | 2- Hilos AC/DC         | 20-250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                 |
| 164 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | G5LL | 3500 G5LL | Interruptor de Contrapeso - Muy Bajo              | Turck               | NR                     | 2- Hilos AC/DC         | 20-250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                 |
| 165 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | HC   | 3500 HC   | Intersup de Faja Transportadora                   | Siemens             | P30EIMS02D             | NO y NC // NO          | 660 VAC      | NR            | NR                   |
| 166 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | HZ1  | 3500 HZ1  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 167 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | HZ2  | 3500 HZ2  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 168 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | HZ3  | 3500 HZ3  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 169 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | HZ4  | 3500 HZ4  | Cuenta de Emergencia                              | Conveyor Components | RS-2                   | NR                     | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X   |
| 170 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | SE   | 3500 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | Turck               | NR                     | 3 Hilos                | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP67                 |
| 171 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3500 | Faja Transportadora        | SS   | 3500 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero             | Turck               | NR                     | 2 Réles                | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                 |
| 172 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3501 | Polin Pesador              | WC   | 3501 WC   | Talero Eléctrico de Polin Pesador                 | Siemens             | Milltronics BW500L     | NR                     | 220 V        | 2 A           | Type 4X/Nema 4X/IP65 |
| 173 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3501 | Polin Pesador              | JB   | 3501 JB   | Caja de Conexiones Polin Pesador                  | Siemens             | Milltronics            | NR                     | 10 VDC       | 60 mA         | Type 4X/Nema 4X/IP65 |
| 174 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3501 | Polin Pesador              | SE   | 3501 SE   | Sensor de Velocidad Polin Pesador                 | Siemens             | Sitrans WS300          | 2 integradores         | 10 VDC       | 360 mA        | Type 4X/Nema 4X/IP65 |
| 175 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3502 | Scooper Magnético          | SE   | 3502 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero                   | ifm electronic      | DI0001 DIA3010         | 2 Hilos (BN y BU)      | 20 a 253 VAC | ≤ 30 mA       | IP67                 |
| 176 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora        | G51A | 3505 G51A | Desalineamiento - Polin de Cabeceira              | Conveyor Components | TA-2                   | 3 Hilos                | 125-250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X  |

|     |     |                       |      |                                |      |      |  |                     |                    |                    |               |             |                         |
|-----|-----|-----------------------|------|--------------------------------|------|------|--|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------|-------------------------|
| 177 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | G51B | Desalineamiento - Polin de Cabeceira               | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 178 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | G52A | Desalineamiento - Polin de Medio                   | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 179 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | G52B | Desalineamiento - Polin de Medio                   | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 180 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | G53A | Desalineamiento - Polin de Cola                    | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 181 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | G53B | Desalineamiento - Polin de Cola                    | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 182 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | G54  | Desalineamiento - Polin de Cola                    | Turck               | NR                 | 2- Hilos AC/DC     | 20-250 VAC    | 3-400 mA    | IP68                    |
| 183 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | G5LL | Interruptor de Contrapeso - Muy Bajo               | Turck               | NR                 | Hilos AC/DC        | 20-250 VAC    | 3-400 mA    | IP68                    |
| 184 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | HC   | Interruptor de Faja Transportadora                 | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 185 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | HZ1  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |
| 186 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | HZ2  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |
| 187 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | HZ3  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |
| 188 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | HZ4  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |
| 189 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero              | Turck               | NR                 | 10 a 30 V dc       | ≤ 200 mA      | IP67        |                         |
| 190 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3505 | Faja Transportadora            | 3505 | WC   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero              | Turck               | NR                 | 10 a 30 V dc       | ≤ 200 mA      | IP67        |                         |
| 191 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3506 | Polin Pesador                  | 3506 | JB   | Tabla de Conexiones Polin Pesador                  | Siemens             | MIRRONICS BW500L   | NR                 | 230 V         | 2 A         | Type 4X/Nema 4X/IP65    |
| 192 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3506 | Polin Pesador                  | 3506 | SE   | Polin Pesador                                      | Siemens             | Millitronics       | NR                 | 10 VDC        | 60 mA       | Type 4X/Nema 4X/IP65    |
| 193 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3507 | Separador Magnético            | 3507 | SE   | Separador Magnético                                | Siemens             | Sitrans W3300      | 2 Integradores     | 20 a 253 VAC  | 350 mA AC   | IP67                    |
| 194 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | ST1  | Transmisor de velocidad de Chancadora              | Siemens             | D10001 DIA2010     | 2 Hilos (BN y BU)  | 20 a 250 VAC  | NR          | IP20                    |
| 195 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | SE1  | Transmisor de velocidad de Chancadora              | Turck               | NCH8-18GM46-N0     | 2 Hilos            | 8.2 V         | NR          | IP67                    |
| 196 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | SE2  | Transmisor de velocidad de Chancadora              | Turck               | NCH8-18GM46-N0     | 2 Hilos            | 8.2 V         | NR          | IP67                    |
| 197 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT1  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 198 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT2  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 199 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT3  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 200 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT4  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 201 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT5  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 202 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT6  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 203 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT7  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 204 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | TT8  | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Siemens             | Sitrans TR200      | 2 Hilos            | 11 a 35 VDC   | NR          | IP20                    |
| 205 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3515 | Chancadora de Rodillos         | 3515 | HC   | Transmisor de temperatura - Chancadora de Rodillos | Novus               | Tds oTall          | NO y NC // NO      | 12 a 35 VDC   | NR          | NR                      |
| 206 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3516 | Chancadora de Rodillos         | 3516 | EC   | Transmisor de velocidad de Chancadora de Rodillos  | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 207 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3530 | Filtro Mangas                  | 3530 | HC   | Interruptor de Hombres a Chancadora Cal            | Gocon               | ASCO DC12 IJ17     | 12 Electroválvulas | 230 V         | 4 a 20 mA   | NR                      |
| 208 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3532 | Ventilador                     | 3532 | HC   | Interruptor de Filtro Mangas                       | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 209 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3533 | Filtro Mangas                  | 3533 | HC   | Interruptor de Filtro Mangas                       | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 210 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3533 | Filtro Mangas                  | 3533 | HC   | Interruptor de Filtro Mangas                       | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 211 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3533 | Filtro Mangas                  | 3533 | SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero              | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 10 a 30 V dc  | ≤ 200 mA    | IP68                    |
| 212 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3533 | Filtro Mangas                  | 3533 | SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero              | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 10 a 30 V dc  | ≤ 200 mA    | IP68                    |
| 213 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3535 | Elevador de Cangilones         | 3535 | LSH  | Switch de Nivel de Bola                            | Filka               | Ref: 2012-0-742    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC  | ≤ 30 mA     | IP20                    |
| 214 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3535 | Elevador de Cangilones         | 3535 | SS   | Interruptor de Movimiento                          | Turck               | NR                 | 1 Relay            | 20-250 VAC    | NR          | IP20                    |
| 215 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3540 | Elevador de Cangilones         | 3540 | LT   | Transmisor de Nivel                                | Vega                | VEGA PULS 68       | 3 Hilos            | 9.8 a 38 V dc | 4 a 20 mA   | IP 66 / IP 68 (0.2 bar) |
| 216 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3545 | Faja Transportadora Reversible | 3545 | G51A | Desalineamiento - Polin de Cabeceira               | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 217 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3545 | Faja Transportadora Reversible | 3545 | G51B | Desalineamiento - Polin de Cabeceira               | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 218 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3545 | Faja Transportadora Reversible | 3545 | HC   | Interruptor de Faja Transportadora Reversible      | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 219 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3545 | Faja Transportadora Reversible | 3545 | HZ1  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |
| 220 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3545 | Faja Transportadora Reversible | 3545 | HZ2  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |
| 221 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3545 | Faja Transportadora Reversible | 3545 | SE   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero              | Turck               | NR                 | 3 Hilos            | 10 a 30 V dc  | ≤ 200 mA    | IP67                    |
| 222 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3545 | Faja Transportadora Reversible | 3545 | SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero              | Turck               | NR                 | 2 Relés            | 20 a 250 VAC  | ≤ 30 mA     | IP20                    |
| 223 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3550 | Filtro Mangas Cal              | 3550 | EC   | Manejador de Faja Transportadora Reversible        | Gocon               | ASCO DC8 M027      | 12 Electroválvulas | 230 V         | 4 a 20 mA   | NR                      |
| 224 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3552 | Ventilador                     | 3552 | HC   | Interruptor de Ventilador                          | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 225 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3553 | Filtro Mangas Cal              | 3553 | HC   | Interruptor de Filtro Mangas Cal                   | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 226 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3553 | Filtro Mangas Cal              | 3553 | HC   | Interruptor de Filtro Mangas Cal                   | Siemens             | P30EIMS02D         | NO y NC // NO      | 660 VAC       | NR          | NR                      |
| 227 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3553 | Filtro Mangas Cal              | 3553 | SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero              | Turck               | NR                 | 3 Hilos            | 10 a 30 V dc  | ≤ 200 mA    | IP68                    |
