

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA**



**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA A MÁQUINAS
EXTRUSORAS DE LADRILLOS CON PLC Y
MONITOREO CX-ONE”**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

PRESENTADA POR

Bach. HERBERT BECERRA ANAYA.

ASESOR: ING. JAVIER RIVAS LEÓN

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Le dedico a mis padres por haberme forjado como personal que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los dedico a mi familia, A mi Esposa por su apoyo en los momentos difíciles dándome motivación, A mis hijos quienes me comprendieron mi ausencia para alcanzar mis anhelos.

Gracias por ser parte de este proyecto para concluir con éxito. Ustedes son mi principal motivación.

AGRADECIMIENTOS

Antes de todo agradezco a dios por la gran familia que me dio en la cual me siento muy honrado por ser parte de ella.

Agradezco de todo corazón a mi esposa, Ana María Palomino E. nuestros hijos Fabrizzio y Bruno, quienes me apoyan día a día que me dieron fortaleza para seguir adelante en mis deseos de formarme profesionalmente a mis padres Arturo Becerra y Leonor Anaya, quienes me han formado con valores y principios, por darme el ejemplo a levantarme ante las dificultades siendo mis logros los de ellos también.

Agradezco a mis hermanos por confiar en mí y apoyarme cada uno a su manera respaldándome para alcanzar mis objetivos. A mi tío Adolfo su Esposa Ana María por haberme apoyado en los momentos más difíciles con quienes tuve el gusto de compartir una parte de mi vida.

Agradezco a mis compañeros de clases donde compartimos momentos de mucho recuerdo y apoyo mutuo en las dificultades en los diferentes cursos.

Profesionalmente agradezco a mi amigo Ing. Richard Montañez A. que compartimos experiencias y recomendaciones para desarrollarme y alcanzar metas en mi desarrollo profesional laboral, y sobre todo un especial agradecimiento al (asesor) quien me ha asesorado desde un principio dándome ideas para un buen desarrollo de la tesis y de mi vida profesional.

Un reconocimiento especial a las empresas Cerámicos Peruanos S.A y Ladrillera el Diamante S.A.C a los Ingenieros de cada Área y a los trabajadores que me apoyaron para el desarrollo de este trabajo de la tesis.

Herbert Becerra Anaya

Contenido

INDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE ANEXOS.....	X
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Problematización	3
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas Específicos	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación	4
1.5. Alcances y Limitaciones de la investigación.....	5
1.6. Estructura de la tesis.	6
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.....	8
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes Nacionales	9
2.1.2. Antecedentes Internacionales	10
2.2. Diseño de investigación	11
2.2.1. Hipótesis General.....	11
2.2.2. Hipótesis Específicas	11
2.3. Selección de variables.....	11
2.3.1. Variable Independiente	11
2.3.2. Variable Dependiente	11
2.3.3. Relación entre Variables y Dimensiones.....	12
2.4. Fundamentación Teórica.....	12
2.5. Tipos de Máquinas Extrusoras.....	16
2.5.1. De acuerdo con la camisa del tornillo extrusor.....	16
2.5.1.1. Extrusora del tipo de camisa cilíndrica.....	16
2.5.1.2. Extrusoras del tipo de camisa Cónica.	17
2.5.1.3. Extrusora del tipo de Camisa Combinada.....	18

2.5.1.4.	Extrusora del tipo de Camisa Alargada.....	18
2.5.1.5.	Extrusora del tipo de Camisa expandida.....	19
2.6.	Evolución Tecnológica.....	19
2.7.	Sistemas de Control y Automatización.....	21
2.7.1.	Sistema de control y Fuerza.....	21
2.7.2.	Automatización y control.....	22
CAPITULO 3: DISEÑO Y REINGENIERIA DE LOS SISTEMAS.....		27
3.1.	Estructura y Funcionamiento de las Extrusoras.....	27
3.2.	Data técnica de las Extrusoras.....	28
3.3	Estructura de las Extrusoras.....	29
3.3.1.	Estructura Mecánica.....	31
3.3.2.	Estructura Eléctrica.....	35
3.4.	Selección de Componentes Primarios.....	37
3.4.1.	Controlador Lógico Programable.....	38
3.4.2.	Pantalla Hombre Máquina (HMI).....	40
3.4.3.	Plastometro.....	43
3.4.4.	Electroválvulas.....	44
3.4.5.	Relés de Accionamiento de Señales.....	45
3.5.	Análisis Económico.....	46
3.6.	Cálculos Realizados.....	48
3.7.	Automatización de la Extrusora.....	50
3.7.1.	Control y Selección de dispositivos Primarios y Secundarios.....	51
3.7.2.	Modificación Eléctrica.....	52
3.8.	Sistema Neumático de Acople.....	52
3.9.	Tablero de Control.....	54
CAPITULO 4: SISTEMA DE CONTROL.....		55
4.1.	Control Electromecánico del Proceso.....	55
4.2.	Montaje e Instalación de Dispositivos.....	56
4.3.	Controlador lógico Programable.....	58
4.3.1.	Programación del Controlador Lógico Programable.....	60
4.4.	Interfaz hombre Máquina (HMI).....	64
4.5.	Programación del HMI.....	66
4.6.	Comunicación PLC – HMI.....	68

4.7. Pruebas y Resultados	73
4.7.1. Pruebas.....	73
4.7.1.1. Prueba 1	73
4.7.1.2. Prueba 2	74
4.7.1.3. Prueba 3	74
4.7.2. Resultados.....	74
4.7.2.1. Resultado de la Prueba 1	74
4.7.2.2. Resultado de la prueba 2.....	75
4.7.2.3. Resultados de la Prueba 3	76
4.7.3. Resultados Finales	78
CAPITULO 5: BENEFICIOS Y RESULTADOS DEL PROYECTO	79
5.1. Reducción de costos de Mantenimiento.....	80
5.2. Tipos de falla Eliminados	81
5.3. Cálculo de costos en el sistema convencional	83
5.4. Cálculo de Costos	89
5.5. Comparativo Final en impacto del Proyecto.....	92
5.6. Ahorro Adicionales de Energía.....	93
5.7. Reducción de Tiempos Muertos	94
6. Aporte de Mantenimiento para la Tesis	96
6.1. Plan de mantenimiento Preventivo, Predictivo.....	96
6.2. Generalidades sobre los Mantenimientos.	97
6.3. Tipos de Mantenimientos.....	97
6.3.1. Mantenimiento Correctivo.....	97
6.3.2. Mantenimiento Predictivo.....	98
6.3.3. Mantenimiento Preventivo.....	98
6.4. Selección del tipo de Mantenimiento a Seguir	98
6.5. Programa de Mantenimiento a Componentes de la Máquina Extrusora.	99
CONCLUSIONES	100
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS.....	103
ANEXOS.....	106

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Diagrama de la estructura básica de la tesis.....	7
Figura N° 2 Grupo extrusor monobloc de vacío.....	12
Figura N° 3 Horno Hoffman ladrillera el Diamante.....	14
Figura N° 4 Esquema de Camisa Cilíndrica.....	17
Figura N° 5 Esquema de camisa cónica.....	17
Figura N° 6 Esquema combinado (Cilíndrico y cónico).....	18
Figura N° 7 Esquema de cilindro alargado.....	18
Figura N° 8 Esquema del cilindro expandido.....	19
Figura N° 9 Control de Operación.....	21
Figura N° 10 Motor Eléctrico Principal.....	22
Figura N° 11 Contactores Eléctrico.....	23
Figura N° 12 Pulsadores y Selectores.....	24
Figura N° 13 Proceso de aplicación con PLC (controlador lógico programable).....	25
Figura N° 14 Módulos de PLC (controlador lógico programable) CJ1.....	25
Figura N° 15 Sensores Magnéticos.....	26
Figura N° 16 Diagrama Esquemático General.....	28
Figura N° 17 Placa de características.....	29
Figura N° 18 Vista de Dimensiones de extrusora MVMB500.....	30
Figura N° 19 Vista de frente de extrusora MVMB500.....	30
Figura N° 20 Vista lateral de Extrusora Señalando sus Partes Mecánicas.....	31
Figura N° 21 Mezcladora Bonfanti.....	32
Figura N° 22 Embrague de Extrusora MVMB500P.....	32
Figura N° 23 Esquema de Caja Reductora y Tipos de Lubricantes.....	33
Figura N° 24 Cañón de la Extrusora Bonfanti.....	34
Figura N° 25 Cámara de Vacío de Extrusora Bonfanti.....	34
Figura N° 26 Sistema Hidráulico Caja de Reducción.....	35
Figura N° 27 Tablero de Fuerza de Motor Principal.....	36
Figura N° 28 Tablero de Control de Extrusora.....	36
Figura N° 29 Motor Eléctrico Principal.....	37
Figura N° 30 Selección Módulos de PLC (controlador lógico programable).....	39
Figura N° 31 Familia de Series de CPU - CJ.....	39
Figura N° 32 Selección de Pantalla HMI.....	41

Figura N° 33 Familia de Pantallas series NS	42
Figura N° 34 Pantallas de Supervisión de Entradas y salidas.....	43
Figura N° 35 Plastometro Sensor de Temperatura y Presión	44
Figura N° 36 Electroválvulas 220volt Ingreso de Agua	45
Figura N° 37 Relé Electromagnético y Estado Solido.....	46
Figura N° 38 Transmisión Mecánica	49
Figura N° 39 Rotor Seal de Embrague	53
Figura N° 40 Acoplamiento Neumático del Motor con Reductor	53
Figura N° 41 Tablero de Eléctrico de Control.....	54
Figura N° 42 Esquema lógico de control Tipo Ladder.....	55
Figura N° 43 Esquema Eléctrico de fuerza.....	56
Figura N° 44 Variador de Frecuencia de 200KW.....	57
Figura N° 45 Gabinete Eléctrico.....	58
Figura N° 46 Estructura de un PLC (controlador lógico programable).....	58
Figura N° 47 Comparación marcas de PLC (controlador lógico programable)	59
Figura N° 48 Comunicación del PLC (controlador lógico programable) con la computadora.....	61
Figura N° 49 El inicio Cx-One	62
Figura N° 50 Comunicación con el PLC	63
Figura N° 51 Transferencia del Programa al PLC.....	64
Figura N° 52 Comunicación entre otros equipos.....	66
Figura N° 53 Conexión del HMI a la Computadora.....	67
Figura N° 54 Ventana Principal del software Cx-Designer.....	67
Figura N° 55 Diseñando de las pantallas	68
Figura N° 56 Configuración del cable de Comunicación	68
Figura N° 57 Configuración de parámetros en el Cx-Programer	69
Figura N° 58 Ventana Principal de Cx-Integrador	69
Figura N° 59 Configuración de Puertos Cx-Integrador	70
Figura N° 60 Configuración del driver y del puerto	71
Figura N° 61 Parámetros de configuración del bloque.....	71
Figura N° 62 Direccionamiento del bloque	72
Figura N° 63 Tamaño del Bloque y mapeo Direccionamiento del bloque.....	72
Figura N° 64 Comunicación PLC-HMI.....	73
Figura N° 65 Verificación de Comunicación PLC-HMI.....	74

Figura N° 66 Confirmación de Comunicación PLC-HMI.....	75
Figura N° 67 Pantalla de presentación inicial.....	75
Figura N° 68 Verificación de Señales de entrada en el PLC	76
Figura N° 69 Visualización de pulsadores de arranque , parada y emergencia.....	76
Figura N° 70 Conexionado de dispositivos de entrada.....	77
Figura N° 71 Verificación de señales en pantalla HMI	77
Figura N° 72 Cuadro de Fallas	82
Figura N° 73 Distribución de los Tipos de Fallas.....	83
Figura N° 74 Determinación de Costo Total Proyecto Actual.....	83

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Relación entre Variables y Dimensiones	12
Tabla N° 02 Características de la extrusora.....	28
Tabla N° 03 Datos Técnicos de Modelos de Extrusora Bonfanti	29
Tabla N° 04 Dimensiones en mm	30
Tabla N° 05 Lubricantes recomendados	33
Tabla N° 06 Características del Motor Eléctrico	37
Tabla N° 07 Especificaciones de PLC (controlador lógico programable).....	40
Tabla N° 08 Especificaciones de HMI	41
Tabla N° 09 Cotización Extranjera	46
Tabla N° 10 Cotización Local	47
Tabla N° 11 Datos del Variador de Frecuencia a Instalar	57
Tabla N° 12 Resumen de los Resultados	78
Tabla N° 13 Listado de Componentes Sugeridos para la Realización del Proyecto	79
Tabla N° 14 Tipos de Falla de la Extrusora.....	82
Tabla N° 15 Reporte de Efectividad planta 1 05 al 11/10/2019	84
Tabla N° 16 Costos de reparaciones regulares de la extrusora.....	85
Tabla N° 17 Costo del Sistema	90
Tabla N° 18 Costo de la Mano de Obra.....	90
Tabla N° 19 Costo de Mantenimiento	90
Tabla N° 20 Cuadro Final Comparativo de Impacto	92
Tabla N° 21 Comparación entre Tecnología led y led solar.....	93
Tabla N° 22 Comparación consumo 10 lámparas x 10 horas/día durante un año	93

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo Eléctrico	106
Anexo N° 2 Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo Lubricación	107
Anexo N° 3 Orden de trabajo para Mantenimiento Mecánico	108
Anexo N° 4 Datos técnicos de Extrusoras Bonfanti	109
Anexo N° 5 Esquema Lógico de Programación Cx-Programer	110
Anexo N° 6 Diagrama Esquemático General	111
Anexo N° 7 Esquema eléctrico de Fuerza	112
Anexo N° 8 Diseño de la Pantalla Diseñado	112
Anexo N° 9 Reporte de Producción Efectividad	113
Anexo N° 10 Carta de Autorización	114

RESUMEN

La presente Tesis titulada “Implementación de un sistema de Innovación Tecnológica a Máquinas Extrusoras de Ladrillos con Plc y monitoreo Cx-One” muestra un trabajo teórico y el desarrollo realizado para actualizar tecnológicamente a las máquinas extrusoras de ladrillos, buscando principalmente la seguridad al operador, así como mejorar los tiempos de producción y la calidad del producto final.

El estudio se basa en la descripción general de las máquinas explicando cada una de las partes y el funcionamiento completo y a la misma la actualización que se propuso.

Para ello se muestra las propuestas de innovación para las máquinas de tal manera cumpla con el objetivo propuesto, cuidando siempre la rentabilidad del proyecto sabiendo que las máquinas existen y las propuestas deben ser prácticas y viables,

Así mismo planteamos un sistema de control que se realizará la operación de la máquina, así como la comunicación con los diferentes dispositivos y el interfaz hombre máquina a través del HMI para llevar el correcto funcionamiento y reducción de tiempos de intervención de fallas hasta el 80%.

Al instalar un Variador de frecuencia ya tenemos un 15% de ahorro de energía considerando las variaciones de velocidades para futuros productos que implican cambio de polea estamos ganando tiempo de cambio de componentes para cada formato de producción.

Finalmente muestra los beneficios y costos del proyecto excluyendo los costos de mano de obra por tratarse una primera inspección de un trabajo de innovación tecnológica, pero resaltando la rentabilidad del mismo, el beneficio productivo, la seguridad que es lo más importante para la operación y la imagen como empresa.

Palabras Claves: Innovación tecnológica, Máquinas Extrusoras, Monitoreo Cx-One

ABSTRACT

The present thesis entitled "Implementation of a Technological Innovation System to Brick Extrusion Machines with Plc and Cx-One monitoring" shows a theoretical work and the development made to technologically update brick extrusion machines, mainly looking for the operator's safety, as well as to improve the production times and the quality of the final product.

The study is based on the general description of the machines explaining each of the parts and the complete functioning and at the same time the update that was proposed.

For this, the innovation proposals for the machines are shown in such a way that it complies with the proposed objective, always taking care of the profitability of the project, knowing that the machines exist and the proposals must be practical and viable. Likewise, we propose a control system that will carry out the operation of the machine, as well as communication with the different devices and the human machine interface through the HMI to carry out the correct operation and reduce fault intervention times more than 80%

By installing a frequency inverter, we already have a 15% energy saving considering the speed variations for future products that involve a pulley change, we are saving time for changing components for each production format.

Finally, it shows the benefits and costs of the project excluding the labor costs because it is a first inspection of a technological innovation work, but highlighting the profitability of it, the productive benefit, the safety which is the most important for the operation and the image as a company.

Keywords: Technological Innovation, Extruder Machines, Cx-One Monitoring.

INTRODUCCION

El proceso de Extrusión de ladrillos que se realizó en la modernización por medio de las propuestas de Automatización se llevó a cabo a través de una serie de dispositivos, que se mencionará más adelante.

Se realizó el diseño del tablero general de la máquina, el cual contiene gran parte de todos los elementos, tanto de control como de fuerza, que contribuye la actualización y la automatización de la máquina, así como una baliza de alarmas visuales que informa tanto al operador como a los supervisores y responsables del proceso en qué estado se encuentra la máquina.

Se propuso la implementación de un PLC, que contenga la mayor parte del control posible, eliminando de esta manera algunos elementos antiguos discontinuados electromecánicos, mejorando el control, por ser una propuesta que es muy flexible, viable y que por consecuencia de cavidad a futuras mejoras.

Se propuso el desarrollo de una HMI, el diseño de sus diferentes pantallas, su programación y su misma instalación.

Se propuso la instalación de sensores inductivos de proximidad para detectar el estado del elemento de corte, igual forma se propone la instalación de electroválvulas neumáticas e hidráulicas para la apertura de agua y sistema de acoplamiento de la extrusora, instalación de pulsadores de emergencia inalámbricos para el control a distancia, ya que se encuentra sin dispositivos necesarios que cumplan las seguridades de proceso.

Se propuso varias mejoras a aplicarse en diferentes partes de la máquina, como instalar contactores, interruptores donde se requiera, mejoramiento del alumbrado, instalación de medidores de dureza y temperatura del ladrillo al momento de la extrusión con envío de señal para bloqueo por fuera de rango de las dos variables.

Debido a esta innovación tecnológica del proyecto que está basado más a la seguridad del operador y aprovechar la máxima efectividad del equipo con indicadores favorables a nivel productivo, la investigación se ha estructurado de la siguiente manera:

CAPITULO 1: El planteamiento del problema, los objetivos de la misma y la justificación de la investigación. Asimismo, describe la estructura de la tesis, dando a conocer el contenido de cada uno de los capítulos.

CAPITULO II: Marco teórico, donde se presenta los antecedentes de la investigación, nacionales e internacionales, la selección de variables y los conceptos teóricos. Asimismo, se hace referencia de las empresas, impacto y reseñas del desarrollo tecnológico, funcionamiento de la extrusora de ladrillos, su estructura y función general.

CAPITULO III: Donde se describe el diseño de reingeniería de todo el sistema eléctrico-hidráulico-mecánico. Selección de los componentes primarios y secundarios electromecánicos tales como actuadores, Plc, pantalla HMI, sensores y pulsadores.

Funcionamiento del sistema de gestión de variables, ajustes electromecánicos y elaboración del kit de implementación.

CAPITULO IV: Sistemas de control, donde se emplea las propuestas de automatización introducidos, Describiremos sus funciones específicas y se realizara un breve desarrollo de la forma de operarlos y usarlos para esta aplicación.

CAPITULO V: Beneficios y resultados del proyecto, Causa raíz e impacto en horas. Cálculo de la proyección de la máquina extrusora con el sistema convencional y su mejora con la implementación del sistema y resultados de comparación que justifica la solventa de la tesis.

Se mostrará las ventajas, reducción de costos, reducción de tiempos muertos y la reducción de mantenimiento que el proyecto contempla obtener como resultado del desarrollo de la tesis.

Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación del proyecto de tesis, se describe la referencia bibliográfica y se considera los anexos que determina la aceptación de la hipótesis y sus especificaciones.

CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problematización

El mercado actual en general, ha obligado a las empresas que empiecen a preocuparse por lograr mayor cantidad de productos en menos tiempo posible, a fin de proporcionar mejores productos a un costo bajo, optimizando procesos, recursos obteniendo un alto grado de eficiencia.

El principal problema que se presenta en la máquina extrusora es la falta de información del proceso, como la pérdida de producción, tiempo de inactividad por parada de máquina, el tonelaje por turno, el historial de alarmas, las recetas por producto y ubicación de componentes que de alguna forma ayudara para el cumplimiento de los planes de mantenimiento incluido los factores de seguridad que en su momento y por diseño de máquina lo tuvo.

Existen fallas eléctricas que se presentan en la extrusora que no son identificadas de manera inmediata, esto tiene un impacto significativo en la acumulación de tiempos de inactividad de la máquina y pérdida de producción, costos en mantenimiento entre otros.

Una de las causas de las fallas eléctricas es la polución del ambiente que está expuesto el sistema, la lluvia y especialmente a los cambios de temperatura. Cabe mencionar que la tecnología en estudio ha ingresado recientemente al mercado nacional.

La tesis realiza la mejora en el proceso y la buena gestión de producción y seguridad, aplicando una reingeniería en su actuador y ajusta un sistema para evitar fallas continuas en su funcionamiento garantizando la continuidad del proceso.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

El problema general consiste en implementar un sistema de automatización capaz de gestionar el proceso a través de los elementos de entradas y salidas, electrónicos, electromecánicos que cumplan los medios suficientes de seguridad.

Para lo cual se plantea la siguiente pregunta.

¿Cuáles son los procedimientos de Automatización para mejorar el proceso electromecánico cumpliendo las necesidades de seguridad del equipo, del operador y por lo tanto tener mejor disponibilidad de la maquinaria?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles serán los componentes a emplear en el proyecto?
- b) ¿Será posible comprobar la eficiencia y disponibilidad del sistema?
- c) ¿Qué programas se utilizará en la implementación del sistema?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Implementación de un sistema de innovación tecnológica a máquinas extrusoras de ladrillos con PLC (Controlador lógico programable) y monitoreo Cx-One, para la gestión de indicadores, alarmas, monitoreo de entradas y salidas, control de procesos y métodos de bloqueo por seguridad.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Supervisar y controlar el sistema de proceso a través de los elementos de entrada y salida que corresponde en la implementación del sistema.
- b) Simular el sistema mediante un controlador lógico programable para obtener información antes de lanzar en producción.
- c) Emplear software Cx-Programer para la programación lógica, Cx-Designer para la supervisión del proceso, todo esto dentro del sistema Cx-One.

1.4. Justificación

La inversión de la nueva tecnología tiene un lugar en el Perú. Principalmente en los sectores industrial, construcción y minería. Esto representa un impacto significativo en nuestro país. Es así que la empresa ha optado por confiar estos productos de tecnología para ser aplicado en su proceso de fabricación de ladrillos en especial en la máquina extrusora en el cual se recuperó las condiciones originales de seguridad en la operación de la misma con propuestas que impactan directamente al rubro, tales como incluir paros

de emergencia a lo largo de la máquina, permisivos que no permitan operar la máquina bajo ciertas condiciones no seguras de operación y alarmas que sirven de precaución y reconocimiento del estado de máquina.

La productividad se vio reflejada tomando como base las siguientes consideraciones.

Reducción de costos de operación, lo cual se logró con la identificación, control y disminución de tiempos muertos; con esta reducción el operador es más eficiente en algunas actividades y sabe cuándo la máquina necesita la intervención de acuerdo a su frecuencia de mantenimiento preventivo programado a través de su horómetro incorporado en el sistema también el operador tiene todos los valores de proceso como toneladas producidas, cortes por minuto, número de vagonetas producidas por turno y lista de alarmas presentados en el transcurso de turno de producción.

La propuesta de instalar una pantalla HMI touch Green para el operador con el fin de ofrecer un ambiente cómodo y amigable, con lo que se espera una mejor respuesta del operador en una nueva forma de operar una máquina, disminuyendo el número de botoneras y alarmas físicas, gobernados todo a través del PLC y la pantalla touch Green.

El otro rubro importante en el cual se basa este proyecto es el hecho de llevar la política de mantenimiento de manera efectiva que tenga impacto en el número de intervenciones al momento de las fallas inesperadas.

Esta propuesta ha disminuido las frecuencias de mantenimiento y la máxima efectividad de la máquina que por lógica se buscó el incrementar de la calidad del producto, la productividad del proceso, proporcionando mejores condiciones de trabajo y la interacción del operador con la máquina.

Asimismo, se buscó con este proyecto la confiabilidad del equipo mejorando así los tiempos de operación, paradas por mantenimiento, mejores resultados y un beneficio positivo que se pueda ver a través del producto.

1.5. Alcances y Limitaciones de la investigación

La presente tesis consiste en innovar tecnológicamente la máquina extrusora de ladrillos mediante equipos o componentes modernos de alta tecnología aplicando sistema

de ingeniería mecánica eléctrica con el fin de llevar acabo la automatización con los diferentes dispositivos que mencionaremos más adelante.

Se realizó el diseño del tablero general de la máquina, el cual contiene gran parte de los componentes, tanto de control y fuerza, que contribuirá en la actualización y automatización de la máquina, así como una torre de alarmas visuales que informa al operador e identifique el tipo de alarma que paralelamente se ve en detalle de la alarma en la pantalla touch Green.

La propuesta de implementar un PLC. Es para que tenga el control total del sistema para eliminar algunos elementos electromagnéticos, mejorando el control, por ser una propuesta flexible, viable y por consecuencia la cavidad a futuras mejoras.

La propuesta del desarrollo de una pantalla HMI touch Green, el diseño de sus diferentes pantallas de programación y su instalación del mismo.

La propuesta de realizar un adecuado mantenimiento respetando las frecuencias de mantenimiento de la máquina extrusora de tal manera se inicie las operaciones con valores cero a considerar para las futuras intervenciones de mantenimiento preventivo.

La propuesta de aplicar varias mejoras en diferentes partes de la máquina, como instalar nuevos sensores e interruptores donde así lo requiera, mejorar la distribución de la iluminación adecuada sobre la máquina, instalación de algunos dispositivos nuevos que requiera de un mantenimiento menor.

1.6. Estructura de la tesis.

la tesis se encuentra dividida en (06) capítulos, referencias bibliográficas y anexos, tal como se muestra en la figura 1

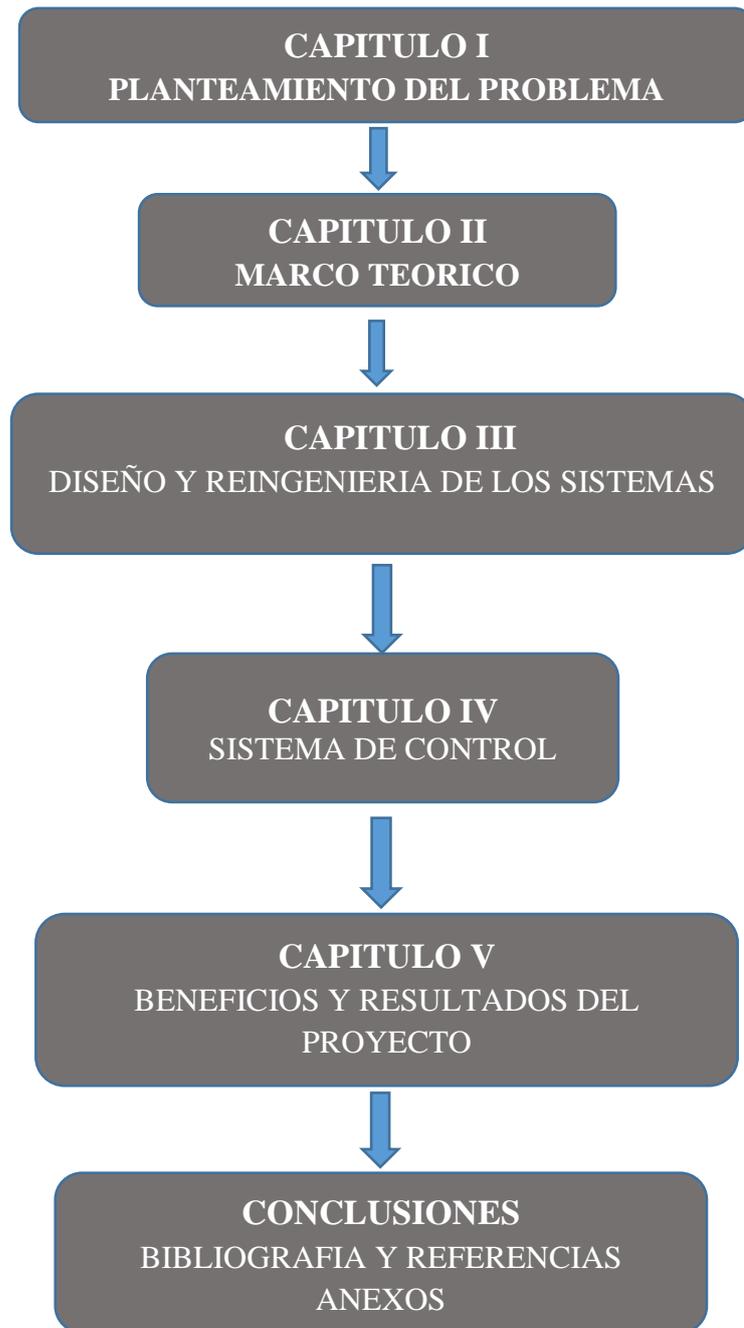


Figura N° 1 Diagrama de la estructura básica de la tesis.
Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

Este capítulo menciona los antecedentes de la investigación que se toman como referencia y base para la aplicación de la reingeniería del sistema. Asimismo, se menciona y describe la perspectiva de investigación, en el cual se define la hipótesis de la investigación.

También se realiza la selección de variables que definen el rediseño de los sistemas eléctricos e hidráulicos-mecánicos.

Las extrusoras de ladrillos son construidas actualmente solo bajo el aspecto y necesidad; el usuario final ha dependido del proveedor de equipos y/o del fabricante de tornillos sinfín para la consecución del diseño adecuado del tornillo para su proceso y material específico. La forma de construcción antigua unificada, ha pasado al sistema abierto de construcción en partes individuales. Por medio de mejores conocimientos de los datos necesarios, se ha logrado para la extrusión de ladrillos y variedad de productos, un rendimiento económico adaptando la extrusora en forma óptima a las exigencias de producción. Para la tipificación de la extrusora se da el diámetro y el largo del tornillo en una relación L/D que representa la longitud y diámetro que tiene el tornillo sinfín. Adicionalmente es muy conveniente la indicación del momento de torsión instalado para el tornillo, porque a través de esto se permite una afirmación más exacta sobre el rendimiento de la extrusora de ladrillos.

Finalmente, como parte fundamental del capítulo, se presentan las bases teóricas que sustentan y complementan los tópicos que se utilizaron y aplicaron para el desarrollo de la tesis. (C, 2014)

2.1. Antecedentes de la Investigación

En la actualidad son muchas las empresas dedicadas a la fabricación de ladrillos, que se producen de forma Artesanal, semi-industrial e industrial, pocas empresas cuentan con un sistema de automatización completo en cada proceso y modo de aplicación. A continuación, mencionaremos trabajos relacionados con el proyecto de tesis.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

(LESCANO, 2014). En su tesis titulado: “Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región de Piura”. Universidad de Piura. explica la evolución de la fabricación de ladrillos desde el modo manual hasta nuestras épocas de manera industrial sujeto a normas técnicas peruanas denominada como la unidad de albañilería fabricada con arcilla.

Para el estudio de la evolución de la fabricación de los productos de cerámica estructural, es conveniente tomar como punto de partida la descripción del trabajo en las ladrilleras tradicionales o tejas que son fabricados en el campo y cocido a la intemperie con combustibles de bajo precio, según el método tradicional.

(Giraldo, 2012) Presenta un informe titulado: “Diagnostico Nacional del sector ladrillero artesanal en Piura - Perú, donde expone el proceso productivo de manera artesanal en varias regiones, que poseen sistemas de producción rudimentarias que fácilmente no se podría considerar como organizaciones empresariales, es como una forma de subsistencia.

(Delgado, 2018) En su tesis titulado: “Estudio técnico económico para la instalación de una planta de ladrillos en el valle de Jequetepeque nivel pre-factibilidad”. Universidad Nacional de Trujillo. donde proponen la Instalación de una planta de ladrillos de arcilla en el valle de Jequetepeque, una planta industrial con maquinarias de mezcladoras, extrusoras equipos pesados etc. considerando clasificaciones de ladrillos por tipos, respetando la norma técnica peruana 331.017 (2003). Procesos automatizados que ya existen en algunas regiones del Perú.

El proceso de fabricación seguido tenía su origen en la costumbre, es decir en la transmisión de padres a hijos de la experiencia adquirida más que en conocimientos científicos. Así pues, el proceso de fabricación tradicional, en la que se han añadido aportaciones bien de otros autores, bien de informaciones recogidas en diferentes ladrilleras.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

(Ortiz, 2012) Presenta un proyecto titulado: “Proyecto de elaboración del diagnóstico macro sobre el sector ladrillero en el estado de Jalisco”. Jalisco gobierno del estado de México. manifiesta la actividad ladrillera en la ciudad de México principalmente en Puebla es de producción manual, con una producción anual cerca de 2,330 millones de piezas.

El proceso de fabricación es manual, no existe un proceso de control de calidad, por lo general los miembros que participan en el empleo son familiares.

(Romo, 2013) En su Tesis titulado: “Diseño del proyecto para la implementación de una fábrica productora de ladrillos en la ciudad de azogues”. Universidad politécnica salesiana sede Cuenca – Ecuador. Manifiesta la propuesta debido al crecimiento y la demanda del mercado de la construcción, una planta para satisfacer las necesidades de la población, es importante el uso de maquinarias y equipos que aseguren la calidad del producto adquiriendo máquinas como hornos, secaderos, amasadoras, mezcladoras, laminadoras y extrusoras para mantener un proceso continuo e industrial automatizado.

(Garces, 2015) En su tesis titulado: “Diseño un sistema de control para máquina extrusora de polietileno de alta y baja densidad para fabricar películas de polietileno, para la empresa Incolpa Ltda.”. Universidad Autónoma de Occidente – Santiago de Cali – Colombia. Manifiesta realizar un diseño de control para una máquina extrusora de polietileno.

Diseñar un prototipo de sistema de control actualizado, control del motor principal, control del variador de velocidad, realizar manuales y planos eléctricos del sistema de control.

2.2. Diseño de investigación

2.2.1. Hipótesis General

Es posible realizar la reingeniería del sistema de extrusión de ladrillo, recuperar las condiciones originales de seguridad de fábrica e innovar tecnológicamente para mejora de procesos y gestión de producción con herramientas de software de supervisión y programación, cambiando dispositivos electromecánicos de control y automatismo de todo el sistema en forma exitosa.

2.2.2. Hipótesis Específicas

- a) Es posible diseñar el sistema de control electro-mecánico que permita proporcionar indicadores de producción, lectura de variables y gestión de alarmas de manera exitosa.
- b) Es posible diseñar un sistema automatizado a través de una lógica de programación que permita accionar el sistema mecánico de forma exitosa.
- c) Es posible reducir el impacto económico por fallas prematuras repetitivas y tiempos de intervención por averías en los sistemas de extrusión de ladrillo de material de arcilla con la implementación de los nuevos diseños hidráulico-mecánico y eléctrico de forma exitosa.

2.3. Selección de variables

2.3.1. Variable Independiente

Controlador lógico programable y Monitoreo del sistema con Cx-Designer, Cx-Programmer del software Cx.one.

2.3.2. Variable Dependiente

Sistema de innovación tecnológica a máquina extrusora de ladrillos de arcilla.

2.3.3. Relación entre Variables y Dimensiones.

Tabla N° 1 Relación entre Variables y Dimensiones

Tipo	Variable	Dimensiones
1	Variable Independiente	Controlador lógico programable y monitoreo CX-ONE
		1. Niveles lógicos de entrada y salida del PLC. 2. Tiempo de respuesta del PLC. 3. Sincronización del sistema CX-ONE con el proceso.
2	Variable Dependiente	Sistema de innovación tecnológica a máquinas extrusoras de ladrillos
		1. Velocidad rotacional del tornillo. 2. Temperatura de arcilla en el dado. 3. Consumo de potencia del motor. 4. Numero de cortes por minuto

Fuente: Elaboración Propia

2.4. Fundamentación Teórica

En el marco de la investigación, es importante cubrir los temas relacionados a la presente tesis. Es así como el marco teórico del estudio comprende la siguiente división de sustentos teóricos que ayudan a entender y complementar la investigación.

Las extrusoras actuales se componen principalmente de cilindros horizontales en los cuales giran tornillos de Arquímedes modificados. Esto significa que está provisto de un orificio al fondo del cilindro para permitir la alimentación de un compuesto dentro de él, al extremo opuesto esta la cabeza y el molde. (CUADROS, 2015). “Reconstrucción y reconversión de una máquina de extrusión soplado para el laboratorio de procedimientos de plástico”. Universidad nacional autónoma de México.



Figura N° 2 Grupo extrusor monobloc de vacío

Fuente: Felipe Verdés SA Maquinaria para la preparación cerámica Año 2009

En aquella época el cilindro estaba cubierto con una chaqueta para permitir la circulación y transferencia de calor mediante aceite o vapor (para extrusores de caucho). En unos pocos diseños tuvieron algún tipo de adaptaciones para obtener y/o controlar temperaturas uniformes e independientes a las del cabezal y el molde. Donde los extrusores de arcilla fueron introducidos como materiales de construcción de viviendas y edificios. El material arcilloso alimentado a estas máquinas es llevado en el cilindro por el tornillo. El material fue forzado a pasar por el cabezal a través de un molde en forma de ladrillo.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios cuando el material arcilloso fue llevado y alimentado a esta máquina extrusora luego transportado al cabezal y el molde en un estado homogéneo.

Análisis pormenorizado de la fabricación estableciendo las diferentes etapas que integran el proceso, partiendo de los usos tradicionales en las tejas en las que la materia prima era extraída, trasladada, moldeada a mano, a la fabricación actual en la que se procesa la arcilla de forma automática y en un proceso prácticamente continuo. (Gonzalo, 2010). En su tesis titulado: “Evolución de los procesos de fabricación de la arcilla cocida estructural en la industria ladrillera desde 1940 hasta la actualidad”. Escuela técnica superior de ingenieros industriales. Madrid - España

La descripción del producto elaborado, en este caso el ladrillo, los diferentes tipos a lo largo de su historia reciente, así como la evolución de los sistemas de calidad a los que estos productos han sido sometidos en cada momento.

Los retos tecnológicos que la industria está abordando en estos momentos para adecuarse al mercado, como por ejemplo las medidas de innovación de ahorro energético, las medidas que persiguen la eliminación de emisiones contaminantes y que están propiciadas por las administraciones, o las medidas encaminadas a la recuperación paisajística de las antiguas canteras de arcilla abandonadas.

Los procesos de fabricación de arcilla cocida estructural (ladrillos, tejas y derivados) aun no siendo de gran complejidad, por si mismos han dado lugar a múltiples tratados de gran profundidad. Lo que se pretende en este proyecto es explicar cómo ha evolucionado el proceso en el tiempo en el sector ladrillero. Para ello se ha intentado enunciar todos los

agentes que han intervenido en su desarrollo, dando una definición de cada concepto, describiendo la situación de partida y la situación final.

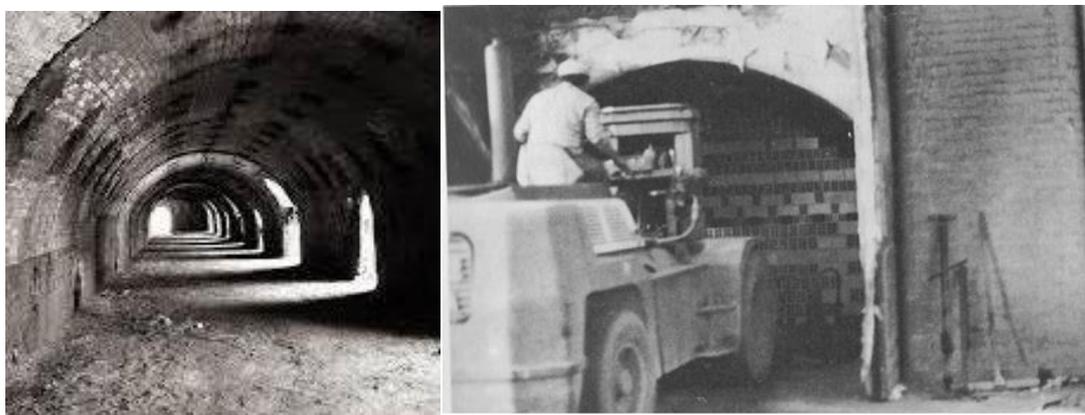


Figura N° 3 Horno Hoffman ladrillera el Diamante

Fuente: fotos Antiguas de la familia Linares ladrillera el Diamante

Conviene resaltar que se han primado las descripciones originales en cada periodo analizado, intentando resaltar aquellas que por su simplicidad y claridad explican los conceptos, sin abandonar la exactitud, pero sin pretender dar una descripción tecnológica exhaustiva. Los fundamentos de cada proceso pueden tener una explicación simple o amplia; además en este tipo de fabricación el proceso variado en el tiempo con infinidad de productos. Es por ello que en algunas ocasiones se han elegido definiciones de tratados de documentos de períodos anteriores frente a los actuales, por resultar más amenas.

Un estudio cronológico de los sistemas de fabricación de ladrillos desde 1940, que se inicia el despegue de la industria ladrillera, hasta la actualidad. Toda esta información resumida se ha estructurado en una tabla que refleja la evolución de cada una de los procesos por décadas. Para ilustrar lo anteriormente expuesto se ha descrito una planta tipo de fabricación de ladrillo, en concreto caravista.

Desde 1930 hasta 1940 muchas innovaciones fueron desarrolladas para la fabricación de productos huecos, la hidráulica y los principios hidráulicos fueron utilizados para generar movimientos simples, así como la electricidad y el vapor fueron utilizadas para calentar y los plásticos utilizados fueron, el PS (por sus siglas en inglés Polystyrene), El Acetato de Celulosa, y algunos PVC (por sus siglas en inglés Polyvinyl Chloride).

La industria finalmente despertó en la realidad cuando tuvieron lugar dos hechos. El primero fue cuando el LDPE (por sus siglas en inglés polyethylene low density) fue patentado en 1937 y el segundo cuando la primera planta comercial inicio funciones en 1939, el primer LDPE disponible fue utilizado para fines bélicos en 1945 y solo una pequeña cantidad de este producto estuvo disponible para uso comercial.

Enoch T. Ferngren está acreditado como el primero en realizar soplado plástico en la “era moderna”. Mr. Ferngren junto con William Kopitke diseñaron y produjeron artículos moldeados y los vendieron a Hartford Empire en 1937.

En 1940 la Corporación Plax fue formada para producir esferas para Árboles de Navidad con acetato de celulosa.

En 1945 la cía. Plax introdujo el “Soplete” una botella desodorante de las cuales fueron vendidas 5, 000,000 de piezas lo que resulto el primer suceso industrial y comercial real, más sin embargo solo pequeñas piezas fueron posiblemente consideradas para el proceso de soplado hasta que en 1956 el HDPE (por sus siglas en inglés Polyethylene High Density) estuvo comercialmente disponible para la industria y particularmente para el moldeo por soplado.

En 1945 Mr. James Bailey autor de un artículo donde describe, directa e indirectamente el método de diafragma que había investigado, estableció que el futuro del moldeo por soplado pudiera estar en el campo de la Extrusión y la Inyección.