| 228 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3554 | Balanza                        | 3554 | JB   | Caja de Conexión                                   | Turck               | NR                 | 2 Relés            | 20 a 250 VAC  | ≤ 30 mA     | IP20                    |
| 229 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3554 | Balanza                        | 3554 | JB   | Caja de Conexión                                   | Turck               | NR                 | 2 Relés            | 20 a 250 VAC  | ≤ 30 mA     | IP20                    |
| 230 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3554 | Balanza                        | 3554 | G51A | Desalineamiento - Balanza                          | Schenck process     | VL G 20100         | NR                 | 380 a 480 V   | 6 A         | IP 65                   |
| 231 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3554 | Balanza                        | 3554 | G51B | Desalineamiento - Balanza                          | ABB                 | ACS355-03E-03-A3-4 | NR                 | 5 V           | 6 A         | IP 65                   |
| 232 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | Faja Transportadora            | 3555 | G51A | Desalineamiento - Polin de Cabeceira               | Schmersal           | MVH 330-11Y-AUNI   | NR                 | 250 VAC       | 6 A         | IP 65                   |
| 233 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | Faja Transportadora            | 3555 | G51B | Desalineamiento - Polin de Cabeceira               | Schmersal           | MVH 330-11Y-AUNI   | NR                 | 250 VAC       | 6 A         | IP 65                   |
| 234 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | Faja Transportadora            | 3555 | G52A | Desalineamiento - Polin de Cabeceira               | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 235 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | Faja Transportadora            | 3555 | G52B | Desalineamiento - Polin de Cabeceira               | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 236 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | Faja Transportadora            | 3555 | HC   | Interruptor de Polin de Cola                       | Conveyor Components | TA-2               | 3 Hilos            | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X     |
| 237 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | Faja Transportadora            | 3555 | HZ1  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |
| 238 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | Faja Transportadora            | 3555 | HZ2  | Cuerda de Emergencia                               | Conveyor Components | RS-2               | NR                 | 125-250 VAC   | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X      |

|     |     |                       |      |      |           |  |                     |                       |                    |              |               |                     |
|-----|-----|-----------------------|------|------|-----------|--|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|---------------------|
| 238 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | SE   | 3555 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP67                |
| 240 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3555 | SS   | 3555 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero      | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC | 5 a 500 mA    | IP20                |
| 241 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | G51A | 3560 G51A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Pepperl Fuchs       | NB15-U1+U             | 2 NO/NC            | 20 a 253 V   | 5 a 500 mA    | IP68                |
| 242 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | G51B | 3560 G51B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Pepperl Fuchs       | NB15-U1+U             | 2 NO/NC            | 20 a 253 V   | 5 a 500 mA    | IP68                |
| 243 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | G52A | 3560 G52A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Pepperl Fuchs       | NB15-U1+U             | 2 NO/NC            | 20 a 253 V   | 5 a 500 mA    | IP68                |
| 244 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | G52B | 3560 G52B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Pepperl Fuchs       | NB15-U1+U             | 2 NO/NC            | 20 a 253 V   | 5 a 500 mA    | IP68                |
| 245 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | LSH  | 3560 LSH  | Switch de Nivel de Bosa                    | Filka               | Ref: 2012-Q-742       | 2 Hilos            | 250 VAC      | 4 A           | IP 53               |
| 246 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | SE   | 3560 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP67                |
| 247 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | SE   | 3560 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 1 Relé             | 20...250 VAC | NR            | IP20                |
| 248 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | GST  | 3560 GST  | Control de Temperatura - Indor Principal   | Flender             | EWD020-250 VUC        | Relé               | 20 a 250 VAC | NR            | IP 20               |
| 249 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560 | TS   | 3560 TS   | Control de Temperatura - Indor Principal   | Flender             | EWD020-250 VUC        | Relé               | 20 a 250 VAC | NR            | IP 20               |
| 250 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | G51A | 3570 G51A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 251 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | G51B | 3570 G51B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 252 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | G52A | 3570 G52A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 253 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | G52B | 3570 G52B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 254 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | HC   | 3570 HC   | Interrupor de Faja Transportadora          | Siemens             | P30EUS02D             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 255 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | HZ   | 3570 HZ   | Interrupor de Faja Transportadora          | Siemens             | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 256 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | H2   | 3570 H2   | Cuerda de Emergencia                       | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 257 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | SE   | 3570 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP67                |
| 258 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3570 | SS   | 3570 SS   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                |
| 259 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3575 | EC   | 3575 EC   | Silo 51n Cal                               | Gorcó               | ASCO DC12 MUF         | 12 Electroválvulas | 230 V        | 4 a 20 mA     | NR                  |
| 260 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3577 | HC   | 3577 HC   | Interrupor de Ventilador                   | Siemens             | P30EUS02D             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 261 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3578 | HC   | 3578 HC   | Interrupor de la Vahula Rotativa           | Siemens             | P30EUS02D             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 262 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3578 | SE   | 3578 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP68                |
| 263 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3578 | SS   | 3578 SS   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 253 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                |
| 264 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3580 | LSH  | 3580 LSH  | Nivel Abó Silo                             | Vega                | VEGAVIB 62            | 2 Relés            | 20 a 253 VAC | IP 67 / IP 67 | IP 67 / IP 67       |
| 265 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3580 | LSH2 | 3580 LSH2 | Nivel Abó Silo                             | Vega                | VEGAVIB 62            | 2 Relés            | 20 a 253 VAC | IP 67 / IP 67 | IP 67 / IP 67       |
| 266 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3580 | LT   | 3580 LT   | Transmisor de Nivel Silo de Cal            | Siemens             | Sitrans LR560         | Hart               | 24 VDC       | 4 a 20 mA     | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 267 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3600 | BAL3 | 3600 BAL3 | Balza Zona Superior Silo de Cal            | PHF                 | LED LeuchteG          | 3 Hilos            | 230 VAC      | 70 mA         | IP67                |
| 268 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3600 | SIR1 | 3600 SIR1 | Sirena Zona Descarga de Hornos             | Maxifon             | NR                    | 2 Hilos            | 240 VDC      | NR            | NR                  |
| 269 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3600 | SIR2 | 3600 SIR2 | Sirena Zona Descarga de Hornos             | Maxifon             | NR                    | 2 Hilos            | 240 VDC      | NR            | NR                  |
| 270 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3600 | SIR3 | 3600 SIR3 | Sirena Zona Chancadora                     | Maxifon             | NR                    | 2 Hilos            | 240 VDC      | NR            | NR                  |
| 271 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3600 | SIR4 | 3600 SIR4 | Sirena Zona Superior Silo de Cal           | Maxifon             | NR                    | 2 Hilos            | 240 VDC      | NR            | NR                  |
| 272 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3600 | SIR5 | 3600 SIR5 | Sirena / Balza zona descarga de silo       | EZS                 | AL105N                | 2 Hilos            | 230 VAC      | Nom: 65 mA    | IP68                |
| 273 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3601 | HC   | 3601 HC   | Interrupor del Cono Vibratorio             | Siemens             | P30EUS02D             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 274 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3602 | G3C  | 3602 G3C  | Interrupor de Límite Posición Cerrado      | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                |
| 275 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3603 | G3C  | 3603 G3C  | Interrupor Indicador - Cerrado             | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                |
| 276 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3603 | G3O  | 3603 G3O  | Interrupor Indicador - Abierto             | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                |
| 277 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3603 | G3O  | 3603 G3O  | Interrupor Indicador - Abierto             | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                |
| 278 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3603 | G3O  | 3603 G3O  | Interrupor Indicador - Abierto             | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                |
| 279 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3603 | G3O  | 3603 G3O  | Interrupor Indicador - Abierto             | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                |
| 280 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3605 | EC   | 3605 EC   | Silo 51n Cal                               | Gorcó               | ASCO DC8 MUF          | 6 Electroválvulas  | 230 V        | 4 a 20 mA     | NR                  |
| 281 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | G51A | 3606 G51A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 282 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | G51B | 3606 G51B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 283 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | G52A | 3606 G52A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 284 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | G52B | 3606 G52B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 285 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | G5L  | 3606 G5L  | Interrupor de Contrapeso - Bajo            | Turck               | NR                    | 2- Hilos AC/DC     | 20,250 VAC   | 3-400 mA      | IP68                |
| 286 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | G5LL | 3606 G5LL | Interrupor de Faja Transportadora Cal      | Turck               | NR                    | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 287 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | HC   | 3606 HC   | Interrupor de Faja Transportadora Cal      | Siemens             | P30EUS02D             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 288 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | H2   | 3606 H2   | Cuerda de Emergencia                       | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 289 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | H2Z  | 3606 H2Z  | Cuerda de Emergencia                       | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X  |
| 290 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | SE   | 3606 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 3 Hilos            | 10 a 30 V de | ≤ 200 mA      | IP67                |
| 291 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3606 | SE   | 3606 SE   | Sensor Inductivo Velocidad Cero            | Turck               | NR                    | 1 Relé             | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP20                |
| 292 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3607 | HC   | 3607 HC   | Interrupor de Filtro Compacto - Ventilador | Siemens             | P30EUS02D             | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 293 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | SS   | 3610 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero      | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP67                |