En 1945 DUPONT publicó un anuncio que decía:

“For chemical inertness consider POLYTHENE a new plastic, MADE BY DUPONT”

Fueron muchas invenciones e implementaciones en la industria del plástico desde 1945 hasta 1950, sin embargo, los mayores avances fueron hechos desde 1950 hasta principios de los 60's la maquinaria comercial fue ofrecida por BEKUM, KOTEX and FISHER.

En 1957 en el listado del directorio SPI únicamente aparecían 3 fábricas de moldeo por soplado y en 1962 el directorio tuvo un extraordinario crecimiento listando a 13 fábricas que podían producir botellas.

La evolución en el tiempo de las ratios de productividad tomando por ejemplo la cantidad de producto elaborado por empleado de la fábrica, o los diferentes análisis en dos periodos diferentes de la incidencia del tamaño de la industria en la productividad por empleado.

Se inicia por la teoría relacionada al proceso a la fabricación de ladrillos mecanizados a través de extrusoras en diferentes partes del Perú, el cual ayuda a visualizar el contexto actual y la importancia que refiere innovar tecnológicamente algunas máquinas extrusoras.

Se procede a una explicación breve y ejemplificada a la fabricación de ladrillos mecanizados dando las características del funcionamiento de las máquinas extrusoras.

Ello comprende un punto importante del marco teórico ya que es en ella donde se desarrolla la tesis.

Luego se explica el proceso de extrusión y automatizado del producto en este caso el ladrillo de arcilla, como la parte del proceso más importante y complejo en la industria de construcción.

Dentro de proceso de extrusión de ladrillos de arcilla se define el concepto de máquina extrusora para profundizar en las características de la máquina extrusora hidráulica-Mecánico-eléctrico, en su estructura, funcionamiento, elementos de seguridad y modos de falla.

2.5. Tipos de Máquinas Extrusoras

2.5.1. De acuerdo con la camisa del tornillo extrusor

2.5.1.1. Extrusora del tipo de camisa cilíndrica

Las extrusoras que actualmente operan en las empresas, normalmente son de camisas cilíndricas con tornillo extrusor cilíndrico. En este sistema, al reducir el paso de la hélice en la dirección de alimentación del material, el tornillo de extrucción puede aumentar la presión. (diaz, 2008)

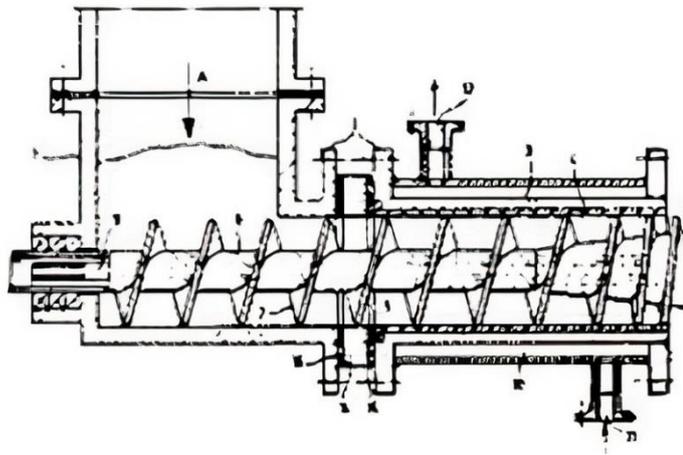


Figura N° 4 Esquema de Camisa Cilíndrica

Fuente:<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/116/92694388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.5.1.2. **Extrusoras del tipo de camisa Cónica.**

Al implementar este sistema, el diámetro del tornillo de la extrusora disminuye gradualmente a lo largo de la dirección de alimentación. En este caso, el aumento de presión se debe al estrechamiento de la camisa cónica. Los tornillos de extrusión para este sistema cónico rara vez se utilizan.

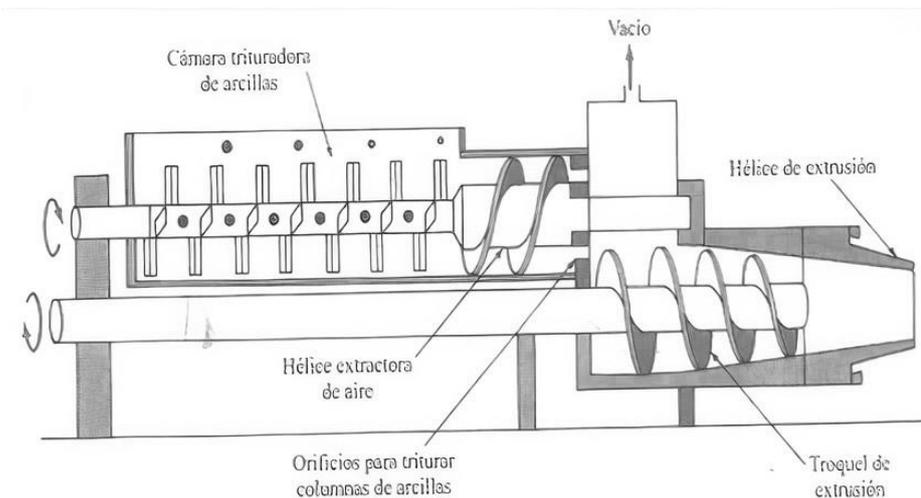


Figura N° 5 Esquema de camisa cónica

Fuente:<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/116/92694388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.5.1.3. Extrusora del tipo de Camisa Combinada.

Con este sistema se obtiene ventajas por la geometría de su husillo extrusor. También se puede utilizar camisas cilíndricas o cónicas. La desventaja de este sistema es que cuando aumenta la presión y se produce el cambio de diámetro y paso de la hélice. Generará más calor y consumirá más energía eléctrica.

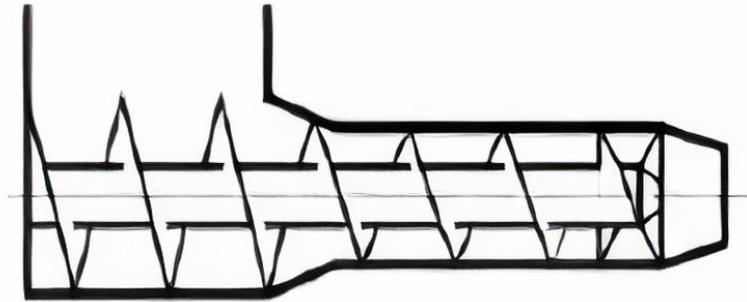


Figura N° 6 Esquema combinado (Cilíndrico y cónico)

Fuente:<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/116/92694388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.5.1.4. Extrusora del tipo de Camisa Alargada.

En este diseño, el diámetro de la hélice se incrementa en la parte delantera, y este sistema es dominante en la extrusión de lingotes de arcilla.

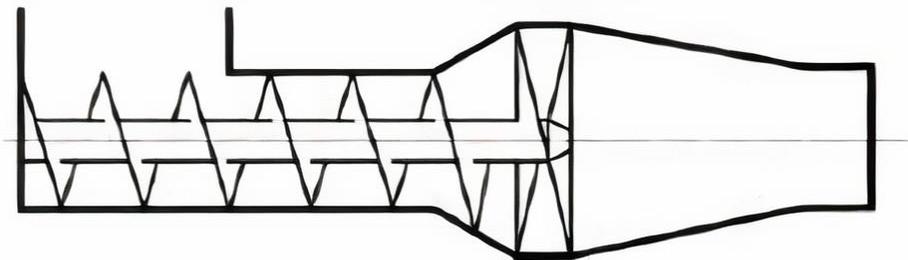


Figura N° 7 Esquema de cilindro alargado

Fuente:<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/116/92694388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.5.1.5. Extrusora del tipo de Camisa expandida.

Esta versión representa una opción para un sistema delgado que se puede conectar a una hélice de diámetro constante. El objetivo es obtener una columna perfecta y de condensación uniforme. (DIAZ, 2008)

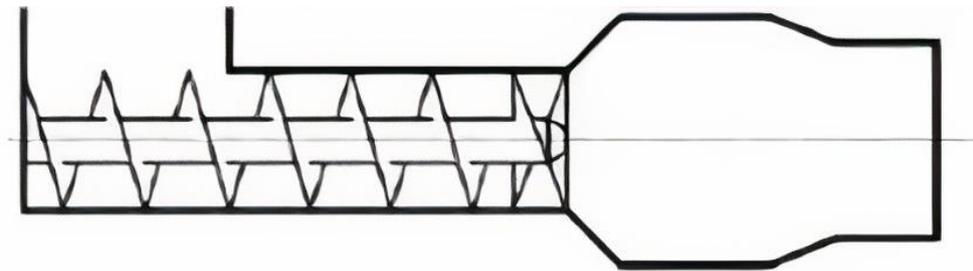


Figura N° 8 Esquema del cilindro expandido

Fuente:<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/116/92694388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.6. Evolución Tecnológica.

Una acción fundamental para estudiar y comprender la tecnología y los objetos de construcción actuales, es sin lugar a dudas, hacer una retrospectiva que permita definir claramente el origen y evolución de los diferentes materiales y componentes que forman parte de estas y la influencia, muchas veces crucial, de diversos factores que han dado lugar a lo que hoy se conoce, acepta y emplea. En el caso más específico de los materiales de construcción, resulta fascinante observar como las personas utilizan los beneficios de la naturaleza para satisfacer sus necesidades inherentes como condición humana, en el sentido más restringido de la palabra; la utilización de la arcilla como elemento constitutivo y materia prima en la fabricación de mampuestos o piezas individuales de mampostería, pese a resultar algo obvio en primera instancia por la disponibilidad cuantiosa el material en la tierra y su fácil manejo primario, ha sido producto de un proceso evolutivo no solo desde el punto de vista de la utilización final sino también de su extracción, procesamiento y producción de las unidades como tal. En ese orden de ideas, este trabajo, pretende identificar los antecedentes y el proceso de

desarrollo tecnológico en los principales productos de la arcilla como material de construcción, desde la antigüedad hasta el presente, siendo estos el bloque y el ladrillo, así como la relación entre su manejo y su entorno, además de su evidente interés como proceso de cambio técnico.

A grandes rasgos algunos de los avances más significativos dentro del campo de la fabricación de productos cerámicos estructurales son:

El empleo de máquinas de moldeo mecánico que llegaban a producir miles de pequeños artículos. La primera máquina se construyó en Alemania entre los años 1850 y 1860 accionada por un caballo.

La aparición de las máquinas de amasadoras de arcillas en el primer cuarto del siglo XX, capaces de proporcionar una masa libre de aire ocluido y de agilizar la fabricación de ladrillos huecos. A partir de este momento las máquinas de moldeo han innovado constantemente, lo que les permite producir piezas de gran volumen y resistencia con menos cantidad de arcilla. A lo largo de la historia, el objetivo común de cualquier instalación de producción de arcilla cocida grande o pequeña es tratar de obtener mayor volumen posible con una tonelada de arcilla triturada y preparada de piezas de calidad y adecuadas a los procedimientos constructivos del momento.

La introducción de los métodos de secado artificial con aire caliente procedente de la salida de los hornos y calor radiante desprendido por las paredes de los hornos.

La evolución de los hornos de cocción que pasaron en Centroeuropa en la segunda mitad del siglo XIX de los hornos a la intemperie, a hornos de funcionamiento continuo con carga fija. Posteriormente, en Dinamarca, hacia 1875, comenzaron las pruebas del primer horno túnel, lo que permitió un proceso de fabricación continuo de productos (García, 2010). No obstante, el horno más extendido en España, durante la buena parte del siglo XX es el tipo Hoffman (carga fija y fuego móvil) y sus variantes.

Los avances surgidos con el estudio del proceso de fabricación desde una perspectiva de ahorro de materiales y de ahorro de mano de obra, es decir, con el fin de controlar los costos de producción.

Los procesos de manipulación interna de material se racionalizan y se estudia el impacto de la mano de obra en actividades ajenas a las realizadas en fábrica.

2.7. Sistemas de Control y Automatización

Ingeniería de Control Industrial. El control automático de procesos es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa, dando las bases a lo que hoy algunos autores llaman la segunda revolución industrial. El uso intensivo de las técnicas del control automático de procesos tiene como origen la evolución y tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial.

Su estudio y aplicación ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas y beneficios asociados al ámbito industrial, que es donde tiene una de sus mayores aplicaciones debido a la necesidad de controlar un gran número de variables, sumado esto a la creciente complejidad de los sistemas

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo asociado a la generación de bienes y servicios, incrementa la calidad y volúmenes de producción de una planta industrial entre otros beneficios asociados con su aplicación

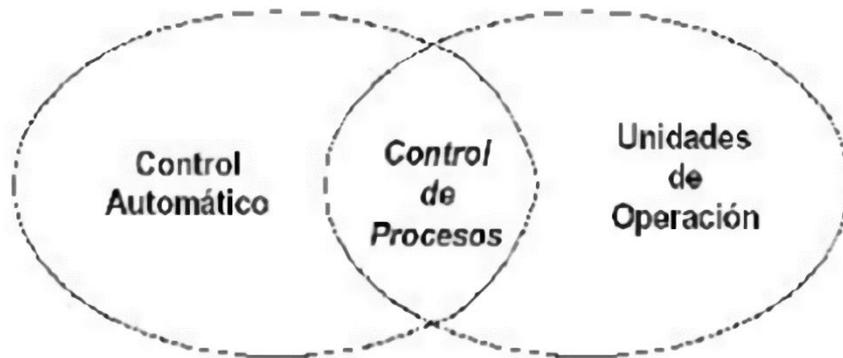


Figura N° 9 Control de Operación

Fuente: Elaboración propia

2.7.1. Sistema de control y Fuerza

Según VIDELA, Andrés. (2012). Control De Motores Eléctricos. El motor de CC es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica principalmente a través del movimiento de rotación. Actualmente las nuevas aplicaciones de los

motores eléctricos ya no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. (Kuznetsov: 'Fundamentos de Electrotecnia, s.f.) Estos motores se conocen como motores lineales. Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alternan, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micro motor, etc.). La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga. (CC, 2019)



Figura N° 10 Motor Eléctrico Principal

Fuente:https://static.weg.net/medias/images/hcf/h8b/MKT_WMO_EU_IMAGE_3PHASE_W22CRUSH_ERDUTY_RAL5009_445A587_B3D_NEMAPREMIUM_1200Wx1200H.jpg

2.7.2. Automatización y control

El Contactor. - Es un componente electromecánico cuyo propósito es establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de control inmediatamente, tan pronto se energice la bobina (para contactores instantáneos). Un Contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: estable o reposo, cuando no recibe ningún comando del circuito, el otro es inestable. cuando esta acción funciona. Este

tipo de funcionamiento se llama "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden. (Cayo, 2017)



Figura N° 11 Contactores Eléctrico

Fuente: http://www.hpindustrialperu.com/hp_industrial_por_marca.php?m=28

El Relé. - es un sistema mediante el cual se puede controlar una potencia mucho mayor con un consumo en potencia muy reducido. Están formados por una bobina y unos contactos los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna. Vamos a ver los diferentes tipos de relés electromecánicos.

Los Pulsadores. - Elementos que permiten el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA. Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador



Figura N° 12 Pulsadores y Selectores

Fuente: http://www.hpindustrialperu.com/hp_industrial_por_marca.php?m=28

El Controlador Lógico Programable. - Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Es el cerebro el que activa los componentes de la máquina para realizar tareas que pueden resultar peligrosas para el ser humano o muy lentas o imperfectas

El PLC funciona de acuerdo con la información recibida por los elementos primarios y el programa lógico interno, actuando sobre los actuadores de la instalación. Su uso se da principalmente en instalaciones se requieren manipulación, control, señalización, por lo que sus aplicaciones abarcan desde cualquier tipo de procesos de fabricación industrial hasta transformación industrial, control de instalaciones, etc. Sus reducidas dimensiones y sumamente fácil de montar, pudiendo almacenar programas para un uso rápido en el futuro, modificarlos o cambiarlos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como: Procesos de producción periódicamente cambiantes Procesos secuenciales Instalaciones de procesos complejos y amplios Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso (PLC, 2011)

Ejemplo de aplicación general: la Manipulación de dispositivos mecánicos Maquinaria industrial de plástico Maniobra de instalaciones.

El PLC se utiliza actualmente en todo tipo de aplicaciones industriales, resolviendo requerimientos en control de procesos y secuencia mecánica, dentro del sector industrial y ha penetrado las aplicaciones domésticas y comerciales con mayor prosperidad en la última década.

Si realizamos una revisión exhaustiva, encontraremos que el PLC a desplazando a las costosas tarjetas en ascensores, escaleras mecánicas, hornos, dosificadoras, sistemas de bombeo, en cualquier automatismo en centros comerciales, hoteles, hasta en lavadoras, microondas, expendedoras de alimentos y bebidas, la imaginación es el límite.

Estos aparatos además de útiles, indispensables, son relativamente sencillos de programar y aportan avances considerables al proceso productivo de una fábrica, asegurando la calidad de su manufactura terminada y eliminando desperdicio, accidentes, ahorrando tiempo, dinero y riesgos.

Con todo lo mencionado sobre el PLC y su contribución a la automatización de la industria, se imaginarán que se trata de un instrumento electrónico que resulta de gran utilidad para las fábricas que manejan una gran cantidad de maquinaria.

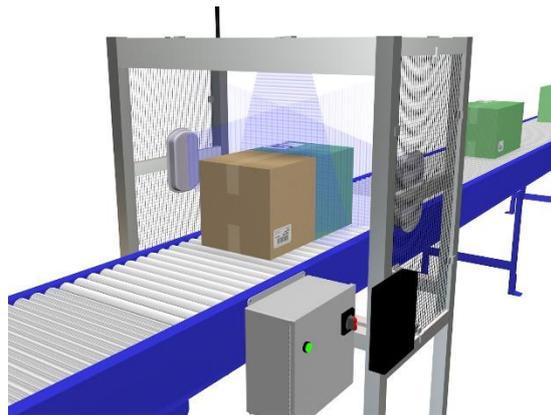


Figura N° 13 Proceso de aplicación con PLC

Fuente: <http://relevadorvplc.blogspot.com/2017/02/la-importancia-de-los-plcs-en-la.html>



Figura N° 14 Módulos de PLC- CJ1

Fuente: <http://www.ia.omron.com/products/category/automation-systems/programmable-controllers/cj1/index.html>

El Sensor. - Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas (llamadas variables de instrumentos), y convertirlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento. La diferencia entre un sensor y un transductor es que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación, también se puede decir que es un dispositivo que utiliza una de sus propiedades para adaptar su señal de medida para que pueda ser interpretada. otros dispositivos. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. También se puede decir que el sensor es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc.

La construcción de este tipo de sensores, se encuentra basada en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos láser etc....) y una célula receptora de dicha señal, como pueden ser fotodiodos, fototransistores o LDR etc.

Este tipo de sensores, se encuentra basado en la emisión de luz, y en la detección de esta emisión realizada por los fotodetectores Lima2020 (Sensores, 2012).



Figura N° 15 Sensores Magnéticos

Fuente: http://www.hpindustrialperu.com/hp_industrial_por_marca.php?pag=3&m=28

CAPITULO 3: DISEÑO Y REINGENIERIA DE LOS SISTEMAS

3.1. Estructura y Funcionamiento de las Extrusoras

En éste capítulo se realiza la innovación tecnológica de la máquina extrusora y el sistema de control y supervisión del estado actual utilizando dispositivos tecnológicos de gama alta.

Debido a las repetitivas fallas y paradas de máquina ocurridas durante su funcionamiento en plena producción, se decide aplicar una reingeniería mediante una propuesta del tipo hidráulico-mecánico, eléctrico y electrónico. Al ser la principal causa de las fallas y reiteras paradas de producción, se procede a implementar un sistema automatizado robustos que tenga de control y la gestión del proceso productivo que comprendan fallas, alarmas, indicadores de producción frecuencias de mantenimiento.

Se optó, por lo tanto, en un sistema de reingeniería de innovación tecnología electromecánica con dispositivos electrónicos amigables para la automatización de la máquina extrusora: sistema hidráulico, sistema eléctrico y sistema de supervisión scada (HMI). Finalmente se incorporó componentes menores mecánicos para la implementación del sistema y finalmente se generó un kit de implementaciones, el cual contempla una variedad de partes investigadas en este capítulo.

Para la obtención de resultados necesarios para estos cálculos se obtiene los valores de trabajo y funcionamiento durante una producción normal del día.

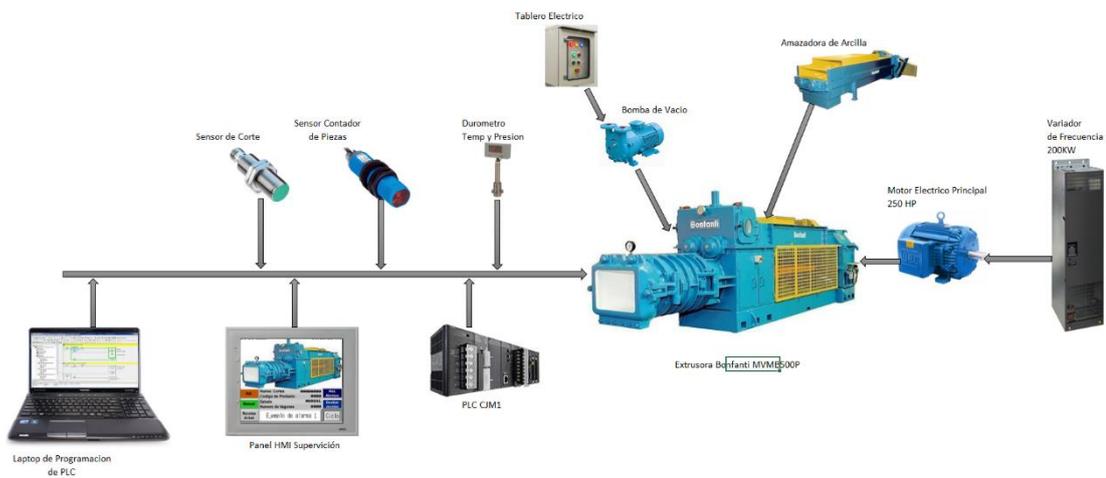


Figura N° 16 Diagrama Esquemático General

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Data técnica de las Extrusoras

A continuación, se presenta la data técnica necesaria para la realización de la implementación de innovación y reingeniería.

- Información de la extrusora

Tabla N° 2 Características de la extrusora

Equipo	Datos Técnicos
Marca	BONFANTI
MODELO	MVMB500P
VELOCIDAD	1750 RPM
POTENCIA	250HP
VOLTAJE	380/440V 60HZ
PRODUCCION	28 A 38 TON/H
PESO	13000 KG
FABRICACION	2013

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 17 Placa de características

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

3.3 Estructura de las Extrusoras

Se presenta la estructura física de la extrusora de arcilla EB500. Esta parte contiene los puntos fundamentales para la decisión del cambio o modificación de los componentes que implican la reingeniería e innovación de la máquina. Para ello es necesario la definición y funcionamiento de la máquina y sus partes. Se presenta a continuación la imagen con vista de frente de la extrusora donde podemos visualizar su estructura completa (boltec, s.f.), figura 19

Tabla N° 3 Datos Técnicos de Modelos de Extrusora Bonfanti

MODELO	PRODUCCION EN HUMEDO	DIAMETRO SINFÍN- CONICO	DIAMETRO SINFÍN- PARALELO	POTENCIA	PESO LIQUIDO
MVM 400	13 a 18 t/h	400/350 mm	400 mm	100/150 HP	7000 Kg
MVMB 450	18 a 28 t/h	450/400 mm	450 mm	150/200 HP	9300 Kg
MVMB 500	28 a 38 t/h	500/450 mm	500 mm	250/300 HP	13000 Kg
MVMB 600	38 a 60 t/h	600/550 mm	600 mm	350/400 HP	23000 Kg

Fuente: <http://www.boltec.com.bo/wp-content/uploads/2017/03/EXTRUSORA-MONOBLOCO.pdf>

Tabla N° 4 Dimensiones en mm

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
MVMB 400	5720	1500	1620	3480	2240	940	640	980	1570	900	592
MVMB 450	6020	1700	1710	3650	2370	1060	690	1020	1660	900	622
MVMB 500	6650	1800	1790	3990	2660	1180	730	1060	1750	1000	652
MVMB 600	8700	2270	2200	4800	2900	1425	868	1332	2220	1345	790

Fuente: <http://www.boltec.com.bo/wp-content/uploads/2017/03/EXTRUSORA-MONOBLOCO.pdf>

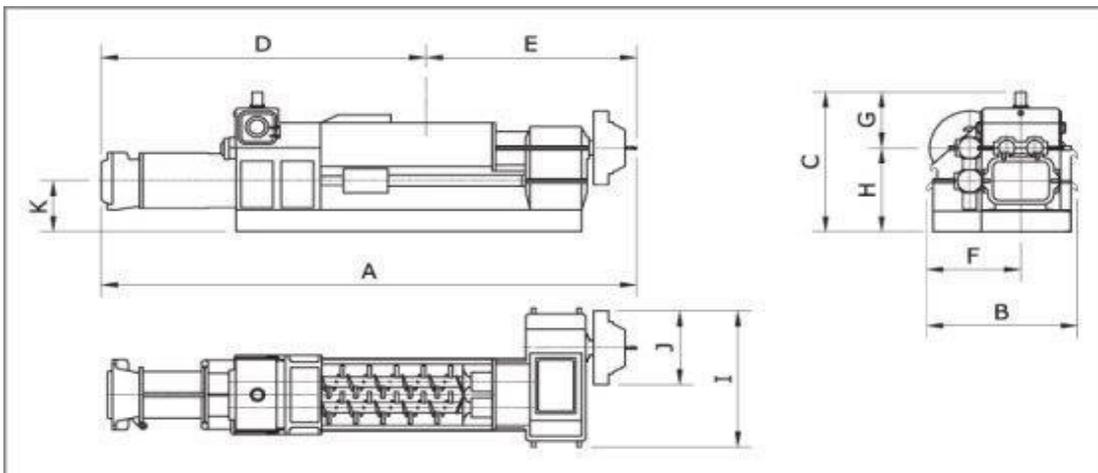


Figura N° 18 Vista de Dimensiones de extrusora MVMB500

Fuente: <http://www.boltec.com.bo/wp-content/uploads/2017/03/EXTRUSORA-MONOBLOCO.pdf>



Figura N° 19 Vista de frente de extrusora MVMB500

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Dentro de la estructura de la extrusora, se puede separar en 3 Etapas: las partes mecánicas, hidráulicas y eléctricas.

3.3.1. Estructura Mecánica

La estructura mecánica de la extrusora, que se muestra en la figura N°20, consta de las siguientes partes:

- La Mezcladora
- Caja Reductora
- Embrague de transmisión
- Cañón de extrusión
- Cabina de vacío
- Bomba Hidráulica de engranajes.
- Pernos, sellos, acoples, tapas



Figura N° 20 Vista lateral de Extrusora Señalando sus Partes Mecánicas

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

La estructura y función de las partes mecánicas Eléctricas de la extrusora son las siguientes:

Mezcladora

La mezcladora o amasadora se encarga de uniformizar la humedad del material para luego pasar a la boquilla de extrusión.



Figura N° 21 Mezcladora Bonfanti

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Embrague de transmisión

Es el mecanismo que permite unir o separar la transmisión del motor convertida en energía mecánica con el eje de la caja reductora hacia la extrusora



Figura N° 22 Embrague de Extrusora MVMB500P

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Caja reductora

Es un conjunto de engranajes de gran potencia para bajar la velocidad del motor y entregar una velocidad de salida con un régimen ideal, en este caso la transmisión de fuerza es por correas el acople es neumático.

Por otro lado, la caja reductora contiene un sistema de lubricación automática a través de una bomba hidráulica para los recambio e inspecciones predictivas.

Tabla N° 5 Lubricantes recomendados

TIPO	MOBIL OIL	TEXACO	SHELL	CASTROL
ACEITE	MOBILGEAR EP 636	MEROPA 680	CMALA 680	ILO SP 680
GRASA	MOBIL PLEX 46,48	MULTIFAK EP2	ALVANIA EP2	CASTROL EASA LM

Fuente: Placa de Características de Extrusora Caja reductora

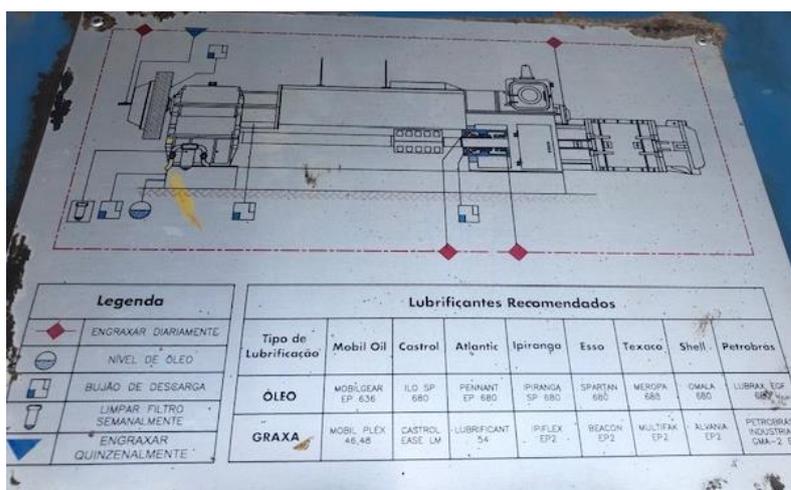


Figura N° 23 Esquema de Caja Reductora y Tipos de Lubricantes

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Cañón de extrusión

Es el proceso principal en donde se realiza la acción de moldeado de la arcilla con presión y empuje para luego pasar por un molde y darle forma deseada, la arcilla es forzado a pasar a través de un dado llamado cabezal, por medio de una acción giratoria llamado eje sin fin.



Figura N° 24 Cañón de la Extrusora Bonfanti

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Cámara de vacío

Es un Ambiente de paredes rígidas del que se extrae el aire mediante una bomba de vacío, esta es sellada con juntas de caucho para evitar ingreso de aire externo y garantizar la dureza ideal de la arcilla en la salida del ladrillo en el molde



Figura N° 25 Cámara de Vacío de Extrusora Bonfanti

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Bomba Hidráulica de engranajes

La bomba de engranajes del sistema de lubricación funciona para mantener en óptimas condiciones la caja de transmisión y el conjunto de piñones.

Consta de un motor eléctrico que es el actuador del sistema. Bajo las condiciones mecánicas de giro, capacidad de bomba, arreglo eléctrico con las válvulas reguladoras de caudal y arreglo mecánico en reducción mecánica para salida de giro adecuado



Figura N° 26 Sistema Hidráulico Caja de Reducción

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

3.3.2. Estructura Eléctrica

La estructura Eléctrica de la extrusora, como se muestra en las imágenes, consta de las siguientes partes:

- Tablero de Fuerza
- Tablero de control
- Motor Eléctrico
- Interruptores, horómetros y contadores.

Tablero de Fuerza

Tablero de distribución o de fuerza es uno de los componentes principales de la instalación eléctrica el que protege cada uno de los distintos circuitos en los que se divide la instalación a través de fusibles, Protecciones termomagnéticas y contactores

de arranque estrella triangulo. Como ocurre en la mayoría de las instalaciones industriales.



Figura N° 27 Tablero de Fuerza de Motor Principal

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Tablero de control

Es el panel donde se encuentran los dispositivos de control, maniobras, protección, señalización, horómetros de funcionamiento y contadores de producción todos estos dispositivos pequeños que integra el panel permiten que la instalación eléctrica funcione de manera correcta en la máquina extrusora.



Figura N° 28 Tablero de Control de Extrusora

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Motor eléctrico Principal de la Extrusora

El motor eléctrico opera con un voltaje de 380 V. es el componente del equipo responsable de suministrar la energía mecánica necesaria para producir la alimentación de arcilla a través de los sin fines hacia la boquilla para producir la extrusión del ladrillo húmedo

Tabla N° 6 Características del Motor Eléctrico

EQUIPO	DATOS TECNICOS
MARCA	DELCROSA
MODELO	NV315M4DZ
VELOCIDAD	1750 RPM
POTENCIA	270HP
VOLTAJE	380V 60HZ
CORRIENTE	364 AMP
ALTURA	3000 MSNM
CONEXIÓN	TRIANGULO
SERIE	162751M1

Fuente: Elaboración Propia Datos Tomados de la Extrusora MVMB500P



Figura N° 29 Motor Eléctrico Principal

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

3.4. Selección de Componentes Primarios

Para la selección general de los componentes primarios es necesario utilizar los criterios técnicos propios del funcionamiento regular de la extrusora. A partir de él se selecciona el tipo de PLC, Sensores inductivos, Panel HMI, electroválvulas, contactores y relés de estado sólido a utilizar en el sistema hidráulico-mecánico y eléctrico.

El estudio inicia en la selección de los componentes principales del funcionamiento del sistema. Deben cumplir con las especificaciones requeridas para que se puedan aplicar métodos de ingeniería mecánica y eléctrica para que el sistema funcione correctamente.

3.4.1. Controlador Lógico Programable.

Por sus siglas en inglés (programmable logic Controller) es el dispositivo que usamos para controlar todo el sistema de trabajo y gestión de procesos, para ello se eligió el modelo CJ1M-CPU13 idóneos para las aplicaciones de hasta 160 puntos de E/S 2 puertos RS-232.

CJ1M es una familia potente y compacta de PLC, que cubre las aplicaciones que se requiere. Hay modelos de CPU CJ1M disponen de módulos opcionales para muchos tipos de E/S y comunicaciones. El CJ1M es la siguiente generación de PLC desde la serie CQM1 anterior y la compatibilidad de programas facilita la migración entre ellos. Al igual que con otros PLC Omron, la serie CJ1M se programa con Cx-Programer, diseñado para cumplir con la norma IEC61131-3. La construcción con un panel de fondo inferior de la serie CJ1M permite una selección e instalación sencillas; seleccione la CPU y unidad de alimentación y, a continuación, los módulos E/S que se adapten a la aplicación. Estos elementos se conectan de manera sencilla entre sí y se montan en carril DIN. (especificos, 2004)

Selección del PLC. - La serie CJ1M es una línea de PLC que pueden controlar una variedad de aplicaciones para automatización. Son máquinas con alta rentabilidad, flexibilidad y productividad.

De acuerdo a las necesidades del proceso y del sistema, se requiere que el controlador presente lo siguiente: Concepto



Figura N° 30 Selección Módulos de PLC

Fuente: <http://www.ia.omron.com/products/category/automation-systems/programmable-controllers/cj1/index.html>

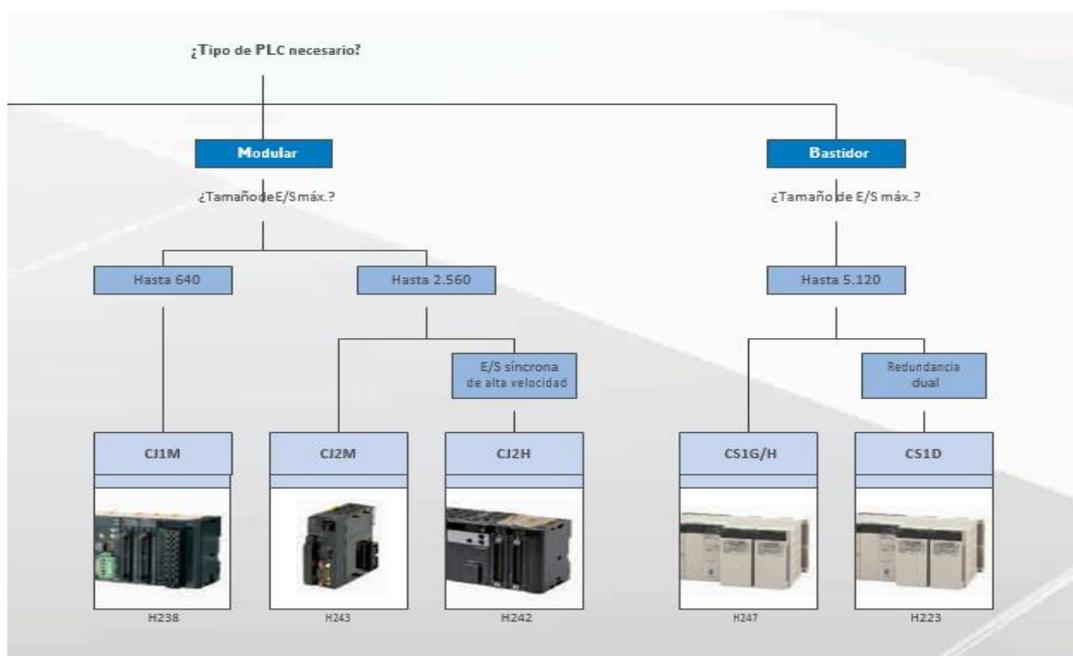


Figura N° 31 Familia de Series de CPU - CJ

Fuente: https://assets.omron.eu/downloads/catalogue/es/v1/y212_industrial_automation_selection_catalogue_es.pdf

Tabla N° 7 Especificaciones de PLC

Atributo	Valor
Para Uso con	Serie SYSMAC CJ
Número de E/S	160
Serie del Fabricante	CJ1M
Tipo de Red	DeviceNet
Tipo de Puerto de Comunicación	Host Link, RS232C
Capacidad del Programa	5.000 pasos
Interfaz de Programación	Ordenador
Número de Puertos de Comunicación	2
Idioma de Programación Utilizado	Ladder Logic, SFC, ST
Memoria	5000 (memoria de programa) pasos, 32000 (memoria de datos) palabras
Temperatura de Funcionamiento Mínima	0°C
Profundidad	73.9mm
Dimensiones	90 x 31 x 73,9 mm
Temperatura de Funcionamiento Máxima	+55°C
Entradas/Salidas Máximas	160

Fuente: <https://es.rs-online.com/web/p/cpus-para-automatas-programables/5101401/>

3.4.2. Pantalla Hombre Máquina (HMI)

Comprende los sistemas de Control y presentación gráfica. La función de un panel sinóptico es simplificar la representación del sistema bajo control (un sistema de aprovisionamiento del sistema de producción, lista de alarmas, ubicación de sensores, distribución de energía, etc.).

En un principio los paneles sinópticos eran de tipo estático, colocados en grandes paneles plagados de indicadores y luces. Con el tiempo han ido evolucionando, junto al software, en forma de representaciones gráficas en pantallas de visualización (PVD, Pantallas de Visualización de Datos). En los sistemas complejos suelen aparecer los terminales múltiples, que permiten la visualización, de forma simultánea, de varios sectores del sistema.

Selección del HMI Pantalla táctil, OmronNS5SQ10BV2

Tabla N° 8 Especificaciones de HMI

Atributo	Valor
Serie del Fabricante	NS5
Tipo de Display	LCD
Tamaño del Display	5,7 pulg.
Resolución del Display	320 x 240pixels
Color del Display	Color
Tipo de Puerto	RS232
Memoria Integrada	20 Mb
Retroiluminación	Sí
Tensión de Alimentación	24 Vdc

Fuente: <https://industrial.omron.es/es/products/NS5-SQ10B-V2#datasheet>



Figura N° 32 Selección de Pantalla HMI

Fuente: : <https://industrial.omron.es/es/products/NS5-SQ10B-V2#datasheet>

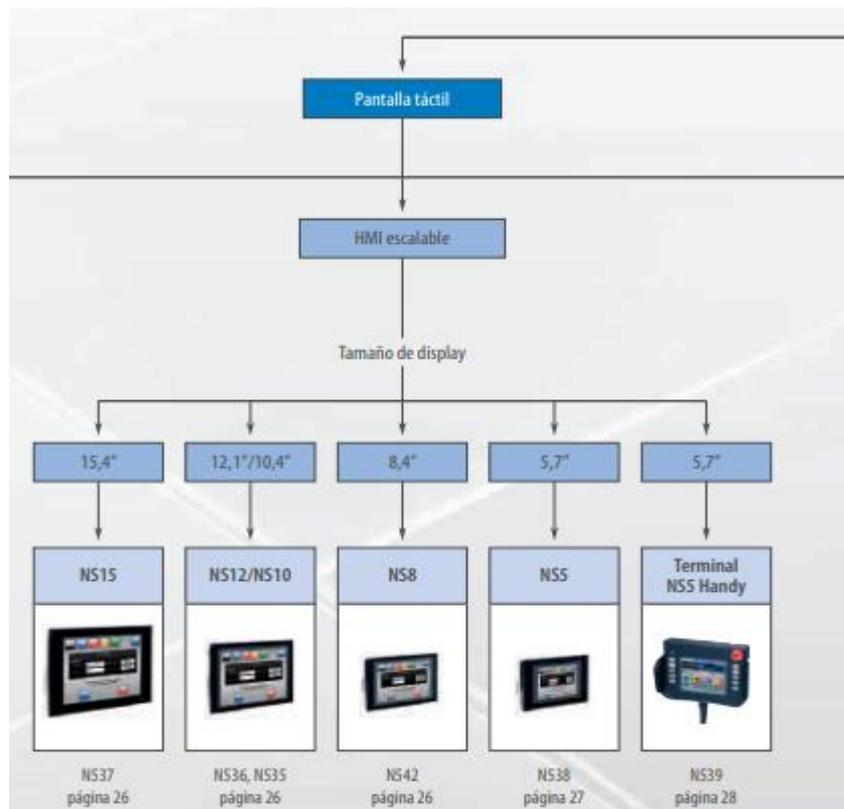


Figura N° 33 Familia de Pantallas series NS

Fuente: <https://industrial.omron.es/es/products/NS5-SQ10B-V2#datasheet>

Selección del software de adquisición, elaboración de la HMI y selección de las comunicaciones

Se elaboró la interfaz hombre-máquina, HMI, en el software de programación Cx-Designer.

La implementación de esta HMI permitirá al proceso:

- Llevar un registro de alarmas y eventos
- Interactuar al operador con el sistema de control
- Monitorear las tendencias
- Llevar un registro de ficheros

El protocolo de comunicaciones que se manejara RS232C. Para aquellos elementos del bus de campo que no tenían este mismo bus, se les asignarán tarjetas de red

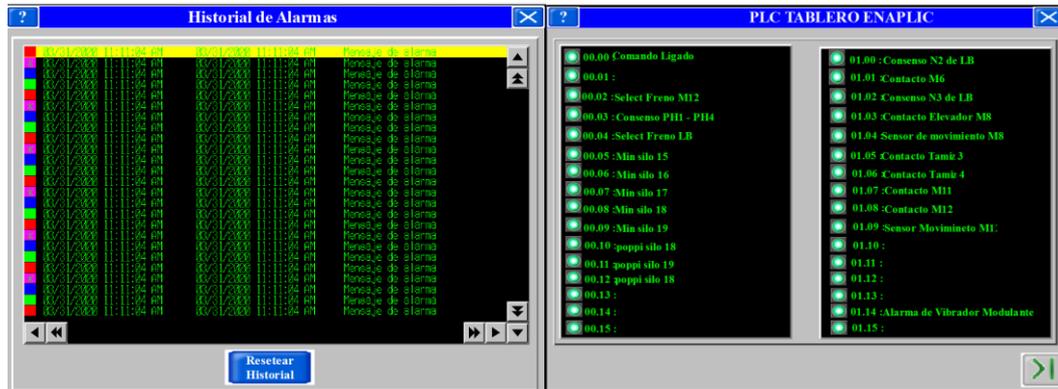


Figura N° 34 Pantallas de Supervisión de Entradas y salidas

Fuente: Elaboración Propia Programa Cx-Designer

3.4.3. Plastometro.

Este dispositivo brinda valores de temperatura y presión.