| 294 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | SS   | 3610 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero      | Turck               | NR                    | 2 Relés            | 20 a 250 VAC | ≤ 30 mA       | IP67                |
| 295 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | G51A | 3610 G51A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 296 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | G51B | 3610 G51B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 297 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | G52A | 3610 G52A | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 298 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | G52B | 3610 G52B | Desalineamiento - Polín de Cabeceira       | Conveyor Components | TA-2                  | 3 Hilos            | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3S, 4, 4X |
| 299 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | HC   | 3610 HC   | Interrupor de la Faja Transportadora       | Siemens             | UK A900 P900 / 2-Star | NO y NC // NO      | 660 VAC      | NR            | NR                  |
| 300 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | H2Z  | 3610 H2Z  | Cuerda de Emergencia                       | Conveyor Components | RS-2                  | NR                 | 125,250 VAC  | 20 A / 10 A   | NEMA Type 3, 4, 4X  |

|     |     |                       |      |            |   |                     |                 |                          |                    |             |                       |
|-----|-----|-----------------------|------|------------|---|---------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|-------------|-----------------------|
| 301 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3610 | HZ1        | Cuerda de Emergencia                            | Conveyor Components | RS-2            | NR                       | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 302 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3615 | LT1        | Transmisor de Nivel en Tolva 3615               | Siemens             | Stras LR560     | Hart                     | 24 VDC             | 4 a 20 mA   | NEMA Type 4X, 6, IP68 |
| 303 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3615 | LSH        | Interrupor de Nivel Muy Alto en Tolva de caliza | Vega                | VEGACAP 66      | Relay DPDT               | 72 VDC / 120 a 253 | NR          | IP66/IP67             |
| 304 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3615 | LT2        | Transmisor de Nivel en Tolva 3615               | Siemens             | Stras LR560     | Hart                     | 24 VDC             | 4 a 20 mA   | NEMA Type 4X, 6, IP68 |
| 305 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3660 | EC         | Filtro Mangas                                   | Gorco               | ASCO DC8 MU17   | 6 Electroválvulas        | 230 V              | 4 a 20 mA   | NR                    |
| 306 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3662 | HC         | Verificador                                     | Siemens             | P30EUS02D       | NO / NC // NO            | 660 VAC            | NR          | NR                    |
| 307 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3663 | HC         | Interrupor del Motor Vehículo Rotativa          | Siemens             | P30EUS02D       | NO / NC // NO            | 660 VAC            | NR          | NR                    |
| 308 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3663 | SS         | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero           | Turck               | NR              | 3 Hilos                  | 20 a 250 VAC       | ≤ 300 mA    | IP20                  |
| 309 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3663 | SE         | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Turck               | NR              | 3 Hilos                  | 10 a 30 V de       | ≤ 200 mA    | IP68                  |
| 310 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3665 | LT         | Transmisor de Nivel en Tolva 3665               | Siemens             | Stras LR560     | Hart                     | 24 VDC             | 4 a 20 mA   | NEMA Type 4X, 6, IP68 |
| 311 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3690 | EC         | Filtro Mangas                                   | Gorco               | ASCO DC8 MU17   | 6 Electroválvulas        | 230 V              | 4 a 20 mA   | NR                    |
| 312 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3692 | HC         | Verificador                                     | Siemens             | P30EUS02D       | NO / NC // NO            | 660 VAC            | NR          | NR                    |
| 313 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3693 | HC         | Interrupor del Motor Vehículo Rotativa          | Siemens             | P30EUS02D       | NO / NC // NO            | 660 VAC            | NR          | NR                    |
| 314 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3693 | SE         | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Turck               | NR              | 3 Hilos                  | 10 a 30 V de       | ≤ 200 mA    | IP68                  |
| 315 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3693 | SS         | Filtro Mangas                                   | Turck               | NR              | 2 Hilos                  | 20 a 250 VAC       | ≤ 30 mA     | IP20                  |
| 316 | 400 | Edificio Pet Coke     | 3700 | SIR1       | Strens Zona Faja Transportadora 3720            | Maxflon             | NR              | 2 Hilos                  | 240 VDC            | NR          | NR                    |
| 317 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3700 | SIR2       | Strens Zona Faja Transportadora 3720            | Maxflon             | NR              | 2 Hilos                  | 240 VDC            | NR          | NR                    |
| 318 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3700 | SIR3       | Strens Zona Molino de Carbón                    | Maxflon             | NR              | 2 Hilos                  | 240 VDC            | NR          | NR                    |
| 319 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3701 | *          | Separador Magnético Suspendido                  | Siemens             | NR              | NR                       | NR                 | NR          | NR                    |
| 320 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | GS1A       | Desalinamiento - Polin de Cabeceira             | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 321 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | GS1B       | Desalinamiento - Polin de Cabeceira             | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 322 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | GS2A       | Desalinamiento - Polin de Cola                  | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 323 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | GS2B       | Desalinamiento - Polin de Cola                  | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 324 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | HZ1        | Cuerda de Emergencia                            | Conveyor Components | RS-2            | NR                       | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 325 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | HZ2        | Cuerda de Emergencia                            | Conveyor Components | RS-2            | NR                       | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 326 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | SE         | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Turck               | NR              | 3 Hilos                  | 10 a 30 V de       | ≤ 200 mA    | IP67                  |
| 327 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3704 | SS         | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero           | Turck               | NR              | 2 Hilos                  | 20 a 250 VAC       | ≤ 300 mA    | IP20                  |
| 328 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | HC         | Interrupor de Chancadora                        | Siemens             | P30EUS02D       | NO / NC // NO            | 660 VAC            | NR          | NR                    |
| 329 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | Chancadora | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Peppert Fuchs       | NCNB-18GM40-NO  | 2 Hilos                  | 8.2 V              | ≤ 1 mA      | IP67                  |
| 330 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | Chancadora | Detector de Movimiento                          | Peppert Fuchs       | KFUB-DWB-1D     | 2 Hilos                  | 48 a 253 VAC       | NR          | IP20                  |
| 331 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | SS1        | Transmisor de Temperatura                       | Siemens             | NR              | 2 Ch                     | 24 VDC             | NR          | IP30/IP20             |
| 332 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | T11        | Transmisor de Temperatura                       | Siemens             | NR              | 2 Ch                     | 24 VDC             | NR          | IP30/IP20             |
| 333 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | T12        | Transmisor de Temperatura                       | Siemens             | NR              | 2 Ch                     | 24 VDC             | NR          | IP30/IP20             |
| 334 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | T13        | Transmisor de Temperatura                       | Siemens             | NR              | 2 Ch                     | 24 VDC             | NR          | IP30/IP20             |
| 335 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | T14        | Transmisor de Temperatura                       | Siemens             | NR              | 2 Ch                     | 24 VDC             | NR          | IP30/IP20             |
| 336 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | SS2        | Detector de Movimiento                          | Peppert Fuchs       | KFUB-DWB-1D     | 2 Hilos                  | 48 a 253 VAC       | NR          | IP20                  |
| 337 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3705 | SS2        | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Peppert Fuchs       | NCNB-18GM40-NO  | 3 Hilos                  | 8.2 V              | ≤ 1 mA      | IP67                  |
| 338 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | GS1A       | Desalinamiento - Polin de Cabeceira             | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 339 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | GS1B       | Desalinamiento - Polin de Cabeceira             | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 340 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | GS2A       | Desalinamiento - Polin de Cola                  | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 341 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | GS2B       | Desalinamiento - Polin de Cola                  | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 342 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | HC         | Interrupor de Faja Transportadora               | Siemens             | P30EUS02D       | NO / NC // NO            | 660 VAC            | NR          | NR                    |
| 343 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | HZ1        | Cuerda de Emergencia                            | Conveyor Components | RS-2            | NR                       | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 344 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | HZ2        | Cuerda de Emergencia                            | Conveyor Components | RS-2            | NR                       | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 345 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3710 | SE         | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Turck               | NR              | 3 Hilos                  | 10 a 30 V de       | ≤ 200 mA    | IP67                  |
| 346 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | SS         | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero           | Turck               | NR              | 2 Hilos                  | 20 a 253 VAC       | ≤ 30 mA     | IP20                  |
| 347 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | GS1A       | Desalinamiento - Cabeceira del Elevador         | Peppert Fuchs       | NCB15-U1-U      | 2 NO/NC                  | 20 a 253 V         | 5 a 500 mA  | IP68                  |
| 348 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | GS1B       | Desalinamiento - Cabeceira del Elevador         | Peppert Fuchs       | NCB15-U1-U      | 2 NO/NC                  | 20 a 253 V         | 5 a 500 mA  | IP68                  |
| 349 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | GS2A       | Desalinamiento - Base del Elevador              | Peppert Fuchs       | NCB15-U1-U      | 2 NO/NC                  | 20 a 253 V         | 5 a 500 mA  | IP68                  |
| 350 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | GS2B       | Desalinamiento - Base del Elevador              | Peppert Fuchs       | NCB15-U1-U      | 2 NO/NC                  | 20 a 253 V         | 5 a 500 mA  | IP68                  |
| 351 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | LSH        | Switch de Nivel de Bata                         | Filisa              | Ref. 2012-0-742 | 2 Hilos                  | 250 VAC            | 4 A         | IP 53                 |
| 352 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | SE1        | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Peppert Fuchs       | NJ5-18-GK-N100  | 2 Hilos                  | 8.2 V              | ≤ 1 mA      | IP66/IP68             |