Sensores de Temperatura

El perfil de temperatura de la extrusora se encuentra en un rango de 28 a 36°C, y se debe a que en estas condiciones es donde se alcanzan las temperaturas óptimas de extrusión de la arcilla sin que el material sea afectado durante la operación.

Sensores de Presión

El transductor de presión para diferentes productos va en un rango de.

Rango: 15 a 22 bar

Características del Plastometro

- Se puede instalar en cualquier cabezal de extrusión
- Tiene la facilidad de mover la pantalla para la visibilidad del operador
- La visibilidad en pantalla alterna cada 3 segundos la presión en rojo y temperatura en verde.
- Alimentación 24Votl
- Tres relés de salida para alarmas.



Figura N° 35 Plastometro Sensor de Temperatura y Presión

Fuente : <https://www.zuendo.com/componentes-electricos/3993-n-1673-pantalla-para-medidor-de-presion-y-temperatura.html>

3.4.4. Electroválvulas.

Es usado en el proceso para activar el ingreso de agua Para la mezcla de la arcilla es una electroválvula de accionamiento directo de 2/2 vías normalmente cerrada (NC) modelo EV210B de Danfoss. En esta válvula el dispositivo móvil se opera a través de un solenoide, el cual al ser energizado permite la contracción de la pieza móvil permitiendo el paso del líquido a través de la válvula, esto debido a que la válvula es normalmente cerrada, o sea que su estado cuando no está energizada es cerrado.

El control de este tipo de válvulas es On/Off, o se alimenta o no, comportándose, así como un interruptor que permite o impide el paso del líquido que se trabaja en el proceso, el cual es agua.

La alimentación de la bobina de la válvula es 220VAC (60Hz), su rango de presión de operación es de 0 a 30 bar (0 a 435 PSI), soporta máximo una temperatura ambiente de 80°C y una temperatura de fluido entre los -10 a los 90°C.



Figura N° 36 Electroválvulas 220volt Ingreso de Agua

Fuente: <http://transitflow.com.ar/productos.php?familia=12&producto=217>

3.4.5. Relés de Accionamiento de Señales.

El sistema de control impulsa el elemento final a través de la señal de control (+24 VCC), Señal de potencia trifásica y monofásica a 220 VAC. Estas señales de control se ajustan mediante relés para activar el elemento de control final. Luego proteja y aisle los componentes de control de los equipos de potencia, asegurar el acoplamiento entre las dos señales para lograr el mejor funcionamiento de la extrusora.

Se implementó un sistema de acondicionamiento de señal a través de relés de estado sólido y relés electromagnéticos que garantizan el aislamiento eléctrico de los sistemas de control y potencia y permiten operar elementos de potencia con señales de control en voltaje.

El relé electromagnético que se utilizó tiene la atracción entre una armadura de hierro y una bobina energizada para accionar un sistema de contactos eléctricos. Al circular una corriente a través de la bobina, la armadura es atraída por el núcleo de hierro. El suministro en AC o DC de bajo voltaje y corriente puede controlar la bobina del relé permitiendo el control de un circuito de alto voltaje y elevada corriente.



Figura N° 37 Relé Electromagnético y Estado Solido

Fuente <http://www.weigmaexport.com/RELE-ESTADO-SOLIDO-OMRON-19271>

3.5. Análisis Económico

En el estudio realizado para este proyecto de automatización se requirió el uso tecnología moderna. El presupuesto del proyecto basado en una cotización de precios de Omron y elementos secundarios de otras marcas del 2019, es:

Tabla N° 9 Cotización Extranjera

Ítem	Componente	Marca	Modelo	Cant.	Importe S/.	Total S/.
1	Pantalla HMI NS5TFT color 5,7"	Omron	NS5-SQ10B-V2	1	3,440	3,440
2	Módulo de PLC CJ2M-CPU13	Omron	CJ2M-CPU13	1	2,920	2,920
3	Módulo CP1W-CIF01RS-232C	Omron	CP1W-CIF01	1	148	148
4	POWER SUPPLY MODULO 100-240V CJ1W-PA202	Omron	CJ1W-PA202	1	536	536
5	INPUT MODULE DIGITAL CJ1W-ID212	16 Omron	CJ1W-ID212	1	704	704
6	INPUT MODULE DIGITAL CJ1W-ID211	16 Omron	CJ1W-ID211	1	564	564
7	OUPUT MODULE DIGITAL CJ1W-OC211	16 Omron	CJ1W-OC211	1	836	836
8	OUPUT MODULE DIGITAL CJ1W-OD211	16 Omron	CJ1W-OD211	1	660	660
9	Relay de Estado Solido SSL1D03BD 24V DC, 3,5ª	Schneider		15	47.2	708
10	Base de Relay de Estado Solido SSLZVA1	Schneider		15	11.6	174

Ítem	Componente	Marca	Modelo	Cant.	Importe S/.	Total S/.
11	CONVERTIDOR NSALOO2 RS232 A RS422	OMRON Omron	NS-AL002	1	500	500
12	SENSORES INDUCTIVOS XS618B1PAM12	Schneider		10	68.8	688
13	CONECTOR ACODADO XZCP1241L2	Schneider	03300518	5	22.8	114
14	CONECTOR RECTO XZCP114L2	Schneider	03300849	5	22.8	114
Total						12,106

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10 Cotización Local

Ítem	Componente	Marca	Modelo	Cant.	Importe S/.	Total S/.
1	Pantalla HMI NS5TFT color 5,7"	Omron	NS5-SQ10B-V2	1	5,840	5,840
2	Módulo de PLC CJ2M-CPU13	Omron	CJ2M-CPU13	1	3,320	3,320
3	Módulo CP1W-CIF01RS-232C	Omron	CP1W-CIF01	1	220	220
4	POWER SUPPLY MODULO 100-240V CJ1W-PA202	Omron	CJ1W-PA202	1	800	800
5	INPUT MODULE 16 DIGITAL CJ1W-ID212	Omron	CJ1W-ID212	1	1,280	1,280
6	INPUT MODULE 16 DIGITAL CJ1W-ID211	Omron	CJ1W-ID211	1	1,020	1,020
7	OUPUT MODULE 16 DIGITAL CJ1W-OC211	Omron	CJ1W-OC211	1	1,400	1,400
8	OUPUT MODULE 16 DIGITAL CJ1W-OD211	Omron	CJ1W-OD211	1	1,060	1,060
9	Relay de Estado Solido SSL1D03BD 24V DC, 3,5 ^a	Schneider		15	50	750
10	Base de Relay de Estado Solido SSLZVA1	Schneider		15	15	225
11	CONVERTIDOR NSALOO2 RS232 A RS422	OMRON Omron	NS-AL002	1	560	560
12	SENSORES INDUCTIVOS XS618B1PAM12	Schneider		10	80	800
13	CONECTOR ACODADO XZCP1241L2	Schneider	03300518	5	25	125

Ítem	Componente	Marca	Modelo	Cant.	Importe S/.	Total S/.	
14	CONECTOR XZCP114L2	RECTO	Schneider	03300849	5	25	125
Total						17,525	

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Cálculos Realizados

En esta etapa del capítulo, veremos todos los cálculos y fórmulas que se llevaron a cabo en el desarrollo y diseño del proyecto.

Datos

Potencia del motor 270hp

Voltaje 380vot

Factor de potencia fp 0.86

Factor de servicio fs. = 1.15

Factor de temperatura (ft): 1.08

Siendo el motor trifásico se calcula la corriente.

$$P = \sqrt{3}VI \cos \phi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \phi}$$

$$I_n = \frac{201kw}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.86} = 355.52A \dots\dots\dots 1.1$$

$$I_c = 355.52 \times fs = 408.8 A \dots\dots\dots 1.2$$

$$I_t = 408.8 \times ft = 441.5 A \dots\dots\dots 1.3$$

Selección de protecciones eléctricas

Protección contra corto circuito

$$I_{cc} = I_n \times 300\% = 1,066.65 A \dots\dots\dots 1.4$$

Que de acuerdo a valores comerciales correspondería a fusibles de 1000 Amperes

Protección contra Sobrecarga

$$I_{sc} = I_n \times 125 \% = 444.4 A \dots\dots\dots 1.5$$

Que de acuerdo a valores comerciales correspondería a interruptores termomagnéticas de 400 Amperes

Transmisiones mecánicas

La transmisión mecánica consta de un juego de poleas por medio de las cuales se transmite la energía mecánica al acoplamiento embrague de la máquina debiendo hacer girar a esta a una velocidad de 360 rpm, la correcta operación y calidad del producto depende en gran parte de esta velocidad, la mezcla y la dureza de la extrusión del material de arcilla, si esto no se cumple el ladrillo no logrará adquirir los estándares de calidad deseados y no cubrirá las características mínimas que requiere para ser comercializado, existen algunos productos especiales que requieren mayor velocidad y configuración de mezcla.



Figura N° 38 Transmisión Mecánica

Fuente: Datos Tomados en Planta de la Extrusora MVMB500P

Calculo de transmisión

Datos:

$$V_{\text{motor}} = 1750 \text{ rpm}$$

$$V_{\text{mezclado (deseada)}} = 470 \text{ rpm}$$

$$\text{Ø Polea del motor} = 280 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Volante de Acoplamiento} = 1100 \text{ mm}$$

$$V1 \cdot D1 = V2 \cdot D2$$

$$V2 = \frac{V1 \cdot D1}{D2}$$

$$V2 = \frac{1750 \text{ rpm} \cdot 280 \text{ mm}}{1100 \text{ mm}} = 445.45 \text{ rpm} \dots \dots \dots 1.6$$

Donde:

V1= Velocidad de entrada o a la salida del motor.

D2= Diámetro de la volante

V2= Velocidad de la volante deseada

D1= Diámetro de la polea del motor

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P}$$

Para una velocidad de V2 360 rpm

$$V_1 = \frac{360rpm \cdot 1100mm}{280mm} = 1414 rpm \dots \dots \dots 1.7$$

Calculo de la Frecuencia a considerar en el Variador de frecuencia

$$f = \frac{N_s \cdot P}{120} = \frac{1414rpm \cdot 4}{120} = 47hz \dots \dots \dots 1.8$$

De acuerdo a los cálculos anteriores, se obtuvo la velocidad a la que la extrusora debería de trabajar en condiciones normales de operación para obtener un buen resultado de calidad del producto con buena resistencia y vacío, sin embargo, la batea incorporada debe garantizar la homogenización de la mezcla de arcilla, lo cual requiere que en base a eso y sabiendo que contamos con un variador debemos garantizar la frecuencia de trabajo constante. Esto con la finalidad de que la transmisión no sufriera cambios ni algún tipo de adecuación.

3.7. Automatización de la Extrusora

Se propuso automatizar la extrusora con el fin de obtener indicadores de producción y dispositivos de seguridad para el mantenimiento y operación de protección, con lo cual además se ahorra tiempo y trabajo al operador, por cada operación que este realiza y que implicaba trabajar de manera manual y sin protecciones de seguridad.

La automatización de la extrusora nos brinda alertas de operación y mantenimiento de acuerdo a las frecuencias de operación de mantenimiento preventivo y predictivo el cual empieza con el arranque de la máquina, es decir, si la máquina está detenida sin producir no contabiliza el horómetro para monitorear los componentes de desgaste como sinfines

camisetas y paletas, considerando los dispositivos electrónicos de seguridad que se instaló y si se abren las guardas y puertas mientras la máquina se encuentra trabajando, la máquina se detiene como medida de protección al operador.

Esto ayuda a que el operador pueda identificar el tipo de falla y la ubicación del problema en la máquina para efectos de tiempo de pérdida de producción, ya que bajo ninguna circunstancia se necesita abrir guardas o puertas con máquina trabajando, de hecho, las guardas y puertas deben permanecer cerradas siempre que la máquina se encuentre operando. Únicamente se abren las guardas y tapas para hacer cambio de componentes de desgaste y mantenimiento y para dicha acción la máquina debe permanecer parada.

También se tiene la opción de bloqueo de la máquina cuando las guardas se encuentran abiertas automáticamente la máquina se detiene de manera brusca, es decir, si las puertas y guardas están abiertas la máquina no puede arrancar plenamente.

3.7.1. Control y Selección de dispositivos Primarios y Secundarios

Para determinar automáticamente si las guardas y protecciones de la máquina se encuentran abiertas o cerradas, se tiene instalados los sensores magnéticos de proximidad, en puntos estratégicos de la máquina de mayor intervención de operadores de limpieza por cuestión de seguridad.

Cuando las guardas se retiren de su lugar, el sensor magnético de proximidad se activa dando la señal que indica que las puertas están abiertas; de igual manera cuando las guardas sean retirados, el sensor de proximidad se activa dando la señal que indica que las guardas y puertas están abiertas.

Para detener automáticamente los motores que mueven la transmisión mecánica se utilizan 2 pulsadores de emergencia, el primero, en la parte de adelante y otra en la parte de atrás de la máquina con el fin de tener acceso inmediato para bloquear la máquina y que dará la señal de bloqueo de motor al activar dicho dispositivo que se utiliza para indicar el bloqueo generalizado del equipo, así cuando las guardas estén totalmente abiertas el acoplamiento neumático del motor es desacoplado.

3.7.2. Modificación Eléctrica

Luego de haber concluido la modificación y acondicionamientos mecánicos, eléctricos e hidráulicos y habiendo obtenido todos los componentes del sistema y sus accesorios, se procede a realizar la evaluación de la parte eléctrica.

La modificación general se da en función al sistema de automatización y supervisión. En este caso a través de un PLC, a quien ya se le definieron sus características principales de trabajo. Por lo tanto, la lógica de operación del nuevo sistema implementado es que, en cuanto al sistema de automatizado brinde información muy valiosa de funcionamiento y operación con todas sus variables a través de señales eléctricas que coincida de manera asertiva en las ubicaciones de los componentes instalados en la implementación e innovación tecnológica y así permita al operador y técnico de mantenimiento resolver fácilmente los problemas que se presenten durante el proceso.

El sistema eléctrico parte desde la activación del sistema de seguridad por parte del operador. El operador al habilitar todos los sistemas de protección está habilitando la máquina lista para operar desde los tableros eléctricos hasta los paneles de visualización.

Los pulsadores de emergencia, sensores de detección de apertura de puertas y guardas, generando una señal de bloqueo en el modo de arranque del motor.

La potencia de alimentación se indicó en las características de la máquina y motores dentro de los componentes eléctricos. Para ello se necesita un voltaje de 380Vac y 24Vdc tanto para fuerza y control respectivamente.

3.8. Sistema Neumático de Acople

Dentro del alcance de este proyecto de innovación tecnológica se consideró la seguridad como un factor primordial que sirviera de base para nuestras propuestas, es por eso que al sistema de acoplamiento neumático se le propuso integrar una válvula rotor seal



Figura N° 39 Rotor Seal de Embrague

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/rotor-seals-valves-6334924912.html>

Dicha válvula tiene como finalidad de acoplar el embrague con la caja reductora para la extrusión del ladrillo.

La válvula Rotor Seal debe de responder de forma inmediata al ser activado la electroválvula a través del pulsador los botones de acople y desacople y detener la extrusión del ladrillo, la válvula estará siempre en modo de reposo cuando la máquina no está en funcionamiento sin producir ladrillo en el momento en el que el botón de extrusión se active la válvula Rotor Seal quedara energizado y acoplado.

Las especificaciones de la válvula son las siguientes, debe de ser una electroválvula 4/2, es decir, cuatro vías y dos posiciones y normalmente abierta.

La figura de abajo muestra la conexión neumática propuesta para le implementación de dicha válvula, y que se muestra en la figura 40



Figura N° 40 Acoplamiento Neumático del Motor con Reductor

Fuente: Equipos de Extrusora MVMB500P

3.9. Tablero de Control

Se propuso también la colocación de un tablero de control, el cual contuviese el variador de frecuencia, contactores, la fuente de alimentación, con las debidas protecciones para los motores y demás componentes, esto con la finalidad de concentrar en un solo lugar la mayor parte de los elementos de control.

El tablero de control se diseñó tomando en cuenta que en la parte superior es más factible realizar la alimentación de los elementos contenidos en el mismo, debajo de eso se decidió colocar los elementos correspondientes a la fuerza y finalmente más abajo los elementos de control.

Tomando medidas estándares de un tablero de control con la capacidad suficiente como para contener los elementos que se proponen implementar, en la figura 41 se muestra el diseño tentativo del tablero de control con los debidos elementos



Figura N° 41 Tablero de Eléctrico de Control

Fuente: Equipos de Extrusora MVMB500P

CAPITULO 4: SISTEMA DE CONTROL

4.1. Control Electromecánico del Proceso

A continuación, en la figura 42, se muestra un esquema del arreglo de control eléctrico del sistema de encendido y apagado de la extrusora.

Nótese que los interruptores de protección de seguridad, instalados para bloquear la máquina, son de acción inversa, es decir, normalmente se encuentran cerrados, conducen corriente, y al ser activados u oprimidos por el operador o actividad mecánica, se abren y dejan de conducir corriente. Se escogieron así debido a la lógica que se utilizó al momento de la programación del sistema de control

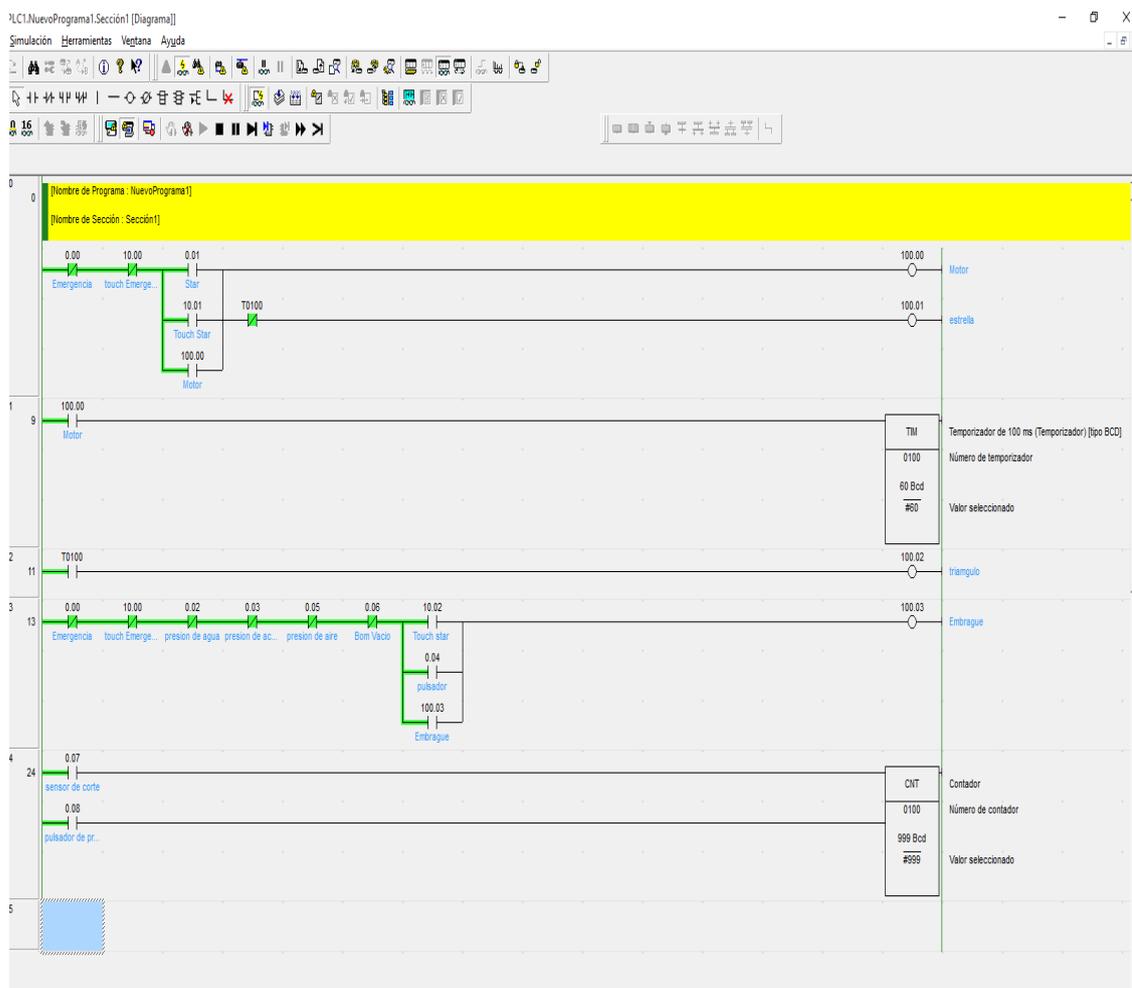


Figura N° 42 Esquema lógico de control Tipo Ladder

Fuente: Elaboración en el software de Cx-Programer

Así mismo en la figura 43 se muestra el diagrama de fuerza del motor que asciende la extrusora.

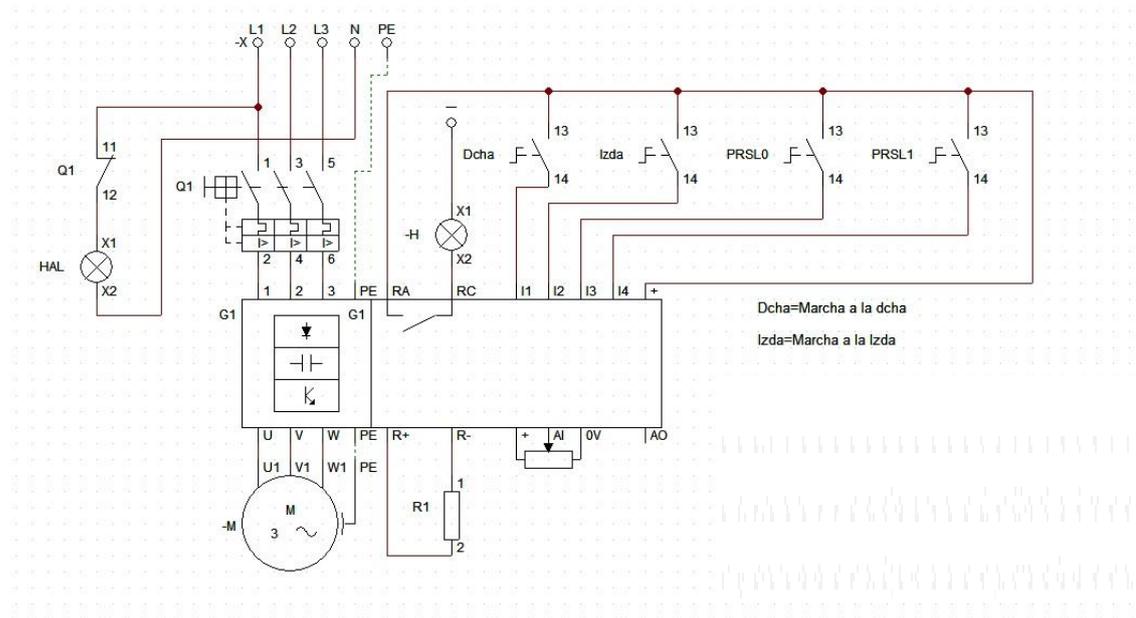


Figura N° 43 Esquema Eléctrico de fuerza

Fuente: Elaboración en software AutoCAD eléctrico

4.2. Montaje e Instalación de Dispositivos

Para la instalación del variador de frecuencia que controla la velocidad del motor principal mencionado en el capítulo anterior, es necesario tomar ciertas consideraciones, tales como el ajuste de parámetros del mismo para trabajar a la frecuencia de operación deseada para obtener la velocidad a la salida de la transmisión requerida, que da como resultado el correcto funcionamiento de la máquina, por otro lado se programa el variador de frecuencia de tal manera que el motor tenga un arranque y una desaceleración progresiva, ajustando los tiempos de aceleración y desaceleración para evitar el disparo de la corriente al arranque

Una vez realizados los ajustes de configuración del variador de frecuencia se instala el equipo, dicha instalación está dentro de un tablero de control en el que se concentra la mayor parte del mando de la máquina

Cabe mencionar que las condiciones bajo las que se encuentra el variador son las pruebas iniciales, está instalado y funcionando, se encuentra sobre el piso como pruebas iniciales para luego instalar en el gabinete con todas las protecciones, a medida del variador como

se aprecia el tablero figura 45 que garantiza las condiciones de su operación.

Tabla N° 11 Datos del Variador de Frecuencia a Instalar

Descripción	Datos Técnicos
Marca	Siemens
Modelo	6SL3224-0XE42-0UA0
Tipo	G120
Potencia	200 KW
Voltaje	380-480 volt
Corriente	370 Amp.

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 44 Variador de Frecuencia de 200KW

Fuente: Equipo de Planta en Proceso de Implementación

El beneficio de instalar un variador de frecuencia es con la finalidad de conseguir la velocidad adecuada de acuerdo al producto, tal como se demostró en los cálculos anteriores (ecuación 1.8) para evitar cambiar las poleas de transmisión y tiempos de operaciones mecánicas por mantenimiento y pérdida de producción.



Figura N° 45 Gabinete Eléctrico

Fuente: Gabinete eléctrico para ser Implementado

4.3. Controlador lógico Programable

Una vez establecidas las condiciones de operación de la máquina, una de las mejoras que se propuso fue el uso de un PLC como dispositivo importante para el proceso.

Un PLC es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa. Ver figura 46

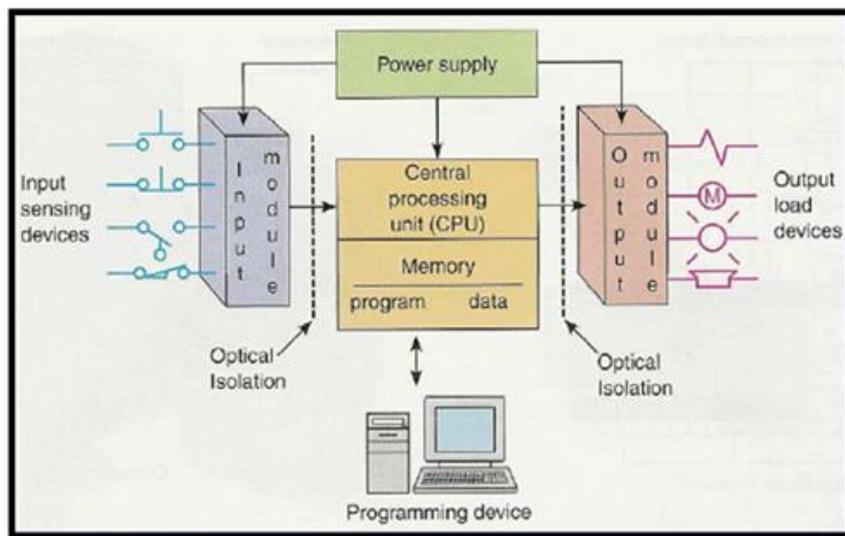


Figura N° 46 Estructura de un PLC

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos75/controladores-programables/controladores-programables2.shtml>

<p style="text-align: center;">OMRON CJ2M – CPU13</p>	<p style="text-align: center;">SIEMENS S7-300</p>
	
<ul style="list-style-type: none"> • El CJ2M – CPU13 proporciona E/S discretas incorporadas en el controlador, conocidas como E/S incorporadas. • Módulos de E/S digitales. • Módulos de comunicaciones. • Módulos de Adquisición de datos. • Se pueden conectar hasta 8 módulos adicionales. • La programación es muy sencilla y fácil 	<ul style="list-style-type: none"> • El tamaño de la CPU (independientemente del modelo) es de 80cm. de largo, 12,5 cm de alto y 13 cm de profundidad. En cuanto a los módulos, sus medidas son 40cm x 12,5cm x 13cm, respectivamente. • Además, el S7-300 requiere una alimentación de 24 VDC. Por ésta razón, los módulos (fuentes) de alimentación de carga transforman la tensión de alimentación de 115/230 VAC en una tensión de 24 VDC. Los módulos de alimentación se montan a la izquierda junto a la CPU. • Permite conectar hasta 5 módulos adicionales.

Figura N° 47 Comparación marcas de PLC

Fuente:https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20Electrica/99.pdf

Con esta comparativa, se consideró que las dos opciones eran viables, debido a que los dos satisfacían las necesidades que requerimos para el control de la máquina, ya que las características de los dos son similares.

Se realizó un control de inventario para determinar si había en existencia un PLC con estas características en el almacén o si era necesario adquirirlo. Se encontró en existencia un PLC Omron CPU13, y aunque en la empresa manejan esa dualidad al controlar sus máquinas con elementos de las marcas Siemens y Omron, uno de los factores que influyen directamente en la decisión de tener más elementos en existencia de Omron es el costo de los mismos, ya que los componentes Siemens tiene un costo más elevado que los de Omron.

El PLC Omron es una plataforma de control lógico programable que cuenta con un innovador diseño de dos piezas y medidas pequeñas. El procesador y la base se deslizan juntos para formar el controlador completo.

Estos se reemplazan independientemente, lo cual permite maximizar las opciones de E/S incorporadas y minimizar los costos de inventario.

El controlador está formado por los siguientes componentes: una fuente de alimentación, circuitos de entrada, circuitos de salida y un procesador, y está pensado para montarse sobre un carril DIN.

Una vez que se seleccionó el PLC, se pasó a la etapa de configuración y programación del mismo.

4.3.1. Programación del Controlador Lógico Programable

Para programar el PLC se usa el software Cx-One que incluye la aplicación del programa Cx-Programer. El primer paso es vincular el PLC con la computadora, es decir, que tanto la computadora como el software de programación reconozcan al PLC para poder acceder a todas sus funciones. Cx-Designer es la aplicación para programar el diseño de la pantalla HMI para la supervisión del proceso que incluye en el software ya mencionado, para comunicación con el PLC es a través del puerto RS232.

Protocolo DF1 Full-Dúplex

El protocolo DF1 Full-Dúplex proporciona una conexión de punto a punto entre dos dispositivos

Los controladores CJ2M aceptan el protocolo DF1 Full-Dúplex mediante la conexión RS-232 a dispositivos externos tales como computadoras u otros controladores compatibles con DF1 Full-Dúplex

Operación DF1 Full-Dúplex

El protocolo DF1 Full-Dúplex (llamado también protocolo DF1 punto a punto), es útil cuando se requiere comunicación RS-232 punto a punto. Este tipo de protocolo

acepta transmisiones simultáneas entre dos dispositivos en ambas direcciones. El protocolo DF1 controla el flujo de mensajes, detecta y señala errores y efectúa reintentos si se detectan errores.

Para llevar a cabo este proceso se sigue la siguiente metodología:

- Instalar el software Cx-One en la computadora.
- Conectar el PLC a la computadora mediante el adaptador USB-Serial y el cable correspondiente con el *Cannel 1* del PLC y energizarlo. Ver figura 48



Figura N° 48 Comunicación del PLC con la computadora

Fuente:<http://www.ia.omron.com/products/category/automation-systems/programmable-controllers/cj1/index.html>

- Dar clic en Inicio>Todos los programas>OMRON software> Cx-One >CX-Programar y abrir la aplicación. Ver figura 49.

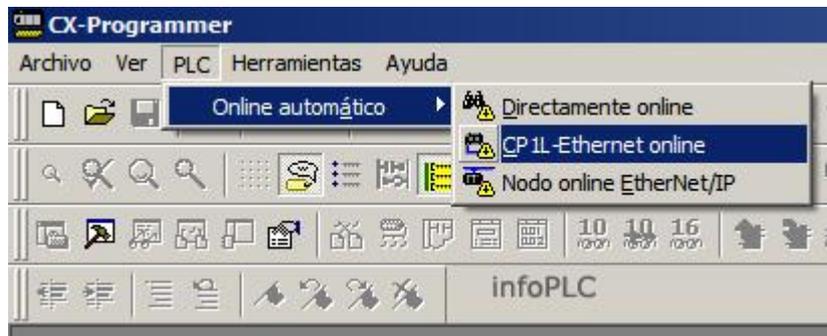


Figura N° 49 El inicio Cx-One

Fuente: Presentación del software Cx-One

- Ir al menú PLC y dar clic en Online automático>, Directamente online y se Abre una ventana de confirmación del tipo de PLC y puerto de comunicación que detecto para la conexión en line, entre el PLC y la computadora, dar clic en sí y aparece otra ventana donde empieza a descargar la transferencia del programa del PLC, dar clic en aceptar para acceder al programa en modo online. Ver figura 50

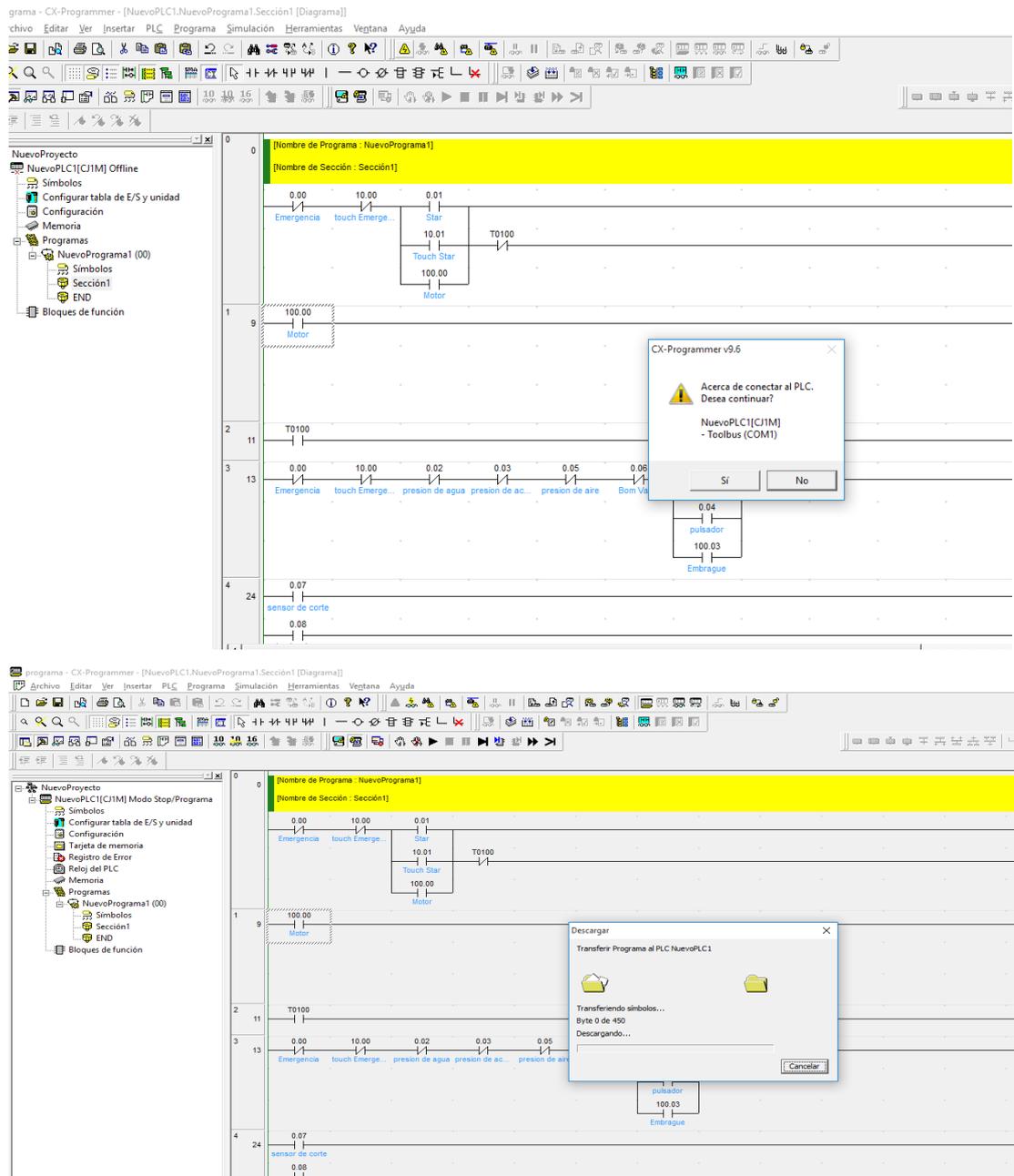


Figura N° 50 Comunicación con el PLC

Fuente: Elaboración lógica en el software Cx-Programmer

De esta manera ha quedado habilitado el dispositivo para ser usado por el software de programación Cx-Programmer, en el cual se realiza el programa lógico que será ejecutado por el PLC para el control del proceso.

Software de programación Cx-Programmer

El paquete de programación de lógica de escalera Cx-Programmer ayuda a maximizar el rendimiento, reducir el tiempo necesario para desarrollar un proyecto y mejorar la

productividad. Este producto ha sido desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows de Microsoft, el Cx-Programmer es compatible con las familias de procesadores CQM, CJM, CJ1M y CJ2M de Omron es uno del software de programación PLC en ofrecer inmejorable productividad con una interface de usuario.

Ya compilado el programa y sin errores, se procede a cargar el programa al PLC. la última es cambiar automáticamente al modo RUN, que es el modo de ejecución del programa en el PLC.

Para cargar el programa en el PLC, es necesario realizar los siguientes métodos:

- Instalar en la computadora el software Cx-One.
- Alimentar el PLC y conectar con cable de comunicación y transferir el programa al PLC. como se muestra en la figura 51.

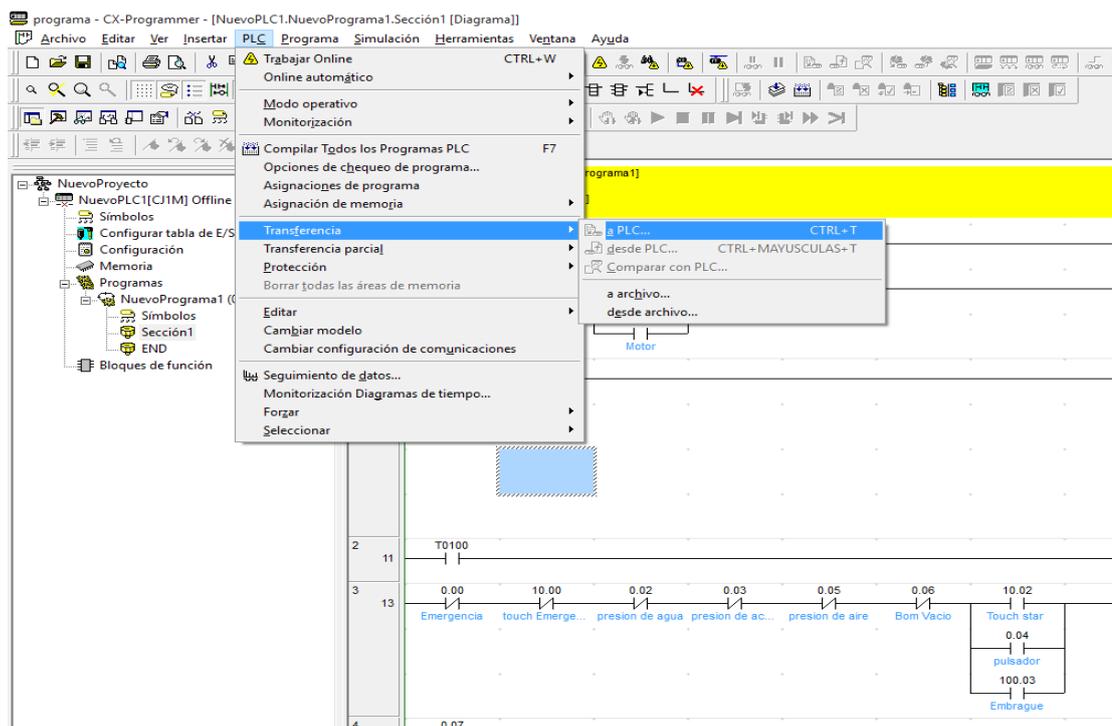


Figura N° 51 Transferencia del Programa al PLC

Fuente: Presentación en el software Cx-Programmer

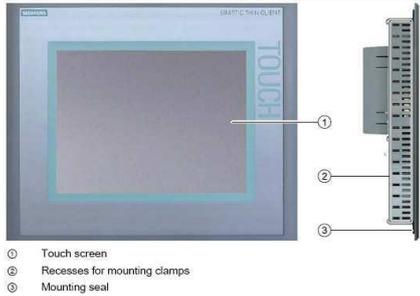
4.4. Interfaz hombre Máquina (HMI)

Las siglas HMI son la abreviación en ingles de Interfaz Hombre-Máquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una ventana de un proceso. Esta ventana puede

estar en dispositivos especiales como paneles de operador. Las señales de proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de Entradas/Salidas, PLC o *Drives*. Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI

Se propuso el uso de un dispositivo de visualización, ya que es un dispositivo que ayuda en la operación, monitoreo y control del proceso, ya que provee los medios para que el operador visualice los dispositivos tales como botoneras y gráficos asociados al proceso, además se producen importantes ahorros y se pueden llevar registros históricos automáticos y controlar distintas variables al mismo tiempo

Con base en las necesidades y requerimientos del proceso se propusieron dos marcas de HMI con características similares. En el cuadro comparativo se muestran algunas de las características importantes de dos marcas de prestigio como lo son OMRON y SIEMENS

<p align="center">OMRON NS5-TFT</p>	<p align="center">SIEMENS SIMATIC PANEL 5"</p>
	 <p>① Touch screen ② Recesses for mounting clamps ③ Mounting seal</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de usar. • Potente pantalla táctil. • Disponible en 5", 8" y 10". • Facilidad de montaje. • Programación flexible que permite a múltiples puertos activarse al mismo tiempo. • Puede funcionar las 24 hrs. del día. • Dispositivo robusto, diseñado para trabajar en procesos industriales rudos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resistencia a choques y vibraciones. • Gracias a su construcción robusta, los SIMATIC Panel PC son ideales para procesos de producción en ambientes industriales rudos. • Los Panel PC de diferentes clases de potencia se pueden instalar en los mismos huecos recortados en su panel o armario para poder reaccionar de forma flexible y en cada momento a cambios en los requisitos. • Todos los Panel PC pueden conectarse de forma opcional a PROFINET.