| 353 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | SE2        | Detector de Movimiento                          | Peppert Fuchs       | KFUB-UFC-EX1D   | Zonación: I, II, III, IV | 48 a 253 VAC       | NR          | IP20                  |
| 354 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715 | TS         | Unidad de Monitoreo de Temperatura              | Fluor               | EW0200-250 VUC  | Relay                    | 20 a 250 VAC       | NR          | IP 20                 |
| 355 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | GS1A       | Desalinamiento - Polin de Cabeceira             | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 356 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | GS1B       | Desalinamiento - Polin de Cabeceira             | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 357 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | GS2A       | Desalinamiento - Polin de Cola                  | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 358 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | GS2B       | Desalinamiento - Polin de Cola                  | Conveyor Components | TA-2            | 3 Hilos                  | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3S, 4, 4X   |
| 359 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | HC         | Interrupor de Faja Transportadora               | Siemens             | P30EUS02D       | NO / NC // NO            | 660 VAC            | NR          | NR                    |
| 360 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | HZ1        | Cuerda de Emergencia                            | Conveyor Components | RS-2            | NR                       | 125,250 VAC        | 20 A / 10 A | NEMA Type 3, 4, 4X    |
| 361 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | LSH        | Interrupor de Nivel - Faja Transportadora       | Thermo Fisher       | 2041-25         | 2 Hilos                  | 120 VCA            | 4 A         | NR                    |
| 362 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3720 | SE         | Sensor Inductivo Velocidad Cero                 | Turck               | NR              | 3 Hilos                  | 10 a 30 V de       | ≤ 200 mA    | IP67                  |

|     |     |                   |      |                              |     |          |   |                  |                      |                   |                  |           |                       |
|-----|-----|-------------------|------|------------------------------|-----|----------|---|------------------|----------------------|-------------------|------------------|-----------|-----------------------|
| 363 | 200 | Edificio Pet Coke | 3720 | Faja Transportadora          | SS  | 3720 SS  | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                           | Turck            | NR                   | 2 Relés           | 20 a 250 VAC     | ≤ 30 mA   | IP20                  |
| 364 | 200 | Edificio Pet Coke | 3721 | Separador Magnético          | SE  | 3721 SE  | Detector de Movimiento  | ifm electronic   | D10001 DIA2010       | 2 Hilos (BN y BU) | 20 a 253 VAC     | 350 mA AC | IP67                  |
| 365 | 200 | Edificio Pet Coke | 3722 | Detector de Metales          | EC  | 3722 EC  | Tablero Eléctrico de Detector de Metales                        | EAB              | M506/R5 SC/IF        | 2- Hilos AC/DC    | 100 - 240 VDC    | 3-400 mA  | IP68                  |
| 366 | 200 | Edificio Pet Coke | 3723 | Componente de 2 Vías         | GS1 | 3723 GS1 | Interruptor de Indicación Abierto de Componente Neumático       | Turck            | NR                   | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC       | 3-400 mA  | IP68                  |
| 367 | 200 | Edificio Pet Coke | 3723 | Componente de 2 Vías         | GS2 | 3723 GS2 | Interruptor de Indicación Cerrado de Componente Neumático       | Turck            | NR                   | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC       | 3-400 mA  | IP68                  |
| 368 | 200 | Edificio Pet Coke | 3725 | Tolva de Pezcoque Grueso     | LT  | 3725 LT  | Desvío de Nivel de Tolva  | Siemens          | Sitrans LR560        | Hart              | 24 VDC           | 4 a 20 mA | NEMA/Type4X, IP68     |
| 369 | 200 | Edificio Pet Coke | 3727 | Balanza Dosificadora         | GS1 | 3727 GS1 | Desvío de Banda   | ifm electronic   | MS50121              | 2 Hilos           | Ui: 15V          | > 2,1 mA  | IP67                  |
| 370 | 200 | Edificio Pet Coke | 3727 | Balanza Dosificadora         | WE1 | 3727 WE1 | Etiquetado de Pesaje  | Schenck process  | Load Cell            |                   |                  |           |                       |
| 371 | 200 | Edificio Pet Coke | 3727 | Balanza Dosificadora         | WE2 | 3727 WE2 | Etiquetado de Pesaje  | Schenck process  | Load Cell            |                   |                  |           |                       |
| 372 | 200 | Edificio Pet Coke | 3727 | Balanza Dosificadora         | EC  | 3727 EC  | Contribuidor de la Balanza Dosificadora                         | Schenck process  | Electron VSE 20.100  |                   |                  |           |                       |
| 373 | 200 | Edificio Pet Coke | 3729 | Balanza Dosificadora         | JB  | 3729 JB  | Caja de Conexión  | Turck            | VLG 20.100           | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC       | 3-400 mA  | IP68                  |
| 374 | 200 | Edificio Pet Coke | 3729 | Componente de 2 Vías         | GS1 | 3729 GS1 | Interruptor de Indicación Abierto de Componente Neumático       | Turck            | NR                   | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC       | 3-400 mA  | IP68                  |
| 375 | 200 | Edificio Pet Coke | 3729 | Componente de 2 Vías         | GS2 | 3729 GS2 | Interruptor de Indicación Cerrado de Componente Neumático       | Turck            | NR                   | 2- Hilos AC/DC    | 20-250 VAC       | 3-400 mA  | IP68                  |
| 376 | 200 | Edificio Pet Coke | 3729 | Componente de 2 Vías         | GV1 | 3729 GV1 | Electroválvula de Componente Neumático                          | Festo            | 5E: MSFV-230-50      |                   |                  |           |                       |
| 377 | 200 | Edificio Pet Coke | 3729 | Componente de 2 Vías         | GV2 | 3729 GV2 | Electroválvula de Componente Neumático                          | Festo            | 5E: MSFV-230-50      |                   |                  |           |                       |
| 378 | 200 | Edificio Pet Coke | 3731 | Ventilador                   | HC  | 3731 HC  | Interruptor de Ventilador                                       | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 379 | 200 | Edificio Pet Coke | 3733 | Filtro Mangas                | HC  | 3733 HC  | Filtro de Mangas  | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 380 | 200 | Edificio Pet Coke | 3733 | Filtro Mangas                | SE  | 3733 SE  | Sensor Inductivo Velocidad Cero                                 | Turck            | NR                   | 3 Hilos           | 10 a 30 V dc     | ≤ 200 mA  | IP68                  |
| 381 | 200 | Edificio Pet Coke | 3733 | Filtro Mangas                | SS  | 3733 SS  | Sensor Inductivo Velocidad Cero                                 | Turck            | NR                   | 2 Relés           | 20 a 250 VAC     | ≤ 30 mA   | IP20                  |
| 382 | 200 | Edificio Pet Coke | 3734 | Tolva de Pezcoque Grueso     | LSH | 3734 LSH | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                           | Veiga            | VEGAVIB 62           | 2 Relés           | 20 a 253 VAC     | 4 a 20 mA | IP 66 / IP 67         |
| 383 | 200 | Edificio Pet Coke | 3735 | Filtro Mangas                | EC  | 3735 EC  | Tablero Eléctrico de Filtro Compacto                            | Gorco            | ASCO DC8 MUI7        | 6 Electroválvulas | 230 V            | 4 a 20 mA | NR                    |
| 384 | 200 | Edificio Pet Coke | 3737 | Ventilador                   | HC  | 3737 HC  | Interruptor de Ventilador de Filtro Compacto                    | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 385 | 200 | Edificio Pet Coke | 3738 | Filtro Mangas                | HC  | 3738 HC  | Interruptor de la Válvula Rotativa                              | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 386 | 200 | Edificio Pet Coke | 3738 | Filtro Mangas                | SE  | 3738 SE  | Sensor Inductivo Velocidad Cero en Válvula Rotativa             | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 387 | 200 | Edificio Pet Coke | 3738 | Filtro Mangas                | SS  | 3738 SS  | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                           | Turck            | NR                   | 3 Hilos           | 10 a 30 V dc     | ≤ 200 mA  | IP68                  |
| 388 | 200 | Edificio Pet Coke | 3739 | Válvula Rotativa             | HC  | 3739 HC  | Interruptor de Velocidad Cero                                   | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 389 | 200 | Edificio Pet Coke | 3739 | Válvula Rotativa             | SE  | 3739 SE  | Sensor Inductivo Velocidad Cero                                 | ifm electronic   | D1000A               | 2 Hilos (BN y BU) | 20 a 253 VAC     | 200 mA AC | IP67U                 |
| 390 | 200 | Edificio Pet Coke | 3739 | Válvula Rotativa             | SS  | 3739 SS  | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                           | Turck            | NR                   | 2 Relés           | 20 a 250 VAC     | ≤ 30 mA   | IP20                  |
| 391 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | FS  | 3740 FS  | Interruptor de Flujo en Reductor de Molino                      | ABB              | 1/RS07501.23/HD/PM   | Relay DPDT        | 90 a 132 VAC     | 8 mA      | NEMA 4X               |
| 392 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | PT1 | 3740 PT1 | Presión de Entrada de Gases                                     | Endress + Hauser | Cerabar M            | Hart              | 11.5 a 30 VDC    | 4 a 20 mA | NEMA4X/6P             |
| 393 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | PT2 | 3740 PT2 | Presión de Salida de Gases                                      | Yokogawa         | EK530A               | 2 Hilos           | 21.6 a 32 VDC    | 4 a 20 mA | IP68/6P7 NEMA Type 4X |
| 394 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | SE  | 3740 SE  | Sensor Inductivo Velocidad Cero                                 | Turck            | NR                   | 3 Hilos           | 10 a 30 V dc     | ≤ 200 mA  | IP68                  |
| 395 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | SS  | 3740 SS  | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                           | Turck            | NR                   | 2 Relés           | 20 a 250 VAC     | ≤ 30 mA   | IP20                  |
| 396 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TE1 | 3740 TE1 | Sensor de Temperatura de Ingreso de Gases a Molino              | Endress + Hauser | TC81                 | NR                | NR               | NR        | NR                    |
| 397 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TE2 | 3740 TE2 | Sensor de Temperatura de Salida de Molino                       | Endress + Hauser | TR61                 | NR                | NR               | NR        | IP66                  |
| 398 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TE4 | 3740 TE4 | Sensor de Temperatura en Ducto de Gases de Salida de Molino     | Endress + Hauser | TR61                 | NR                | NR               | NR        | IP66                  |
| 399 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TE4 | 3740 TE4 | Sensor de Temperatura en Ducto de Gases a Molino                | Endress + Hauser | TR61                 | NR                | NR               | NR        | IP66                  |
| 400 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TT1 | 3740 TT1 | Transmisor de Temperatura en Ducto de Gases de Salida de Molino | Endress + Hauser | TMT182               | Hart              | Lib: 11.5 a 35 V | 4 a 20 mA | IP66                  |
| 401 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TT2 | 3740 TT2 | Transmisor de Temperatura en Molino                             | Endress + Hauser | TMT182               | Hart              | Lib: 11.5 a 35 V | 4 a 20 mA | IP66                  |
| 402 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TT3 | 3740 TT3 | Transmisor de Temperatura en Molino                             | Endress + Hauser | TMT182               | Hart              | Lib: 11.5 a 35 V | 4 a 20 mA | IP66                  |
| 403 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | TT4 | 3740 TT4 | Transmisor de Temperatura en Molino                             | Endress + Hauser | TMT182               | Hart              | Lib: 11.5 a 35 V | 4 a 20 mA | IP66                  |
| 404 | 200 | Edificio Pet Coke | 3740 | Molino de Pezcoque           | VE  | 3740 VE  | Sensor de Vibración del Molino de Pezcoque                      | Aura             | ASV6                 | Hart              | Lib: 11.5 a 35 V | 4 a 20 mA | IP66                  |
| 405 | 200 | Edificio Pet Coke | 3741 | Motor Principal              | VT  | 3741 VT  | Transmisor de Vibración Molino de Pezcoque                      | B&K Vibro        | Vibrocontrol 1000    | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 406 | 200 | Edificio Pet Coke | 3742 | Transportador Helicoidal     | HC  | 3742 HC  | Interruptor de Transportador Helicoidal                         | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 407 | 200 | Edificio Pet Coke | 3742 | Transportador Helicoidal     | SE  | 3742 SE  | Sensor Inductivo Velocidad Cero                                 | Turck            | NR                   | 3 Hilos           | 10 a 30 V dc     | ≤ 200 mA  | IP68                  |
| 408 | 200 | Edificio Pet Coke | 3742 | Transportador Helicoidal     | SS  | 3742 SS  | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                           | Turck            | NR                   | 2 Relés           | 20 a 250 VAC     | ≤ 30 mA   | IP20                  |