Cuadro Comparativo HMI Omron y HMI Siemens

Fuente: <https://industrial.omron.es/es/products/NS5-SQ10B-V2#datasheet>

En relación a la comparación, se observa que estos dos dispositivos, cumplen con los

requerimientos del proceso. Debido a que la empresa maneja esta dualidad de equipos en sus máquinas, se hizo la revisión en el almacén para identificar cuál de los dispositivos se encontraba en existencia. Se concluyó que la HMI destinada a trabajar en la máquina Extrusora EB500 sería el Omron NS5-TFT ya que la mejor característica de la NS5 es que proporciona un puente entre los dispositivos que no son capaces de comunicarse directamente entre sí. NS5 logra un método de bajo costo de integración de hardware y componentes de automatización, como puede verse en la figura 52

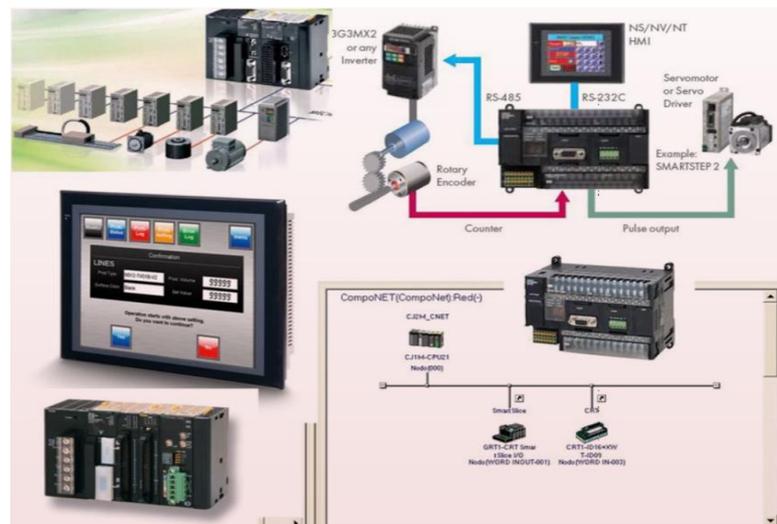


Figura N° 52 Comunicación entre otros equipos

Fuente: <https://industrial.omron.es/es/products/NS5-SQ10B-V2#datasheet>

El que esta HMI tenga un menor costo en comparación con otras no significa que sea de menor calidad, ya que Omron es una marca de prestigio y cumple con todos los requerimientos de funcionamiento, operación, robustez necesarios para el óptimo control del proceso

4.5. Programación del HMI

Para cargar un programa en la HMI se lleva a cabo la siguiente metodología.

- 1.- Instalar el software de programación Cx-One. (Cx-Designer)
- 2.- Conectar la HMI a la computadora mediante el cable USB, como se visualiza en la figura 53.



Figura N° 53 Conexión del HMI a la Computadora

Fuente: <https://industrial.omron.es/es/products/NS5-SQ10B-V2#datasheet>

3.- Dar clic en Inicio>Todos los programas>Cx-One>Cx-Designer y aparece la ventana principal del programa, como se observa en la figura 54

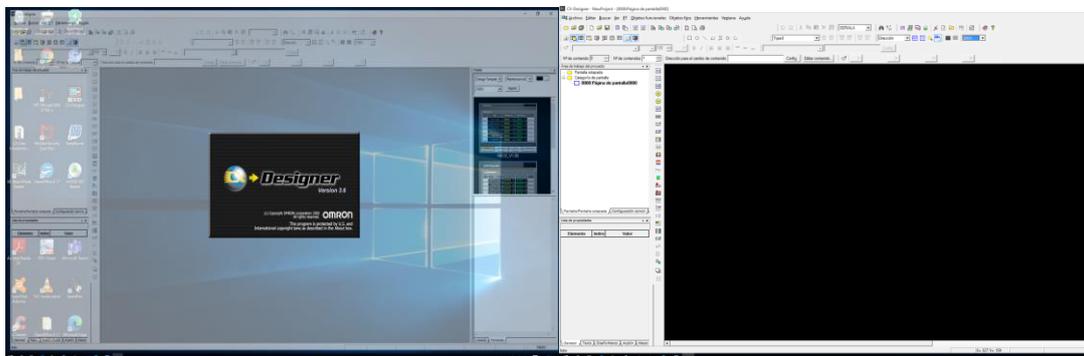


Figura N° 54 Ventana Principal del software Cx-Designer

Fuente: Presentación del software Cx-Designer

4.- Con las herramientas correspondientes, diseñar las pantallas que conforman la interfaz, como se observa en la figura 55.

Una vez que las pantallas han sido creadas, para cargar el programa a la HMI dar clic en el icono transferir de Pc- PT que se encuentra en la barra de herramientas.

De esta manera se han cargado todas las pantallas correspondientes a la HMI.



Figura N° 55 Diseñando de las pantallas

Fuente: Elaboración con el software Cx-Designer

4.6. Comunicación PLC – HMI

Una vez que tanto el PLC como la HMI tienen cargados en la memoria los programas correspondientes, se requiere de hacer la comunicación entre los dos dispositivos para que puedan acceder cada uno de ellos a los datos que están intercambiando. La comunicación entre los dispositivos vía comunicación serial RS-232 mediante DF1 Full Dúplex.

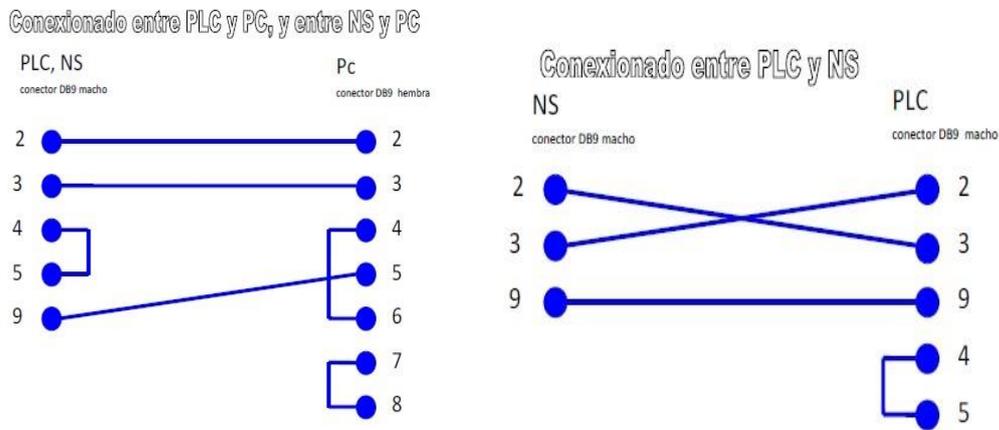


Figura N° 56 Configuración del cable de Comunicación

Fuente: <http://www.caroligualada.es/Documentos/conexionado.pdf>

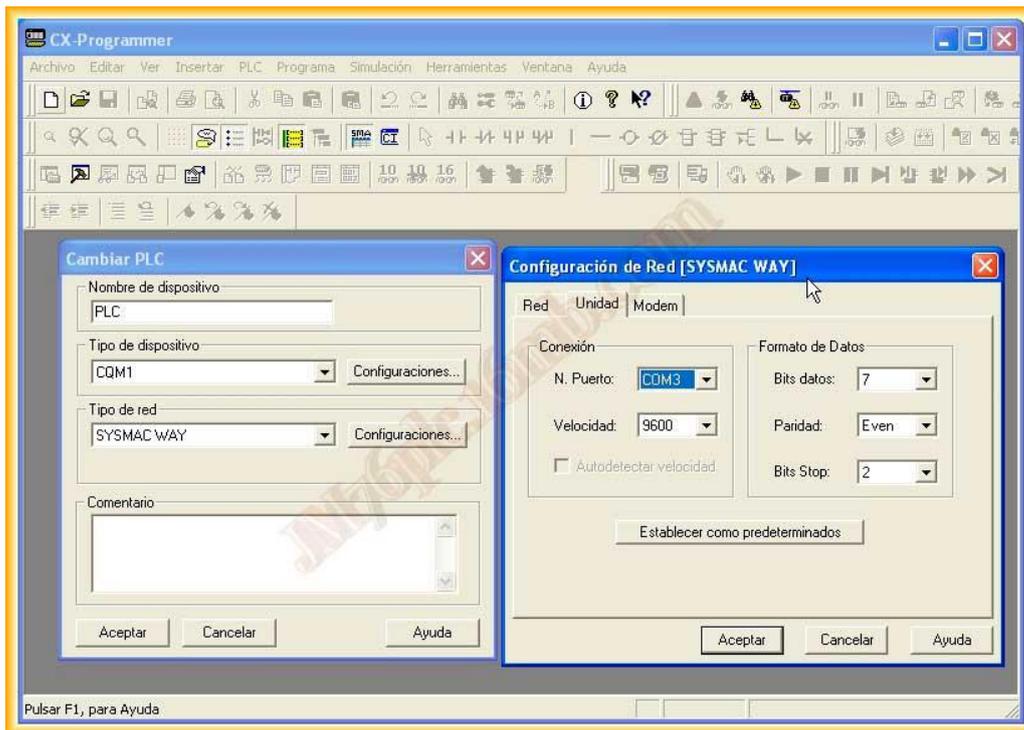


Figura N° 57 Configuración de parámetros en el Cx-Programmer

Fuente: Presentación en el software Cx-Programmer

La comunicación del PLC con la HMI se realiza desde el software de la HMI. La metodología es la siguiente: (automatizacion, 2009)

- 1.- Abrir el software cx-integrador, para realizar la comunicación de los dispositivos que se encuentra conectados, esto para evitar interferencias de comunicación entre los programas.
- 2.- Dar clic en Inicio>Todos los programas>Cx-One>Cx-Integrador y se abre la ventana principal del programa como se observa en la figura 58.



Figura N° 58 Ventana Principal de Cx-Integrador

Fuente: Presentación Propia del software Cx-Integrador

3.- En la ventana principal, dar clic en comunicación y aparece otra ventana, en el explorador que se encuentra del lado izquierdo de la ventana, seleccionar *RS-232 Comms Port* para acceder al puerto. En la parte derecha de esa ventana aparecen los parámetros de configuración del puerto, los cuales no pueden ser modificados hasta seleccionar el Driver con el que va a ser vinculado. Para ello, dar clic en el botón *Edit.* y aparece una nueva ventana, en ella se encuentran los *drivers* para el puerto serial con los que se puede asociar la pantalla, seleccionar Omron, posteriormente seleccionar DF1. Dar clic en *OK.* Una vez hecho esto se puede acceder a los parámetros de configuración del puerto de la HMI y en la barra de estado, debajo de *RS-232 Comms Port* aparece el dispositivo con el que se comunicara la HMI. Ver figura 59.

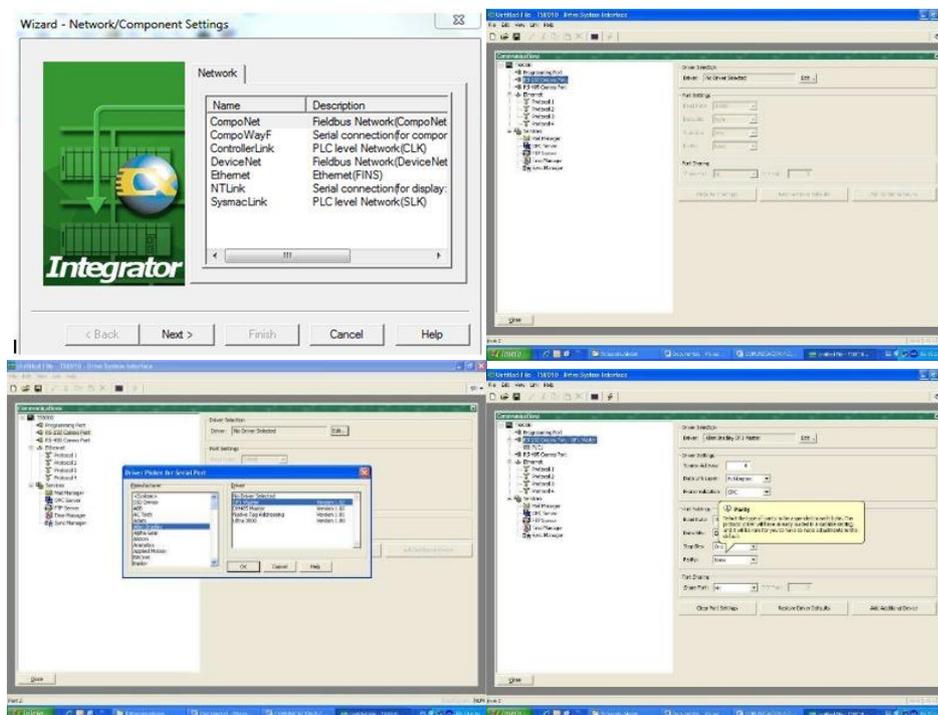


Figura N° 59 Configuración de Puertos Cx-Integrator

Fuente: Presentación Propia del software Cx-Integrator

4.- Una vez que se configuraron los parámetros del puerto de la HMI se procede a seleccionar el dispositivo para comunicarse, para ello dar clic en el botón *Add Adicional Device* y en el explorador aparece un icono con la leyenda *PLC1*, al dar clic sobre este se observa otros parámetros configurables del PLC como lo son el modelo, para ello en la opción de *Device Identification*, dar clic en *Device* y seleccionar *CJ2M-CPU13* que es el

modelo del PLC que vamos a comunicar con la HMI. Esto puede observarse en la figura 60.

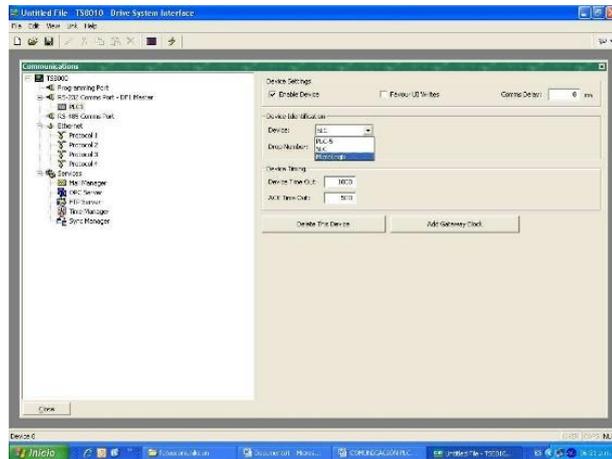


Figura N° 60 Configuración del driver y del puerto

Fuente: Presentación Propia del software Cx-Integrador

5.- Una vez configurado el dispositivo se accede a sus bloques de entradas y de salidas respectivamente, para ello en la ventana actual, dar clic en el botón *Add Gateway Block*, inmediatamente en el explorador se puede ver un icono con la leyenda *Block 1*, dar clic en este y posteriormente se observa otra ventana donde están los parámetros de configuración de ese bloque de entradas. Esto se muestra en la figura 61.

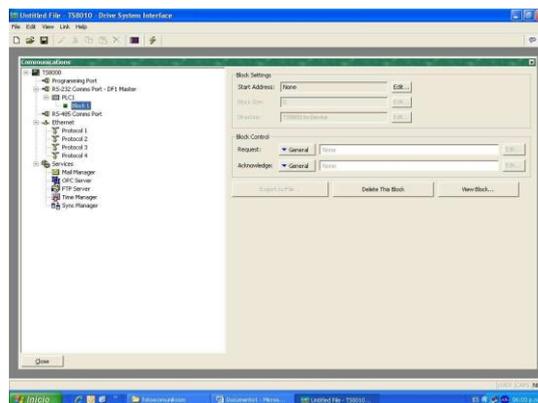


Figura N° 61 Parámetros de configuración del bloque

Fuente: Presentación Propia del software Cx-Integrador

6.- En la ventana de configuración de parámetros del bloque, en la sección de *Block Settings*>*Start Address* dar clic en el botón *Edit* y se observa una ventana en donde se

selecciona la dirección del PLC a la que vamos a acceder, ya sean entradas, salidas, contadores, etc. Ver figura 62

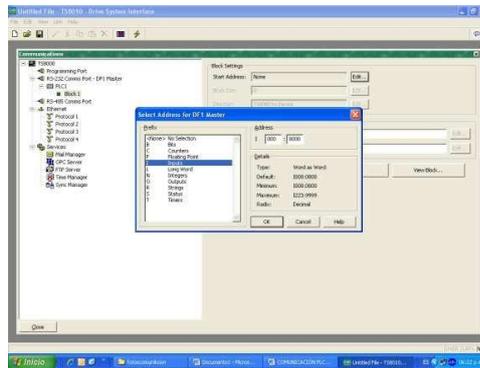


Figura N° 62 Direccionamiento del bloque

Fuente: Presentación Propia del software Configuraciones del driver

7.- En la ventana de direccionamiento también se puede elegir el tamaño del bloque y la dirección de los datos, ya sea de la HMI al PLC o viceversa, además del mapeo de entradas, es decir, si la HMI reconoció las direcciones del PLC. Ver figura 63.

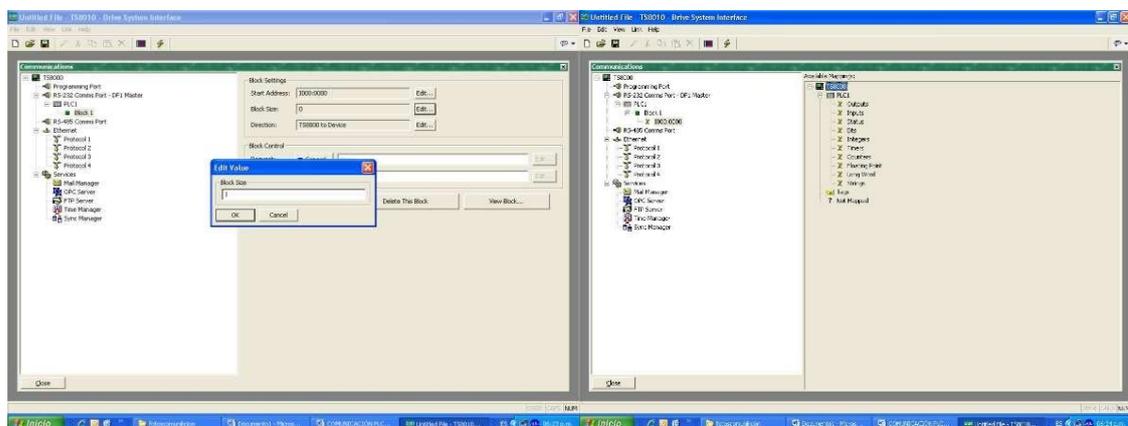


Figura N° 63 Tamaño del Bloque y mapeo Direccionamiento del bloque

Fuente: Presentación Propia del software Configuraciones del driver

Con esto la comunicación del PLC y la HMI se ha llevado a cabo satisfactoriamente, ahora solo se tendrán que asociar las direcciones del PLC con *Tags* ya sean internas de la HMI o del PLC y hacer uso de ellas para enviar datos entre los dispositivos que sean reconocidos por ambos

Es necesario para que la comunicación se complete que el PLC y la HMI sean conectados físicamente mediante el cable de comunicación, como se observa en la figura 64



Figura N° 64 Comunicación PLC-HMI

Fuente: Presentación Propia del software Cx-Designer

4.7. Pruebas y Resultados

Sobre los resultados logrados sobre el funcionamiento de la extrusora y la aplicación del sistema con la automatización y simulación a través del software Cx-One. Los resultados obtenidos en cada uno de las pruebas, será el indicativo del beneficio y efectividad del sistema para obtener resultados de producción, seguridad y mantenimiento.

4.7.1. Pruebas

Se plantea las siguientes pruebas que definen el beneficio del desarrollo de la tesis.

4.7.1.1. Prueba 1

Consiste en la comunicación, de la computadora con el PLC y la pantalla HMI para poder simular y diseñar la gestión del proceso con las diferentes ventanas de navegación y accesos para su operación en la producción, señales de entrada y salida, historial de alarmas, bloqueos del sistema por seguridad y mantenimiento, arranque y parada del equipo.

4.7.1.2. Prueba 2

Consiste en la integración de la parte lógica de la programación y la parte mecánica eléctrica físicamente conectada a los tableros y PLC, y corroborar las diferentes señales de entrada y salida.

4.7.1.3. Prueba 3

Consiste en las pruebas del circuito en tiempo real conectado a la extrusora y la simulación de bloqueos físicos donde se refleja en las ventanas del HMI, la visualización de las diferentes señales involucrados en la automatización, con esto se demuestra que todo el desarrollo del software está de acuerdo a lo planteado.

4.7.2. Resultados

Resultados de cada prueba respectivamente con su explicación.

4.7.2.1. Resultado de la Prueba 1

Se verifica la comunicación con los equipos, computadora, PLC y HMI tal como se explicó y se demuestra en la figura 65.

En primer lugar, verificamos que el PLC está comunicando con la computadora indicando el led COMM parpadeando lo cual confirma la comunicación, igual manera la pantalla HMI indica el led RUN encendido.

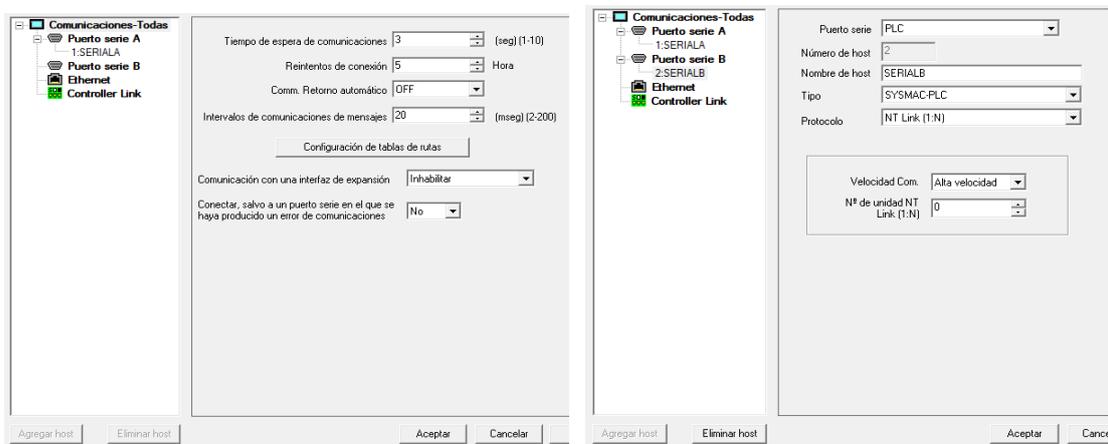


Figura N° 65 Verificación de Comunicación PLC-HMI

Fuente: Presentación en el software Cx-Designer

En la figura se muestra en resultado de la comunicación entre la computadora, el PLC y la pantalla HMI, este dato es importante para poder garantizar el desplazamiento y navegación en las ventanas de supervisión.