| 409 | 200 | Edificio Pet Coke | 3743 | Sistema Hidráulico de Molino | TE  | 3743 TE  | Sensor de Temperatura del Sistema Hidráulico                    | Siemens          | Sitrans TH300        | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 410 | 200 | Edificio Pet Coke | 3743 | Sistema Hidráulico de Molino | TT  | 3743 TT  | Transmisor de Temperatura del Sistema Hidráulico                | Siemens          | Sitrans TH300        | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 411 | 200 | Edificio Pet Coke | 3745 | Clasificador                 | HC  | 3745 HC  | Interruptor de Clasificador                                     | Siemens          | P30EMS02D            | NO y NC // NO     | 660 VAC          | NR        | NR                    |
| 412 | 200 | Edificio Pet Coke | 3750 | Componente de Sobrecarga     | GSC | 3750 GSC | Interruptor de Indicación Cerrado de Componente de Sobre        | Siemens          | SE RSE-HT            |                   |                  |           |                       |
| 413 | 200 | Edificio Pet Coke | 3750 | Componente de Sobrecarga     | GSO | 3750 GSO | Interruptor de Indicación Abierto de Componente de Sobre        | Siemens          | SE RSE-HT            |                   |                  |           |                       |
| 414 | 200 | Edificio Pet Coke | 3750 | Componente de Sobrecarga     | XC  | 3750 XC  | Monitor de Interruptor de Límite                                | Popelet Fuchs    | WE77E/2              |                   |                  |           |                       |
| 415 | 200 | Edificio Pet Coke | 3752 | Componente de Cierre Rápido  | GSC | 3752 GSC | Interruptor de Indicación Cerrado de Componente de Cier         | ifm electronic   | IK000A IIA2015-ABOAZ | 2 Hilos           | 20 a 253 VAC     | NR        | IP67                  |
| 416 | 200 | Edificio Pet Coke | 3752 | Componente de Cierre Rápido  | GV  | 3752 GV  | Interruptor de Indicación Abierto de Componente de Cier         | ifm electronic   | IK000A IIA2015-ABOAZ | 2 Hilos           | 20 a 253 VAC     | NR        | IP67                  |
| 417 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de Proceso            | PBL | 3755 PBL | Electroválvula de Componente de Cierre Rápido                   | METAL WORK       | SOE: W0215000131     |                   |                  |           |                       |
| 418 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de Proceso            | PFI | 3755 PFI | Transmisor de Presión en Filtro de Mangas                       | Kobold           | SCH-DNS 10-20130     | 3 Hilos           | 250 VAC          | 3A        | IP66/6P7 NEMA Type 4X |
| 419 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de Proceso            | PT1 | 3755 PT1 | Transmisor de Presión de Entrada de Filtro del Molino           | Yokogawa         | EK530A               | 2 Hilos           | 21.6 a 32 VDC    | 4 a 20 mA | IP66/6P7 NEMA Type 4X |
| 420 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de Proceso            | PT2 | 3755 PT2 | Transmisor de Presión de Salida de Filtro                       | Yokogawa         | EK530A               | 3 Hilos           | 21.6 a 32 VDC    | < 0.45 mA | B                     |
| 421 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de proceso            | TE1 | 3755 TE1 | Sensor de Temperatura de Entrada de Filtro                      | Siemens          | Sitrans TH300        | 3 Hilos           | NR               | < 0.45 mA | B                     |
| 422 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de proceso            | TE2 | 3755 TE2 | Sensor de Temperatura de Entrada de Filtro                      | Siemens          | Sitrans TH300        | 3 Hilos           | NR               | < 0.45 mA | B                     |
| 423 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de proceso            | TE2 | 3755 TE2 | Sensor de Temperatura de Salida de Filtro                       | Siemens          | Sitrans TH300        | 3 Hilos           | NR               | < 0.45 mA | B                     |
| 424 | 200 | Edificio Pet Coke | 3755 | Filtro de proceso            | TT2 | 3755 TT2 | Transmisor de Temperatura de Salida de Filtro                   | Siemens          | Sitrans TH300        | 3 Hilos           | NR               | < 0.45 mA | B                     |

|     |     |                       |       |                                       |     |           |  |                  |                        |                |              |           |                    |
|-----|-----|-----------------------|-------|---------------------------------------|-----|-----------|--|------------------|------------------------|----------------|--------------|-----------|--------------------|
| 425 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3755  | Filtro de proceso                     | TT3 | 3755 TT3  | Transmisor de Temperatura de Material                      | Endress + Hauser | TMT182                 | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 426 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3755  | Filtro de proceso                     | TE3 | 3755 TE3  | Sensor de Temperatura del Filtro de Molino                 | Endress + Hauser | TR61                   | NR             | NR           | NR        | IP66               |
| 427 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3756  | Componente de Cierre Rápido           | GSC | 3756 GSC  | Interrupción de Indicación Cerrado de Componente de Cierre | Endress + Hauser | 1000A IIAZ01           | 2 hilos        | 20 a 253 VAC | NR        | IP67               |
| 428 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3756  | Componente de Cierre Rápido           | GSO | 3756 GSO  | Interrupción de Indicación Abierto de Componente de Cierre | Endress + Hauser | 1000A IIAZ015          | 2 hilos        | 20 a 253 VAC | NR        | IP67               |
| 429 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3756  | Componente de Cierre Rápido           | GV  | 3756 GV   | Electroválvula de Componente de Cierre Rápido              | METAL WORK       | Sol. W0215000131       | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 430 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3757  | Ventilador de Gas de Proceso          | HC  | 3757 HC   | Interrupción de Ventilador de Gas de Proceso               | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 431 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3757  | Ventilador de Gas de Proceso          | TE4 | 3757 TE4  | Sensor de Temperatura de Chumacera - Lado Ventilador       | CONATEC          | NR                     | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 432 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3757  | Ventilador de Gas de Proceso          | TE5 | 3757 TE5  | Sensor de Temperatura de Chumacera - Lado Motor            | CONATEC          | NR                     | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 433 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3759  | Transportador Helicoidal              | HC  | 3759 HC   | Interrupción de Transportador Helicoidal                   | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 434 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3759  | Transportador Helicoidal              | SE  | 3759 SE   | Sensor inductivo Velocidad Cero                            | Pieppert Fuchs   | NU10-SG0450            | 2 Relés        | 20 a 250 VAC | 5 30 mA   | IP20               |
| 435 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3759  | Transportador Helicoidal              | SS  | 3759 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                      | Turck            | NR                     | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 436 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3760  | Válvula Rotatoria                     | HC  | 3760 HC   | Interrupción de Válvula Rotatoria                          | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 437 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3760  | Válvula Rotatoria                     | SE  | 3760 SE   | Sensor inductivo Velocidad Cero                            | Pieppert Fuchs   | NU10-SG0450            | 2 Relés        | 20 a 250 VAC | 5 30 mA   | IP20               |
| 438 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3760  | Válvula Rotatoria                     | SS  | 3760 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                      | Turck            | NR                     | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 439 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3765  | Tolva de Pezcoke Pulverizado          | LSH | 3765 LSH  | Switch de nivel Alto de Tolva                              | Vega             | VEGACAP 66             | 2 Relés        | 10 a 30 VDC  | 4 a 20 mA | IP66 / IP68 (1bar) |
| 440 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3765  | Tolva de Pezcoke Pulverizado          | TE2 | 3765 TE2  | Sensor de Temperatura de Tolva de Fines de Pezcoke         | Endress + Hauser | TR61                   | NR             | NR           | NR        | IP66               |
| 441 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3765  | Tolva de Pezcoke Pulverizado          | TE1 | 3765 TE1  | Sensor de Temperatura de Tolva de Fines de Pezcoke         | Endress + Hauser | TR61                   | NR             | NR           | NR        | IP66               |
| 442 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3765  | Tolva de Pezcoke Pulverizado          | TT1 | 3765 TT1  | Transmisor de Temperatura de Tolva de Fines de Pezcoke     | Endress + Hauser | TMT182                 | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 443 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3765  | Tolva de Pezcoke Pulverizado          | TT2 | 3765 TT2  | Transmisor de Temperatura de Tolva de Fines de Pezcoke     | Endress + Hauser | TMT182                 | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 444 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3765  | Tolva de Pezcoke Pulverizado          | XC  | 3765 XC   | Unidad de Monitoreo de Nivel Bajo                          | VEGA             | VEGATOR 620            | Hart           | 250 VAC      | 3A AC     | IP66               |
| 445 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3766  | Dispositivo de Pesaje                 | WE  | 3766 WE   | Celda de Pesaje de Tolva de Fines de Pezcoke               | Schreck process  | RTM 4 TT C3            | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 446 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3766  | Dispositivo de Pesaje                 | WT  | 3766 WT   | Transmisor de Cédula de Pesaje                             | Schreck process  | Diagnost Obus          | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 447 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3768  | Ventilador de Filtro Compacto         | HC  | 3768 HC   | Interrupción de Ventilador de Filtro Compacto              | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 448 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3770  | Agilador                              | HC  | 3770 HC   | Interrupción del Agilador                                  | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 449 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3770  | Agilador                              | SE  | 3770 SE   | Sensor inductivo Velocidad Cero                            | Pieppert Fuchs   | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 450 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3770  | Agilador                              | SS  | 3770 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                      | Turck            | NCE2-ZGM05-N0          | 2 Relés        | 20 a 250 VAC | 5 30 mA   | IP20               |
| 451 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3771  | Válvula de Descarga                   | GV  | 3771 GV   | Electroválvula de la Válvula de Descarga                   | AMISCO           | Sol: 3009MAC30W2       | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 452 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3772  | Válvula de Descarga                   | GV  | 3772 GV   | Electroválvula de la Válvula de Descarga                   | AMISCO           | Sol: 3009MAC30W2       | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 453 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3773  | Válvula Rotativa                      | HC  | 3773 HC   | Botonera Válvula Rotativa                                  | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 454 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3773  | Válvula Rotativa                      | SS  | 3773 SS   | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                      | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 455 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3780  | Alineación de Tolva                   | GV1 | 3780 GV1  | Solenoides del Sistema de Alineación de Tolva              | NORGREN          | NR                     | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 456 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3780  | Alineación de Tolva                   | GV2 | 3780 GV2  | Solenoides del Sistema de Alineación de Tolva              | NORGREN          | NR                     | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 457 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3780  | Alineación de Tolva                   | GV3 | 3780 GV3  | Solenoides del Sistema de Alineación de Tolva              | NORGREN          | NR                     | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 458 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3780  | Alineación de Tolva                   | GV4 | 3780 GV4  | Solenoides del Sistema de Alineación de Tolva              | NORGREN          | NR                     | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 459 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3780  | Alineación de Tolva                   | GV5 | 3780 GV5  | Solenoides del Sistema de Alineación de Tolva              | NORGREN          | NR                     | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 460 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3780  | Alineación de Tolva                   | GV6 | 3780 GV6  | Solenoides del Sistema de Alineación de Tolva              | NORGREN          | NR                     | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 461 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3786  | Ventilador                            | HC  | 3786 HC   | Interrupción de Ventilador de Dilución                     | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 462 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3790  | Componente de Cierre Rápido           | GV  | 3790 GV   | Electroválvula de Componente de Cierre                     | METAL WORK       | Sol: W0215000131       | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 463 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3810  | Bomba de Transporte Neumático         | HC  | 3810 HC   | Interrupción de Bomba de Transporte Neumático              | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 464 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3810  | Bomba de Transporte Neumático         | PS  | 3810 PS   | Interrupción de Presión de Bomba de Transporte Neumático   | Telemecanique    | Nautaus                | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 465 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3815  | Filtro                                | EC  | 3815 EC   | Indicador de Filtro Compacto                               | Kemex            | EZZ788                 | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 466 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3816  | Ventilador                            | HC  | 3816 HC   | Interrupción del Ventilador Filtro Compacto                | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 467 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3820  | Soplante                              | PS  | 3820 PS   | Interrupción de Ventilador de Faja Transportadora          | Kobold           | SCH-EX-DK53            | NR             | NR           | NR        | NR                 |
| 468 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3820  | Soplante                              | TE  | 3820 TE   | Sensor de Temperatura en Soplador                          | Endress + Hauser | TC81                   | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 469 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3820  | Soplante                              | TT  | 3820 TT   | Transmisor de Temperatura en Soplador                      | Endress + Hauser | TMT182                 | Hart           | 11.5 a 35 V  | 4 a 20 mA | IP66               |
| 470 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3821  | Ventilador                            | HC  | 3821 HC   | Interrupción de Ventilador                                 | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 471 | 100 | Recepción de Calza    | 3015A | Actuador Radial                       | HC  | 3015A HC  | Interrupción de Faja Transportadora                        | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 472 | 100 | Recepción de Calza    | 3015B | Actuador Radial                       | HC  | 3015B HC  | Interrupción de Traslación                                 | Siemens          | UK A600 P600 / 2s-Star | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 473 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3510A | Componente 2 Vías                     | GSC | 3510A GSC | Interrupción de Cerrado                                    | Turck            | NR                     | NO / NC // NO  | 20 250 VAC   | 3-400 mA  | IP68               |
| 474 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3510A | Componente 2 Vías                     | G80 | 3510A G80 | Interrupción de Abierto                                    | Turck            | NR                     | 2- Hilos AC/DC | 20 250 VAC   | 3-400 mA  | IP68               |
| 475 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3510A | Componente 2 Vías                     | GV1 | 3510A GV1 | Válvula Solenoide - Abrir                                  | Festo            | Sol: MSFH-230-50       | NO / NC // NO  | 220 VAC      | NR        | IP00/IP65          |
| 476 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3510A | Componente 2 Vías                     | GV2 | 3510A GV2 | Válvula Solenoide - Cerrar                                 | Festo            | Sol: MSFH-230-50       | NO / NC // NO  | 220 VAC      | NR        | IP00/IP65          |
| 477 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3533A | Motor Principal                       | HC  | 3533A HC  | Interrupción de Motor Principal                            | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 478 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560A | Motor Auxiliar                        | HC  | 3560A HC  | Interrupción de Motor Principal                            | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 479 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560B | Motor Auxiliar                        | HC  | 3560B HC  | Interrupción de Motor Auxiliar                             | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 480 | 400 | Almacenamiento de Cal | 3560B | Motor Auxiliar                        | SS  | 3560B SS  | Unidad de Monitoreo de Velocidad Cero                      | Turck            | NR                     | 1 Relay        | 20 250 VAC   | NR        | IP20               |
| 481 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715A | Elevador de Cangilones - Motor        | HC  | 3715A HC  | Interrupción de Elevador de Cangilones de Motor Principal  | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 482 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715B | Elevador de Cangilones - Motor Auxili | HC  | 3715B HC  | Interrupción de Elevador de Cangilones de Motor Auxiliar   | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 483 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715B | Elevador de Cangilones - Motor Auxili | SE  | 3715B SE  | Sensor inductivo Velocidad Cero                            | Turck            | NR                     | 3 Hilos        | 10 a 65 VDC  | NR        | IP67               |
| 484 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3715B | Elevador de Cangilones - Motor Auxili | HC  | 3715B HC  | Interrupción de Velocidad Cero                             | Turck            | NR                     | 1 Relay        | 20 250 VAC   | NR        | IP20               |
| 485 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3785A | Ventilador de Combustión              | HC  | 3785A HC  | Interrupción de Ventilador de Combustión                   | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |
| 486 | 200 | Edificio Pet Coke     | 3785B | Bomba de Combustible                  | HC  | 3785B HC  | Interrupción de Bomba de Combustible                       | Siemens          | P00EIMS020             | NO / NC // NO  | 660 VAC      | NR        | NR                 |



|     |     |                     |       |      |            |   |               |              |              |             |            |              |              |
|-----|-----|---------------------|-------|------|------------|---|---------------|--------------|--------------|-------------|------------|--------------|--------------|
| 487 | 500 | Sistemas Auxiliares | 3900  | SIR1 | 3900 SIR1  | Sirena Zona Sala de Compresores 3900                    | Maxifon       | NR           | 2 Hilos      | 240 VDC     | NR         | NR           | NR           |
| 488 | 500 | Sistemas Auxiliares | 3900  | BAL1 | 3900 BAL1  | Baliza Zona Sala de Compresores 3900                    | FHF           | LED Leuchtag | 3 Hilos      | 230 VAC     | 70 mA      | IP67         | IP67         |
| 489 | 500 | Sistemas Auxiliares | 3970  | PT1  | 3970 PT1   | Sensor de Presión en Tanque de Aire Comprimido          | Yokogawa      | ELP330A      |              |             |            |              |              |
| 490 | 300 | Horno               | K1001 | TE   | K1001 TE   | Temperatura de los Gases Residuales SH1                 | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | NR         | NR           | B            |
| 491 | 300 | Horno               | K1001 | TT   | K1001 TT   | Temperatura de Temperatura de los Gases Residuales SH   | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | 4 a 20 mA  | IP40         | IP40         |
| 492 | 300 | Horno               | K1002 | TE   | K1002 TE   | Temperatura de los Gases Residuales SH2                 | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | NR         | NR           | B            |
| 493 | 300 | Horno               | K1002 | TT   | K1002 TT   | Temperatura de Temperatura de los Gases Residuales SH   | Siemens       | Siemens      | 2 Hilos Hart | NR          | 4 a 20 mA  | IP40         | IP40         |
| 494 | 300 | Horno               | K1003 | GSC  | K1003 GSC  | Trampa de Filtro  | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 495 | 300 | Horno               | K1003 | GSF  | K1003 GSF  | Trampa de Filtro  | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 496 | 300 | Horno               | K1003 | GV   | K1003 GV   | Trampa de Filtro  | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 497 | 300 | Horno               | K1005 | GSF  | K1005 GSF  | Sensor de Posición para el Ingreso de Gas a Horno SH1   | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 498 | 300 | Horno               | K1005 | GV   | K1005 GV   | Sensor de Posición para el Ingreso de Gas a Horno SH1   | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 499 | 300 | Horno               | K1006 | GSF  | K1006 GSF  | Apertura o Cierre del Ingreso de Gas a Filtro SH2       | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 500 | 300 | Horno               | K1006 | GV   | K1006 GV   | Apertura o Cierre del Ingreso de Gas a Filtro SH2       | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 501 | 300 | Horno               | K1006 | GSF  | K1006 GSF  | Apertura o Cierre del Ingreso de Gas a Horno SH2        | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 502 | 300 | Horno               | K1006 | GV   | K1006 GV   | Apertura o Cierre del Ingreso de Gas a Horno SH2        | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 503 | 300 | Horno               | K1007 | GSD  | K1007 GSD  | Sensor Inductivo Componente Cerrada                     | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 504 | 300 | Horno               | K1007 | GSU  | K1007 GSU  | Sensor Inductivo Componente Abierta                     | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 505 | 300 | Horno               | K1007 | GVD  | K1007 GVD  | Tolva de Rotación SH1                                   | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 506 | 300 | Horno               | K1007 | GVU  | K1007 GVU  | Tolva de Rotación SH1                                   | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 507 | 300 | Horno               | K1007 | LSH  | K1007 LSH  | Interruptor de Detención de Nivel De Tolva de Rotación  | Thermo Ramsey | Siemens      | 2 Hilos      | 24 VDC      | 1 A        | NR           | NR           |
| 508 | 300 | Horno               | K1007 | WE1  | K1007 WE1  | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH1                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 509 | 300 | Horno               | K1007 | WE2  | K1007 WE2  | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH1                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 510 | 300 | Horno               | K1007 | WE3  | K1007 WE3  | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH1                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 511 | 300 | Horno               | K1007 | WO   | K1007 WO   | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH1                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 512 | 300 | Horno               | K1007 | WT   | K1007 WT   | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH1                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 513 | 300 | Horno               | K1008 | GSD  | K1008 GSD  | Sensor Inductivo Componente Cerrada                     | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 514 | 300 | Horno               | K1008 | GSU  | K1008 GSU  | Sensor Inductivo Componente Abierta                     | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 515 | 300 | Horno               | K1008 | GVD  | K1008 GVD  | Tolva de Rotación SH2                                   | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 516 | 300 | Horno               | K1008 | GVU  | K1008 GVU  | Tolva de Rotación SH2                                   | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 517 | 300 | Horno               | K1008 | WE1  | K1008 WE1  | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH2                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 518 | 300 | Horno               | K1008 | WE2  | K1008 WE2  | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH2                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 519 | 300 | Horno               | K1008 | WE3  | K1008 WE3  | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH2                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 520 | 300 | Horno               | K1008 | WO   | K1008 WO   | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH2                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 521 | 300 | Horno               | K1008 | WT   | K1008 WT   | Bláscula de la Tolva Rotatoria SH2                      | Sartorius     | Siemens      | 4 Hilos      | 4 a 24 V    | NR         | NR           | IP68         |
| 522 | 300 | Horno               | K1009 | GSC  | K1009 GSC  | Sensor de Posición para Cierre en Horno SH1             | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 523 | 300 | Horno               | K1009 | GSU  | K1009 GSU  | Sensor de Posición para Apertura en Horno SH1           | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 524 | 300 | Horno               | K1009 | GV   | K1009 GV   | Apertura o Cierre del Ingreso de Material al Horno SH1  | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 525 | 300 | Horno               | K1010 | GSC  | K1010 GSC  | Sensor de Posición para Cierre en Horno SH2             | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 526 | 300 | Horno               | K1010 | GSU  | K1010 GSU  | Sensor de Posición para Apertura en Horno SH2           | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 527 | 300 | Horno               | K1010 | GV   | K1010 GV   | Apertura o Cierre del Ingreso de Material al Horno SH2  | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 528 | 300 | Horno               | K1020 | GSC  | K1020 GSC  | Sensor de Posición para Cierre                          | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 529 | 300 | Horno               | K1020 | GSU  | K1020 GSU  | Sensor de Posición para Apertura                        | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 530 | 300 | Horno               | K1020 | GV   | K1020 GV   | Colgado del Pro Alivio                                  | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 531 | 300 | Horno               | K1021 | OE   | K1021 OE   | Colgado del Pro Alivio                                  | Pepperl Fuchs | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 532 | 300 | Horno               | K1021 | OE   | K1021 OE   | Detector de CO2 en Horno SH1                            | EXTOX GmbH    | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 533 | 300 | Horno               | K1022 | OE   | K1022 OE   | Detector de CO2 en Horno SH2                            | EXTOX GmbH    | Siemens      | 3 Hilos      | 10 a 30 V   | 0 a 200 mA | IP68 / IP69K | IP68 / IP69K |
| 534 | 300 | Horno               | K1026 | PT1  | K1026 PT1  | Promeroro - Válvula para la Entrada de Aire Comprimido  | Festo         | Siemens      | 3 Hilos      | 24 VDC      | NR         | NR           | IP68 / IP69K |
| 535 | 300 | Horno               | K1027 | TE   | K1027 TE   | Presión del Horno                                       | Siemens       | Siemens      | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V | 4 a 20 mA  | IP65, IP68   | IP65, IP68   |
| 536 | 300 | Horno               | K1028 | TE   | K1028 TE   | Canal temperatura SH1 y SH2                             | Siemens       | Siemens      | 2 Hilos      | 15 VDC      | NR         | NR           | NR           |
| 537 | 300 | Horno               | K1028 | TE   | K1028 TE   | Canal temperatura SH1 y SH2                             | Siemens       | Siemens      | Hart 2 Hilos | 15 VDC      | 4 a 20 mA  | IP67         | IP67         |
| 538 | 300 | Horno               | K1028 | TE   | K1028 TE   | Canal temperatura SH1 y SH2                             | Siemens       | Siemens      | 2 Hilos      | 15 VDC      | NR         | NR           | NR           |
| 539 | 300 | Horno               | K1029 | TT   | K1029 TT   | Temperatura Lanza SH1 + SH2                             | Siemens       | Siemens      | Hart 2 Hilos | 15 VDC      | 4 a 20 mA  | IP67         | IP67         |
| 540 | 300 | Horno               | K1030 | TT   | K1030 TT   | Temperatura Lanza SH1 + SH2                             | Siemens       | Siemens      | Hart 2 Hilos | 15 VDC      | 4 a 20 mA  | IP67         | IP67         |
| 541 | 300 | Horno               | K1031 | TE1  | K1031 TE1  | Temperatura del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspe | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | < 0.45 mA  | B            | B            |
| 542 | 300 | Horno               | K1031 | TE2  | K1031 TE2  | Temperatura del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspe | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | < 0.45 mA  | B            | B            |
| 543 | 300 | Horno               | K1031 | TE10 | K1031 TE10 | Temperatura del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspe | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | < 0.45 mA  | B            | B            |
| 544 | 300 | Horno               | K1031 | TE11 | K1031 TE11 | Temperatura del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspe | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | < 0.45 mA  | B            | B            |
| 545 | 300 | Horno               | K1031 | TE2  | K1031 TE2  | Temperatura del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspe | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | < 0.45 mA  | B            | B            |
| 546 | 300 | Horno               | K1031 | TE3  | K1031 TE3  | Temperatura del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspe | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | < 0.45 mA  | B            | B            |
| 547 | 300 | Horno               | K1031 | TE3  | K1031 TE3  | Temperatura del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspe | Siemens       | Siemens      | 3 Hilos Hart | NR          | < 0.45 mA  | B            | B            |
| 548 | 300 | Horno               | K1031 | TE3  | K1031 TE3  | Transmisor de Temperatura del Aire de Enfriamiento del  | Siemens       | Siemens      | 2 Hilos Hart | NR          | 4 a 20 mA  | IP40         | IP40         |



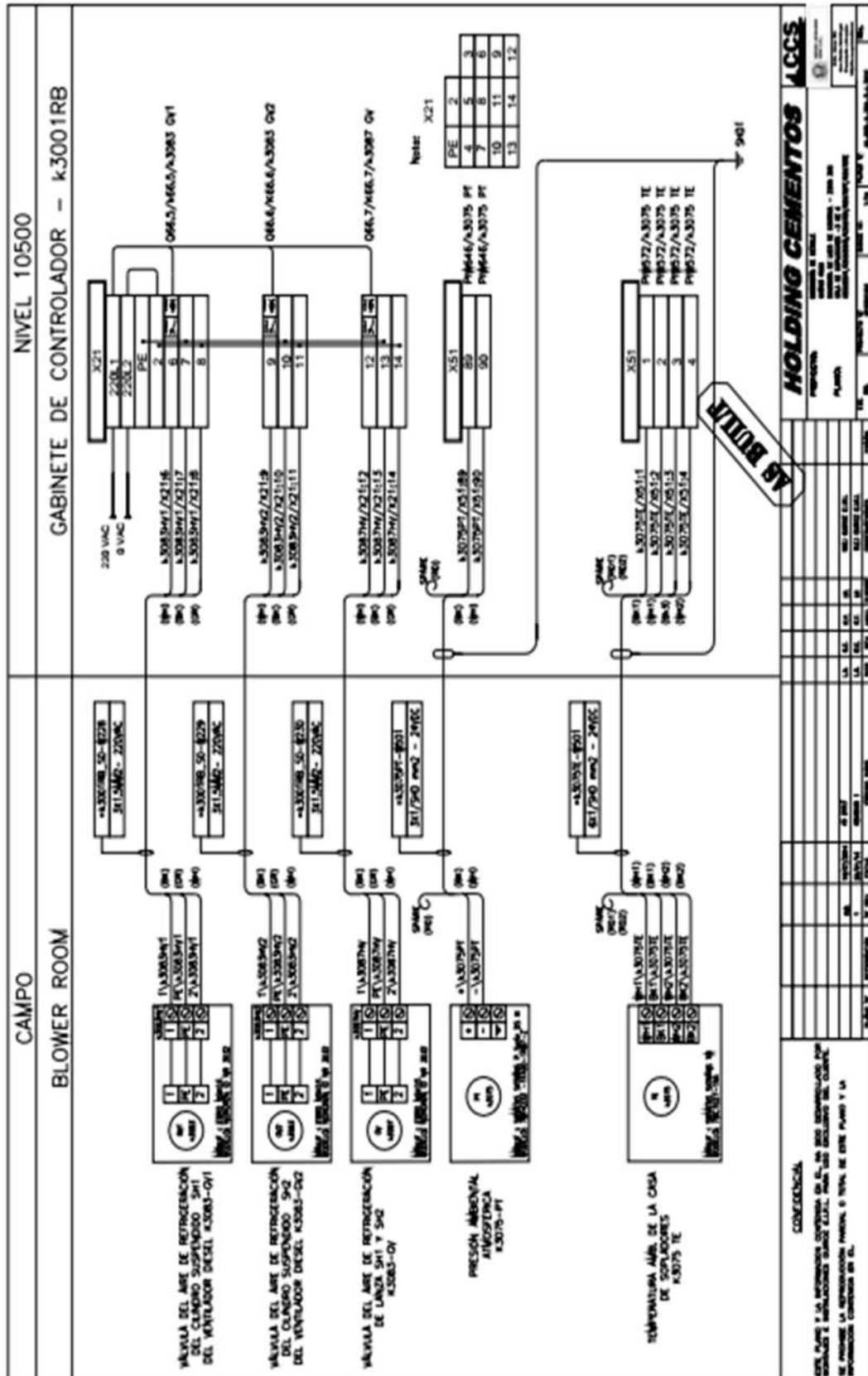
|      |     |       |       |  |      |            |  |                    |    |              |               |                 |                         |
|------|-----|-------|-------|--|------|------------|--|--------------------|----|--------------|---------------|-----------------|-------------------------|
| 6111 | 300 | Horno | K1061 | Trampa del Cal de Descarga SH1             | GSC  | K1061 GSC  | Sensor Inductivo para Cierre de Descarga en SH1                          | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6112 | 300 | Horno | K1061 | Trampa del Cal de Descarga SH1             | GSO  | K1061 GSO  | Sensor Inductivo para Apertura de Descarga en SH1                        | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6113 | 300 | Horno | K1061 | Trampa del Cal de Descarga SH1             | GVC  | K1061 GVC  | Cierre de Descarga de Cal en SH1   | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6114 | 300 | Horno | K1061 | Trampa del Cal de Descarga SH1             | GVC  | K1061 GVC  | Cierre de Descarga de Cal en SH1   | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6115 | 300 | Horno | K1062 | Trampa del Cal de Descarga SH2             | GSC  | K1062 GSC  | Sensor Inductivo para Cierre de Descarga en SH2                          | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6116 | 300 | Horno | K1062 | Trampa del Cal de Descarga SH2             | GSO  | K1062 GSO  | Sensor Inductivo para Apertura de Descarga en SH2                        | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6117 | 300 | Horno | K1062 | Trampa del Cal de Descarga SH2             | GVC  | K1062 GVC  | Cierre de Descarga de Cal en SH2   | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6118 | 300 | Horno | K1062 | Trampa del Cal de Descarga SH2             | GVC  | K1062 GVC  | Cierre de Descarga de Cal en SH2   | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6119 | 300 | Horno | K1063 | Controlador del Nivel de Cal SH1           | LE   | K1063 LE   | Sensor de Nivel de Cal en SH1  | VEGAPULS SR 68     | NR | 2 Hilos      | 9.6 a 36 V dc | 4 a 20 mA       | IP 68 / IP 68 (0.2 bar) |
| 6120 | 300 | Horno | K1064 | Controlador del Nivel de Cal SH2           | LE   | K1064 LE   | Sensor de Nivel de Cal en SH2  | VEGAPULS SR 68     | NR | 2 Hilos      | 9.6 a 36 V dc | 4 a 20 mA       | IP 68 / IP 68 (0.2 bar) |
| 6221 | 300 | Horno | K1074 | Aire de Combustión                         | GSO  | K1074 GSO  | Válvula Manual del Aire de Combustión                                    | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 6221 | 300 | Horno | K1075 | Casa de Soplabores                         | PT   | K1075 PT   | Presión Ambiental Atmosférica  | Siemens            | NR | Hart         |               |                 |                         |
| 6221 | 300 | Horno | K1075 | Casa de Soplabores                         | TE   | K1075 TE   | Temperatura Ambiente de la Casa de Blower                                | Siemens            | NR |              |               |                 |                         |
| 624  | 300 | Horno | K1076 | Trampa de Alivio del Aire de Combustión    | GSE  | K1076 GSE  | Trampa de Alivio del Aire de Combustión                                  | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 624  | 300 | Horno | K1076 | Trampa de Alivio del Aire de Combustión    | GSK  | K1076 GSK  | Trampa de Alivio del Aire de Combustión                                  | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 626  | 300 | Horno | K1076 | Trampa de Alivio del Aire de Combustión    | GVE  | K1076 GVE  | Ingreso de Aire de Combustión hacia la Salida                            | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 627  | 300 | Horno | K1076 | Trampa de Alivio del Aire de Combustión    | GVK  | K1076 GVK  | Ingreso de Aire de Combustión hacia el Horno                             | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 628  | 300 | Horno | K1077 | Trampa de Alivio del Aire de Refrigeración | GSE  | K1077 GSE  | Sensor Inductivo para Ingreso de Aire de Refrigeración                   | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 629  | 300 | Horno | K1077 | Trampa de Alivio del Aire de Refrigeración | GSK  | K1077 GSK  | Sensor Inductivo para Ingreso de Aire de Refrigeración                   | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 630  | 300 | Horno | K1077 | Trampa de Alivio del Aire de Refrigeración | GVE  | K1077 GVE  | Ingreso de Aire de Refrigeración hacia la Salida                         | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 631  | 300 | Horno | K1077 | Trampa de Alivio del Aire de Refrigeración | GVK  | K1077 GVK  | Ingreso de Aire de Refrigeración hacia el Horno                          | Revox              | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 V     | 0 a 200 mA      | IP68 / IP69K            |
| 632  | 300 | Horno | K1078 | Aire de Combustión                         | FT   | K1078 FT   | Flujo del Aire de Combustión   | Sick Flowtec 100 M | NR |              |               |                 |                         |
| 633  | 300 | Horno | K1078 | Aire de Combustión                         | FE1  | K1078 FE1  | Sensor de Flujo Maséico del Aire de Combustión                           | Sick Flowtec 100 M | NR |              |               |                 |                         |
| 634  | 300 | Horno | K1078 | Aire de Combustión                         | FE2  | K1078 FE2  | Sensor de Flujo Maséico del Aire de Combustión                           | Sick Flowtec 100 M | NR |              |               |                 |                         |
| 635  | 300 | Horno | K1078 | Aire de Combustión                         | GSO  | K1078 GSO  | Sensor Inductivo del Aire de Combustión                                  | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 636  | 300 | Horno | K1078 | Aire de Combustión                         | GSC  | K1078 GSC  | Sensor Inductivo del Aire de Combustión                                  | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 637  | 300 | Horno | K1078 | Aire de Combustión                         | PT   | K1078 PT   | Presión del Aire de Combustión   | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 638  | 300 | Horno | K1079 | Aire de Refrigeración                      | GSO  | K1079 GSO  | Sensor Inductivo Abierto del Aire de Refrigeración                       | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 639  | 300 | Horno | K1079 | Aire de Refrigeración                      | GSK  | K1079 GSK  | Sensor Inductivo Cerrado del Aire de Refrigeración                       | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP65, IP68              |
| 640  | 300 | Horno | K1079 | Aire de Refrigeración                      | PT   | K1079 PT   | Presión del Aire de Refrigeración  | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 641  | 300 | Horno | K1081 | Aire de Refrigeración de Lanza SH1         | GSO  | K1081 GSO  | Sensores de Posición de Válvula de Tubería de Aire de Refrigeración      | Pepperl Fuchs      | NR | 2 Hilos      | Uc: 8.2 V     | Detecc: <= 1 mA | IP66/IP68               |
| 642  | 300 | Horno | K1081 | Aire de Refrigeración de Lanza SH1         | GSC  | K1081 GSC  | Sensores de Posición de Válvula de Tubería de Aire de Refrigeración      | Pepperl Fuchs      | NR | 2 Hilos      | Uc: 8.2 V     | Detecc: <= 1 mA | IP66/IP68               |
| 643  | 300 | Horno | K1081 | Aire de Refrigeración de Lanza SH1         | GV   | K1081 GV   | Válvula del Aire de Refrigeración de Lanza SH1                           | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 644  | 300 | Horno | K1081 | Aire de Refrigeración de Lanza SH1         | PT   | K1081 PT   | Presión del Aire de Refrigeración de Lanza SH1                           | Siemens            | NR | 2 Hilos      | Uc: 8.2 V     | Detecc: <= 1 mA | IP66/IP68               |
| 645  | 300 | Horno | K1082 | Aire de Refrigeración de Lanza SH2         | GSO  | K1082 GSO  | Sensores de Posición de Válvula de Tubería de Aire de Refrigeración      | Pepperl Fuchs      | NR | 2 Hilos      | Uc: 8.2 V     | Detecc: <= 1 mA | IP66/IP68               |
| 646  | 300 | Horno | K1082 | Aire de Refrigeración de Lanza SH2         | GSC  | K1082 GSC  | Sensores de Posición de Válvula de Tubería de Aire de Refrigeración      | Pepperl Fuchs      | NR | 2 Hilos      | Uc: 8.2 V     | Detecc: <= 1 mA | IP66/IP68               |
| 647  | 300 | Horno | K1082 | Aire de Refrigeración de Lanza SH2         | GV   | K1082 GV   | Válvula del Aire de Refrigeración de Lanza SH2                           | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 648  | 300 | Horno | K1082 | Aire de Refrigeración de Lanza SH2         | PT   | K1082 PT   | Presión del Aire de Refrigeración de Lanza SH2                           | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 649  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | FSL  | K1083 FSL  | Flujo del Aire de Refrigeración del Cilindro Suspendido                  | MECON              | NR |              |               |                 |                         |
| 650  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSO1 | K1083 GSO1 | Interruptor Inductivo del Aire de Enfriamiento del Ventilador            | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 651  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSC1 | K1083 GSC1 | Interruptor Inductivo del Aire de Enfriamiento del Ventilador            | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 652  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSO2 | K1083 GSO2 | Interruptor Inductivo del Aire de Enfriamiento del Ventilador            | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 653  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSC2 | K1083 GSC2 | Interruptor Inductivo del Aire de Enfriamiento del Ventilador            | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 654  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GVC1 | K1083 GVC1 | Interruptor Inductivo del Aire de Enfriamiento del Ventilador Diesel     | Siemens            | NR |              |               |                 |                         |
| 655  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GVC2 | K1083 GVC2 | Interruptor Inductivo del Aire de Enfriamiento del Ventilador Diesel     | Siemens            | NR |              |               |                 |                         |
| 656  | 300 | Horno | K1083 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | PT   | K1083 PT   | Presión del Aire de Enfriamiento del Cilindro Suspendido                 | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 657  | 300 | Horno | K1084 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | FSL  | K1084 FSL  | Flujo del Aire de Refrigeración del Cilindro Suspendido                  | MECON              | NR |              |               |                 |                         |
| 658  | 300 | Horno | K1084 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSO1 | K1084 GSO1 | Interruptor de la Válvula de Retorno del Aire de Enfriamiento            | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 659  | 300 | Horno | K1084 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSC1 | K1084 GSC1 | Interruptor de la Válvula de Retorno del Aire de Enfriamiento            | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 660  | 300 | Horno | K1084 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSO2 | K1084 GSO2 | Interruptor de la Válvula de Descarga de Araque del Aire de Enfriamiento | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 661  | 300 | Horno | K1084 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSC2 | K1084 GSC2 | Interruptor de la Válvula de Descarga de Araque del Aire de Enfriamiento | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 662  | 300 | Horno | K1084 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | PT   | K1084 PT   | Presión del Aire de Refrigeración del Cilindro Suspendido                | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 663  | 300 | Horno | K1085 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSO1 | K1085 GSO1 | Interruptor de la Válvula Manual del Ventilador de Aire de Refrigeración | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 664  | 300 | Horno | K1085 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSC1 | K1085 GSC1 | Interruptor de la Válvula Manual del Ventilador de Aire de Refrigeración | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 665  | 300 | Horno | K1085 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSO4 | K1085 GSO4 | Interruptor de la Válvula Manual del Soplabor de Aire de Refrigeración   | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 666  | 300 | Horno | K1086 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSO  | K1086 GSO  | Interruptor de la Válvula Manual del Aire de Refrigeración               | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 667  | 300 | Horno | K1086 | Aire de Refrigeración del Cilindro Sual    | GSC  | K1086 GSC  | Interruptor de la Válvula Manual del Aire de Refrigeración               | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 668  | 300 | Horno | K1087 | Aire de Refrigeración de Lanza SH1 -       | GSO  | K1087 GSO  | Interruptor de la Válvula Manual del Aire de Refrigeración               | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 669  | 300 | Horno | K1087 | Aire de Refrigeración de Lanza SH1 -       | GSC  | K1087 GSC  | Interruptor de la Válvula del Aire de Refrigeración de Lanza SH1 -       | Pepperl Fuchs      | NR | 3 Hilos      | 10 a 30 VDC   | ID: <= 15 mA    | IP67                    |
| 670  | 300 | Horno | K1087 | Aire de Refrigeración de Lanza SH1 -       | GV   | K1087 GV   | Válvula del Aire de Refrigeración de Lanza SH1 -                         | Siemens            | NR | Hart 2 Hilos | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA       | IP65, IP68              |
| 671  | 300 | Horno | K1096 | Sistema de carga del horno                 | GST  | K1096 GST  | Interruptor Estabilizador de Fija (belt sway switches)                   | KIEPE              | NR |              |               |                 |                         |
| 672  | 300 | Horno | K1096 | Sistema de carga del horno                 | GST  | K1096 GST  | Interruptor Estabilizador de Fija (belt sway switches)                   | KIEPE              | NR |              |               |                 |                         |



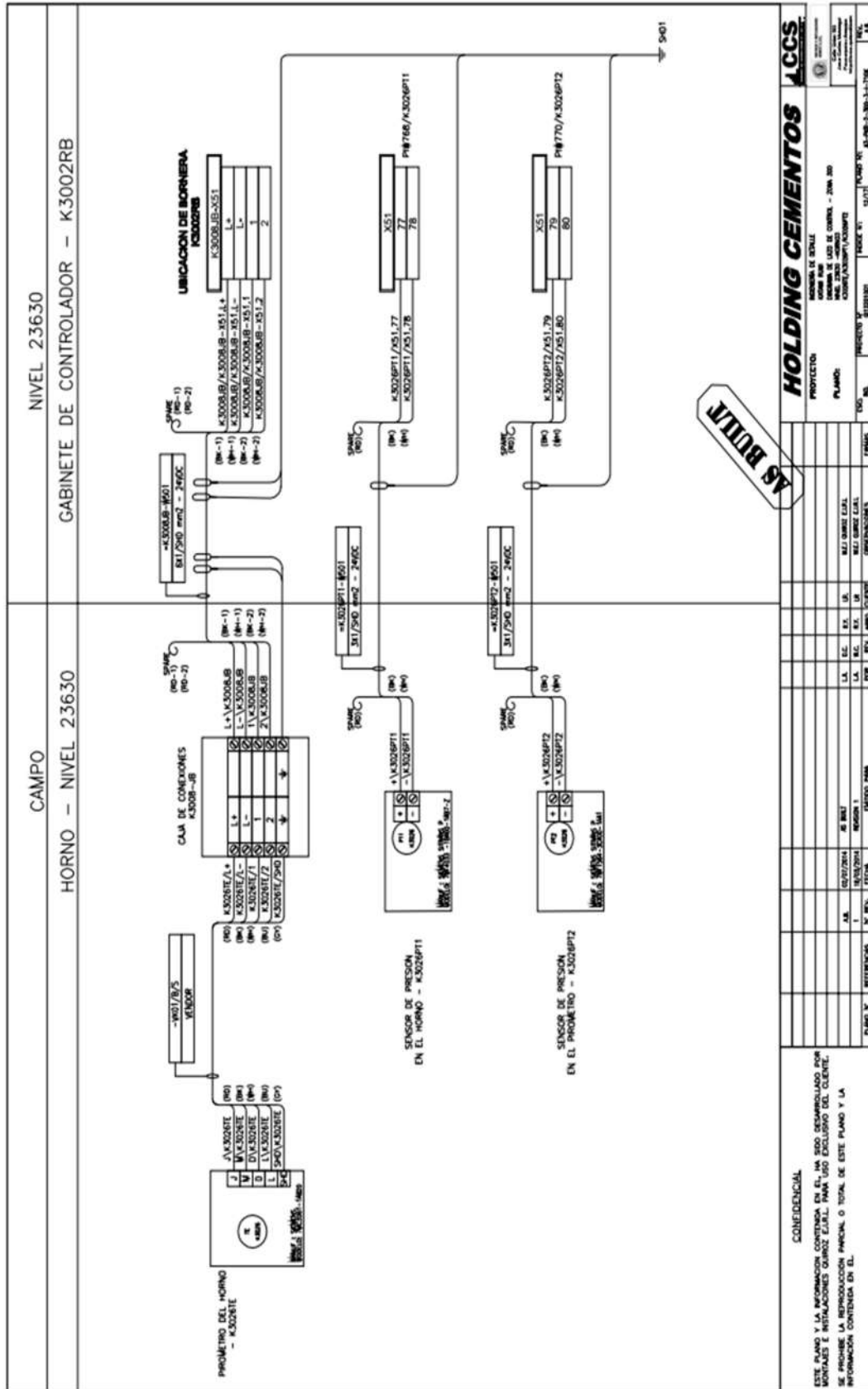
|     |     |       |       |  |       |             |  |                       |                |               |               |            |                         |
|-----|-----|-------|-------|--|-------|-------------|--|-----------------------|----------------|---------------|---------------|------------|-------------------------|
| 735 | 300 | Horno | K1638 | Tolva de Fluidización de Polvo de Posa     | G77   | K1638 GV7   | Válvula 7 en Tolva de Pesaje   | Parker                | NR             |               | Un: 230-240 V | Ic: 78 mA  | IP65                    |
| 736 | 300 | Horno | K1638 | Tolva de Fluidización de Polvo de Posa     | G78   | K1638 GV8   | Válvula 8 en Tolva de Pesaje   | Parker                | NR             |               | Un: 230-240 V | Ic: 78 mA  | IP65                    |
| 737 | 300 | Horno | K1638 | Tolva de Fluidización de Polvo de Posa     | G79   | K1638 GV1   | Válvula Rotativa de la Válvula de Fluidización del Polvo               | -Automation GmbH & Co | NR             |               | Un: 230 V     | IN: 0.09 A | IP65                    |
| 738 | 300 | Horno | K1638 | Válvula de Sellado del Polvo de Pellet     | GV2   | K1638 GV2   | Válvula Rotativa de la Válvula de Sellado del Polvo de Pellet          | -Automation GmbH & Co | NR             |               | Un: 230 V     | IN: 0.09 A | IP65                    |
| 739 | 300 | Horno | K1640 | Presión en Nitrogeno                       | PT    | K1640 PT    | Sensor de Presión en Nitrogeno   | Siemens               | Siemens P      |               | 10.5 a 45 VDC | 4 a 20 mA  | IP65                    |
| 740 | 300 | Horno | K1642 | petcoke dust silo inertisation valve       | GV    | K1642 GV    | Válvula de Inertización  | -Automation GmbH & Co | NR             |               | Un: 230 V     | IN: 0.09 A | IP65                    |
| 741 | 300 | Horno | K1643 | petcoke dust silo inertisation inert gas   | GV    | K1643 GV    | Válvula de Inertización  | -Automation GmbH & Co | NR             |               | Un: 230 V     | IN: 0.09 A | IP65                    |
| 742 | 300 | Horno | K1644 | petcoke dust weighing hopper inertisa      | GV    | K1644 GV    | Válvula de Inertización  | -Automation GmbH & Co | NR             |               | Un: 230 V     | IN: 0.09 A | IP65                    |
| 743 | 300 | Horno | K1700 | Filtro de Gas Residual                     | TE    | K1700 TE    | Presión de Entrada del Filtro de Gas Residual                          | Siemens               | Siemens P      | 2 Hilos - Hwt | 10.5 a 45 V   | 4 a 20 mA  | IP65, IP68              |
| 744 | 300 | Horno | K1700 | Filtro de Gas Residual                     | TE    | K1700 TE    | Temperatura de Entrada del Filtro de Gas Residual                      | Siemens               | NR             |               |               |            |                         |
| 745 | 300 | Horno | K1713 | Nivel de Polvo del Silo WGF                | LE    | K1713 LE    | Nivel de Polvo del Silo WGF  | Vega                  | VEGAPULS SR 68 |               | 9,6 a 38 V dc | 4 a 20 mA  | IP 66 / IP 68 (0.2 bar) |
| 746 | 300 | Horno | K1730 | Aire del Filtro de Gas Residual            | PT    | K1730 PT    | Presión del Compresor de Aire del Filtro de Gas Residual               | Endress + Hauser      | Carabar M      |               | 11.5 A 45 VDC | 4 a 20 mA  | NEU4X76P                |
| 747 | 300 | Horno | K1770 | Ventilador del Filtro de Gas Residual      | TEBB1 | K1770 TEBB1 | Temperatura de los Cojinetes del Ventilador del Filtro de Gas Residual | ZPA Nova Paku         | TP274626le     |               | NR            | NR         | IP65                    |
| 748 | 300 | Horno | K1770 | Ventilador del Filtro de Gas Residual      | TEBB2 | K1770 TEBB2 | Temperatura de los Cojinetes del Ventilador del Filtro de Gas Residual | ZPA Nova Paku         | TP274626le     |               | NR            | NR         | IP65                    |
| 749 | 300 | Horno | K1770 | Ventilador del Filtro de Gas Residual      | VE1   | K1770 VE1   | Vibración de los Cojinetes del Ventilador del Filtro de Gas Residual   | Monitran              | MTNZ285CMB-20  |               | 12 a 32 VDC   | 4 a 20 mA  | IP67                    |
| 750 | 300 | Horno | K1770 | Ventilador del Filtro de Gas Residual      | VE2   | K1770 VE2   | Vibración de los Cojinetes del Ventilador del Filtro de Gas Residual   | Monitran              | MTNZ285CMB-20  |               | 12 a 32 VDC   | 4 a 20 mA  | IP67                    |
| 751 | 300 | Horno | K1773 | Unidad de Control de Filtro                | AC    | K1773 AC    | Presión Diferencial de la Unidad de Control de Filtro                  | Microcomp             | NR             |               | 230 V         | 4 A        | IP 54                   |
| 752 | 300 | Horno | K1779 | Tornillo del Filtro de Descarga del Filtro | SS    | K1779 SS    | Detector de Rotación   | ifm electronic        | IGM202         |               | 10 a 36 V DC  | < 100 mA   | IP67 / IP69K            |
| 753 | 300 | Horno | K1779 | Tornillo del Filtro de Descarga del Filtro | TSH   | K1779 TSH   | Detector de Rotación   | ifm electronic        | TH 140 ZP16    |               | 250 V         | 15 A       | IP44                    |
| 754 | 300 | Horno | K1780 | Filtro de Descarga 1 de Doble Alea         | SS1   | K1780 SS1   | Detector de Rotación   | ifm electronic        | IGM202         |               | 10 a 36 V DC  | < 100 mA   | IP67 / IP69K            |
| 755 | 300 | Horno | K1780 | Filtro de Descarga 1 de Doble Alea         | SS2   | K1780 SS2   | Detector de Rotación   | ifm electronic        | IGM202         |               | 10 a 36 V DC  | < 100 mA   | IP67 / IP69K            |
| 756 | 300 | Horno | K1780 | Filtro de Descarga 1 de Doble Alea         | TSH   | K1780 TSH   | Temperatura del Filtro de Descarga 1 de Doble Alea                     | Aputor Metra          | TH 140 ZP16    |               | 250 V         | 15 A       | IP44                    |
| 757 | 300 | Horno | K1781 | Sistema de Filtro de Gas Residual          | SS    | K1781 SS    | Detector de Rotación   | ifm electronic        | IGM202         |               | 10 a 36 V DC  | < 100 mA   | IP67 / IP69K            |
| 758 | 300 | Horno | K1792 | Sistema de Extracción de Polvo Sugel       | SS    | K1792 SS    | Detector de Rotación   | ifm electronic        | IGM202         |               | 10 a 36 V DC  | < 100 mA   | IP67 / IP69K            |

Fuente: "Cal & Cemento Sur – Área instrumentación y mantenimiento"





Elaboración: Propia



Elaboración: Propia



**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

| <b>PROBLEMAS</b>   | <b>OBJETIVOS</b>   | <b>HIPÓTESIS</b>  | <b>VARIABLES</b>  | <b>METODOLOGÍA</b>  |
|--|--|---|---|---|
| <p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo desarrollar un sistema que permita mejorar la supervisión y control de los sensores y equipos, en el proceso de calcinación de piedra caliza en los hornos verticales?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Se podrá supervisar y controlar las diferentes áreas del proceso de calcinación de piedra caliza?</p> <p>¿Se puede realizar el registro de los sensores y actuadores del proceso, durante la ejecución del proyecto en los hornos verticales Maerz?</p> | <p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Estudiar y Analizar la implementación del sistema SCADA WINCC de Siemens al proceso de calcinación de piedra caliza en los hornos verticales de Maerz en la empresa Cal &amp; Cemento Sur.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Operacionalización del scada en el sistema de supervisión wincc para el proceso de calcinación de los hornos verticales Maerz.</p> <p>Documentar todo el proceso de automatización del proceso de calcinación de piedra caliza en los hornos verticales Maerz.</p> | <p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>El sistema Scada WinCC de siemens en el proceso de calcinación de piedra caliza es OPTIMO en los hornos Maerz de la empresa Cal &amp; Cemento Sur.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>Es posible describir Operacionalización del scada en el sistema de supervisión wincc para el proceso de calcinación de los hornos verticales Maerz.</p> <p>Es viable documentar todo el proceso de automatización de calcinación de la piedra caliza en los hornos verticales Maerz.</p> | <p><b>VARIABLES DE ESTUDIO</b></p> <p><b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b></p> <p>Proceso de calcinación de la piedra caliza</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos</li> <li>• Motores</li> <li>• Sensores</li> <li>• Transmisores</li> <li>• Actuadores</li> </ul> <p><b>VARIABLES DEPENDIENTES</b></p> <p>Monitorización del sistema scada</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visual</li> </ul> | <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>El método en el cual encaja este proyecto es el método HIPOTETICO, DEDUCTIVO, DESCRIPTIVO, ya que en él se planteará una hipótesis que se puede analizar deductiva o inductivamente y posteriormente comprobar experimentalmente, es decir que se busca que la parte teórica no pierda su sentido, por ello la teoría se relaciona posteriormente con la realidad.</p> |