Figura N° 66 Confirmación de Comunicación PLC-HMI

Fuente: Presentación de equipos a configurar



Figura N° 67 Pantalla de presentación inicial

Fuente: Elaboración de pantalla en el software Cx-Designer

4.7.2.2. Resultado de la prueba 2

Como parte de la integración de la parte lógica y programación del PLC se procedió a verificar las señales tanto las entradas y salidas en el PLC y HMI, tal como se aprecia en la imagen led de ingreso en el PLC y la señal en la pantalla encendido el botón digital que se creó en la ventana de entradas.



Figura N° 68 Verificación de Señales de entrada en el PLC

Fuente: Elaboración y Pruebas de funcionamiento de los equipos

Igual manera se realizó la validación físicamente con los botones de encendido, parada y botón de emergencia.



Figura N° 69 Visualización de pulsadores de arranque, parada y emergencia

Fuente: Elaboración en el software Cx-Designer

4.7.2.3. Resultados de la Prueba 3

Para las pruebas del circuito se procedió a conectar los elementos primarios y secundarios llámese como los sensores, pulsadores, selectores, elementos de seguridad, electroválvulas contactores circuitos de fuerza y control.

Simulación de señales físicas verificando en la pantalla HMI confirmando la activación de cada entrada y salida del PLC, demostrando el desarrollo de la lógica de programación en los programas de aplicación.



Figura N° 70 Conexión de dispositivos de entrada

Fuente: Elaboración y Pruebas de funcionamiento de los equipos



Figura N° 71 Verificación de señales en pantalla HMI

Fuente: Elaboración en el software Cx-Designer

4.7.3. Resultados Finales

Finalmente, el resumen de los resultados en este proyecto nos con lleva el desarrollo de los programas y la integración de los elementos y garantizar la efectividad de la tecnología en un proceso productivo continuo.

Tabla N° 12 Resumen de los Resultados

Ítem	Variable	Dimensiones	Indicadores
1	Variable Independiente: Controlador lógico programable y monitoreo CX-ONE	1. Niveles lógicos de entrada y salida del PLC. 2. Tiempo de respuesta del PLC. 3. Sincronización del sistema CX-ONE con el proceso.	1. Tensión de entrada y salida 24vdc 2. Velocidad de carga del programa lógico. SYSMAC WAY 9600bit/s 3. Comunicación vía RS232 HMI - PLC.
2	Variable Dependiente: Sistema de innovación tecnológica a máquinas extrusoras de ladrillos	1. Velocidad rotacional del tornillo. 2. Temperatura de arcilla en el dado. 3. Consumo de potencia del motor. 4. Numero de cortes por minuto	1. Variación de Hz en variador de frecuencia. 2. Control de temperatura en el durómetro. 3. Consumo de corriente por producto. 4. Producción total por producto o turno.

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 5: BENEFICIOS Y RESULTADOS DEL PROYECTO

En este capítulo se muestran los costos del proyecto y resultados de la tesis. Para ello el capítulo se divide en las siguientes etapas. La primera, para realizar los cálculos de los costos la segunda para revisar y comparar los resultados para la constatación de las hipótesis de la tesis.

A lo largo del capítulo se mostrarán las ventajas, consideradas durante el desarrollo del proyecto, reducción de costos, reducciones de tiempos muertos y la reducción de mantenimiento.

En la tabla 13 se muestra el listado de componentes que se sugiere utilizar para la realización del proyecto

Tabla N° 13 Listado de Componentes Sugeridos para la Realización del Proyecto

ítem	Descripción	Unidad	Cant.	PU S/.	Total S/.
1	Pulsadores de arranque y parada marca Schneider	Pza.	6	30.0	180.0
2	Botón Pulsador de Emergencia Tipo Hongo marca Schneider	Pza.	2	90.0	180.0
3	Selector de tres posiciones Schneider	Pza.	1	28.0	28.0
4	Led de señalización Schneider	Pza.	5	20.0	100.0
5	Columna de Balizas Schneider	Pza.	1	200.0	200.0
6	Pantalla HMI NS5 TFT color 5,7"	Pza.	1	3440.0	3440.0
7	Módulo de Plc CJ2M-CPU13	Pza.	1	2920.0	2920.0
8	Módulo CP1W-CIF01 RS-232C	Pza.	1	148.0	148.0
9	Power Supply Modulo 100-240V CJ1W-PA202	Pza.	1	536.0	536.0
10	Input Modulo 16 Digital CJ1W-ID212	Pza.	1	704.0	704.0
11	Input Modulo 16 Digital CJ1W-ID211	Pza.	1	564.0	564.0
12	Output Modulo 16 Digital CJ1W-OC211	Pza.	1	836.0	836.0
13	Output Modulo 16 Digital CJ1W-OD211	Pza.	1	660.0	660.0
14	Relay de estado sólido SSL1D03BD 24V DC, 3,5A	Pza.	15	47.2	708.0
15	Base de relay de estado sólido SSLZVA1	Pza.	15	11.6	174.0

ítem	Descripción	Unidad	Cant.	PU S/.	Total S/.
16	Convertidor Omron NSALOO2 RS232 A RS422	Pza.	1	500.0	500.0
17	Sensores Inductivos XS618B1PAM12	Pza.	10	68.8	688.0
18	Conector Acodado XZCP1241L2	Pza.	5	22.8	114.0
19	Conector Recto XZCP114L2	Pza.	5	22.8	114.0
Total					12,794.0

Fuente: Elaboración Propia

5.1. Reducción de costos de Mantenimiento

Para hacer posible la reducción del mantenimiento, será necesario, en primera instancia, capacitar al personal que este en contacto directo con la máquina para que el mantenimiento proactivo comience a tomar lugar en este proceso de actualización que se desea llevar a cabo.

Que sean capaces de forma natural de reducir desperdicios, de emplear el tiempo necesario para las actividades a realizar, de mantener limpia su área de trabajo y crear con todo esto un ambiente que genere por si solo la suficiente comodidad para que el trabajo se lleve a cabo de forma ordenada, limpia y con gusto.

Para poder lograr lo anterior fue necesario buscar los puntos de los que se vale este trabajo para reducir el mantenimiento, uno de esos puntos y que es de los más importantes, es la propuesta de innovar tecnológicamente la extrusora que fabrica ladrillos, debido a que esta extrusora es ya muy antigua, requiere de cambios de componentes mecánicos, eléctricos, hidráulicos y electrónicos, por efecto del propio trabajo y discontinuidad en el tiempo, en cualquier momento provocará que se malogre sin saber cuál es el motivo generando pérdida de tiempo y producción, y aparte de que puede causar algún accidente tanto a al operador y a la misma máquina será necesario realizar mantenimiento correctivo, sin embargo, con la instalación de un sistema de supervisión HMI, se tiene uno en almacén con las características que se necesita, voltaje conexión de comunicación y tamaño.

Para la realización de dicho cambio es necesario cablear desde el tablero hasta la consola HMI, se realiza una caja metálica para empotrar la pantalla para poder tener control de la

máquina con dispositivos tecnológicos actualizados que se ajustan los parámetros para obtener la velocidad deseada dependiendo del tipo de ladrillo a fabricar, según los cálculos.

Por otro lado, con la sustitución de la unidad contactores de potencia para los diferentes motores de arranque por nuevas, representa muchas ventajas para indicar señales de funcionamiento a través de los contactos auxiliares, la misma función para los bloqueos de condiciones eléctricas que garantiza el funcionamiento aguas arriba de forma más eficiente y es más adecuada de acuerdo a la capacidad de los motores para su alimentación por medio de ella. La unidad antigua, que sigue funcionando presenta en ocasiones fallas que exigen de un mantenimiento correctivo, además de que es mucho más robusta que la nueva, porque también estaríamos liberando espacio

El gabinete que contiene parte de elementos de control y fuerza de la máquina es muy antigua también, está muy descuidado y no integra todos los elementos eléctricos de la misma, lo que se espera con el diseño de un nuevo tablero y colocar dentro de ella la mayor parte de estos elementos, liberando espacio, evitando tener tantos elementos y por consecuencia reduciendo mantenimiento, como limpieza, ya que es un ambiente en el que existe mucho polvo que se desprende de la materia prima y del mismo proceso.

El diseño del nuevo tablero contempla un gabinete cerrado que no permita la entrada de tanto polvo, además de que el variador de frecuencia para el motor principal sería instalado dentro del tablero, con lo que de igual forma reducimos espacios, y evitamos lugares donde se pueda acumular el polvo, evitamos algún tipo de falla con la correcta instalación del drive del motor principal e integramos eléctricamente a la máquina, lo que representa menor problema para la detección de fallas, identificación de dispositivos que presenten mal funcionamiento y facilitaría tanto el mantenimiento preventivo, que es la prioridad, como el correctivo, con lo que los paros serían menos y/o más cortos evitando de esta manera entregas de producción a destiempo o retrasos en la misma

5.2. Tipos de falla Eliminados

En el sector Ladrillero las Extrusoras han presentado distintos tipos de falla durante su operación en retardo. Es común observar distintos motivos para el retiro del componente para su reparación en talleres de componentes mayores.

Para los componentes de la extrusora, su vida útil de trabajo (Tpm) para el tiempo de trabajo está entre 1400 horas a 1700 horas según las indicaciones de la fábrica (horas de trabajo representativas para un correcto mantenimiento).

Los registros de fallas en el sector ladrillero solamente refieren a un universo de fallas prematuras propias de producto. Es la única data completa que se puede contar, lo cual servirá de muestra para el análisis.

Se puede, entonces, identificar los tiempos de falla de la extrusora con su primera vida, tipo de falla y el porcentaje referente a fallas eléctricas

Tabla N° 14 Tipos de Falla de la Extrusora

Tipo de falla	Falla	Numero de eventos	total
Fallas mecánicas	Falla de dados	5	38
	Falta de vacío	2	
	Rotura de alambre	30	
	Lubricación	1	
Falla eléctrica	Sobrecarga de corriente en motor	3	14
	Falla en tablero eléctrico	5	
	Falla de sensores	6	
Falla de operación	Mala maniobra de operación	15	51
	Falta de vagón	1	
	Cambio de alambre	30	
	Falta de espacio en secaderos	5	

Fuente: Elaboración Propia

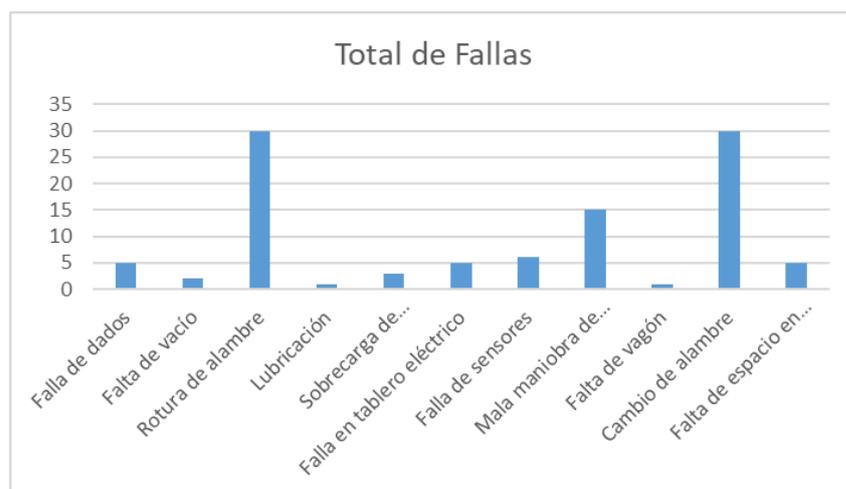


Figura N° 72 Cuadro de Fallas

Fuente Elaboración Propia



Figura N° 73 Distribución de los Tipos de Fallas
Fuente Elaboración Propia

5.3. Cálculo de costos en el sistema convencional

De manera gráfica, en la figura 74 se muestra un esquema de cómo obtener el cálculo de costos proyectado en la vida sugerida por fábrica.

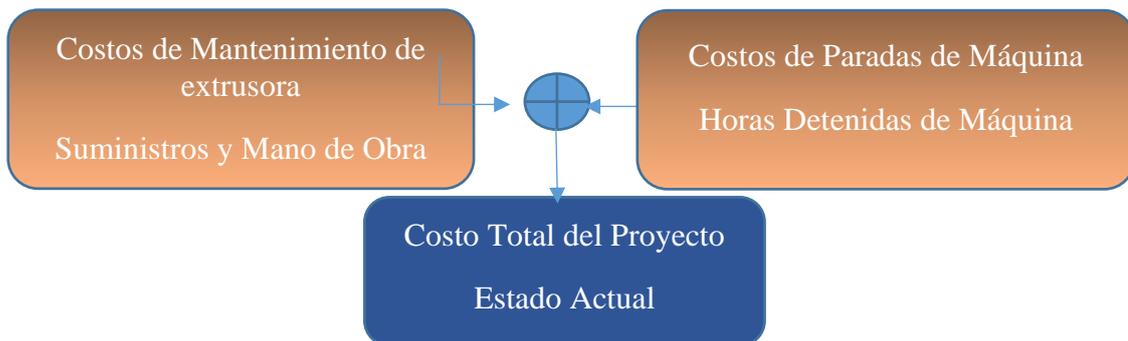


Figura N° 74 Determinación de Costo Total Proyectado Actual
Fuente Elaboración Propia

Para los cálculos de costos totales y preventivos del sistema convencional, debemos tomar en cuenta el costo por minuto de parada de la extrusora.

Costo Extrusora parado = S/. 80.00 por minuto

Tabla N° 15 Reporte de Efectividad planta 1 05 al 11/10/2019

Paradas al Máximo Valor 80%				
Código	Descripción	Valor S/.	Total Minutos	% Parada
717	corte por pasta humedad dura	11,760.0	147	24.95
8	Falla mecánica automatismo	8,800.0	110	18.67
768	parada x dados	8,720.0	109	18.50
210	Problema eléctrico en batea amasadora	2,320.0	29	4.92
26	Falla eléctrica automatismo	2,000.0	25	4.24
690	Corte de pasta por piedra	2,000.0	25	4.24
1691	Falla Mecánica - Cortadora Secundaria	1,760.0	22	3.73
Total		37,360.0	467.00	79.26

Parada al Máximo Valor 20%				
Código	Descripción	Valor S/.	Total Minutos	% Parada
1676	Problemas Velocidad de Pasta	1,360.0	17	2.89
1690	Falla eléctrica - Cortadora Secundaria	1,360.0	17	2.89
1595	Regulación de Cortadora x operador	960.0	12	2.04
27	mala maniobra operador de automatismo	800.0	10	1.70
272	se acaba agua del pozo que alimenta la batea	720.0	9	1.53
910	Se bota barro aguado	720.0	9	1.53
907	Caída de ladrillo a mesa de carga	560.0	7	1.19
913	Problemas con Brazo Automatismo	480.0	6	1.02
915	Limpieza cámara de vacío	480.0	6	1.02
1053	No ingresa ladrillo al vagón	480.0	6	1.02
694	Corte por pasta seca	400.0	5	0.85
701	corte de pasta por pedazo de metal	400.0	5	0.85
916	Falla mecánica en tambor	400.0	5	0.85
1527	problemas de vacío	400.0	5	0.85
2	rotura de alambres	240.0	3	0.51
Total		9,760.0	122	20.71

Fuente: Elaboración Propia

Información de extrusora EB500

Según el último recuento de la extrusora EB500 es de 50Ton por hora. Asimismo, se puede indicar que:

- Tpm para Extrusora = 1400 horas (Tiempo Promedio de mantenimiento regular)
- Tiempo promedio de parada por falla de extrusora = 1 horas.

Se identifica que el 51% de los casos refieren a fallas electromecánicas. Además, las muestras y la experiencia demuestran que la extrusora no alcanza el Tpm convencional. De este modo:

- Total, de fallas en extrusoras = 103
- Cantidad de falla electromecánica = 52
- Referencia de Tpm real en cada Tpm estándar para extrusora con falla electromecánica = $170 \text{ horas} / 24 = 7 \text{ días}$ una vez a la semana se realiza Mantenimiento
- Para la vida total esperada de la extrusora según fábrica (10 años 57,600 horas) la extrusora tendrá la siguiente cantidad de mantenimientos unitarios = 4 veces al mes al año 52 veces por 10 años = 52 veces al año x 10 años 520 veces de realizar mantenimiento
- Costo promedio muestra por cada mantenimiento = S/. 6,000

Se tomó luego, una muestra de 04 mantenimientos de reparación regular de la extrusora. En la tabla n° 16 se muestra el costo de los 4 mantenimientos y el promedio con el que se trabajará para identificar el impacto en de reparación de la extrusora.

Tabla N° 16 Costos de reparaciones regulares de la extrusora

ítem	Referencia - Mantenimiento	Monto S/.
1	Realizar cambio de camisetas con platinas de batea incorporada.	1,500
2	PMP: Cambio de camisetas del cañón	1,700
3	Mantto: Reparación de sinfines del cañón juego "A"	2,086
4	Mantto: Reparación de juego conos	1,000
Promedio de la Muestra		6,286

Fuente: Elaboración Propia

a.- Costo de impacto de Equipo Detenido (Cied)

Por lo tanto, el Costo Total Proyectado Actual (Ctp) se determina sumando el Costo De Mantenimiento de la extrusora (Cme) con el Costo de Impacto por Equipo Detenido (Cied) mostrado en la ecuación (ec 2.0). El Costo de Impacto por Equipo

Detenido se obtiene de la multiplicación del Costo de la extrusora parada unitario (Cep) por el número de minutos detenidos por mantenimiento (ht).

Se realiza la ecuación (ec 2.0):

$$Cied = Cep \cdot ht \dots\dots\dots 2.0$$

donde:

Cied: Costo por impacto de equipo detenido

Cep: Costo de extrusor parado unitario

#Em: Número de eventos de mantenimiento

ht: Horas de trabajo

Por lo tanto, como indica la ecuación (2.0):

$$Cied = (Cep \cdot ht)$$

$$Cied = \left(\frac{80 \text{soles}}{\text{min}} \cdot \frac{540 \text{min}}{\text{mes}} \right) = 43,200.00 \text{ Soles}$$

b.- Costo por mantenimiento de la Extrusora (Cme)

El valor del Costo por Mantenimiento de la extrusora (Cme) se obtiene del producto del Costo unitario de mantenimiento (Cm). En este ejemplo, este es el producto del valor promedio de la muestra de mantenimiento de la extrusora y el Número de Eventos de mantenimiento (#Em) que se muestra en la ecuación (2.1).

Se realiza la ecuación (2.1):

$$Cme = (Cm \cdot \#Em) \dots\dots\dots 2.1$$

$$\#Em = \left(\#Extrusoras \cdot \%fallas \cdot \frac{4}{\text{mes}} \right) \dots\dots\dots 2.2$$

$$\#Em = \left(1 \cdot 100 \%fallas \cdot \frac{4}{\text{mes}} \right) = 4$$

donde:

Cme: Costo de mantenimiento de la extrusora

Cm: Costo unitario de mantenimiento

Por lo tanto, como indica la ecuación (2.1):

$$Cme = (Cm . \#Em)$$

$$Cme = \left(6,286 . \frac{4}{mes} \right)$$

$$Cme = 25,144 \text{ soles/mes}$$

c.- Costo total Proyectado actual (*Ctp*)

Finalmente, la fórmula inicial debe usarse para determinar el Costo Total proyectado Actual (*Ctp*), que es la suma entre el Costo De Mantenimiento de la extrusora (*Cme*) con el Costo de Impacto por Equipo detenido (*Ciep*) mostrado en la ecuación (2.2).

Se realiza la ecuación (2.3):

$$Ctp = (Cied + Cme) \dots \dots \dots 2.2$$

Donde

Ctp: Costo total proyectado actual

Por lo tanto, como indica la ecuación (2.2):

$$Ctp = (Cied + Cme)$$

$$Ctp = (43,200 \text{ mes} + 25,144 \text{ mes})$$

$$Ctp = 68,344 \text{ soles /mes}$$

$$Ctp = 68,344 \text{ soles} . 12\text{mes} . 10 \text{ años}$$

$$Ctp = 8,201,280.00 \text{ millon de soles}$$

La justificación de la mejora en la tesis es de **S/. 8,201,280** millones de soles para las 57 mil horas de trabajo regular de la vida de la extrusora.

d.- Cálculo de costos con implementación del sistema (nuevo diseño)

Etapa 1: Modificaciones físicas (70 horas hombre total)

En la primera etapa trabajaremos con las modificaciones permanentes de la extrusora en el sistema electromecánico y el sistema hidráulico.

Modificación de la extrusora

- Retiro de los componentes antiguos (3 HH)
- Desarmado total de los contactores (8 HH)
- Modificación del tablero de control (10 HH)
- Retiro de Relés anteriores discontinuados (5 HH)
- Montar PLC y módulos de entrada y salida (4 HH)
- Instalación de componentes nuevos (24 HH)

Modificación del Tanque hidráulico

- Drenaje del tanque hidráulico (4 HH)
- Acondicionar lugar de instalación de sensor de temperatura (2 HH)
- Retirar válvula de bola (3 HH)
- Limpieza y llenado de aceite en tanque (7 HH)

Etapa 2: Instalación de componentes (9 horas hombre total)

Aquí se instalan los componentes para el automatismo.

- Instalación de la electroválvula solenoide de caudal de aceite (2 HH)
- Instalación de sensor de temperatura de caja reductora (1 HH)
- Instalación de elementos de seguridad (2 HH)
- Instalación de sensores magnéticos (1 HH)
- Instalación de pulsadores y hongos de seguridad (3 HH)

Etapa 3: Tendido y direccionamiento de los cables eléctricos (22 HH total)

- Instalación y conexión de los cables en los sensores (4 HH)
- Instalación y conexión de contactores de potencia (10 HH)

- Tendido eléctrico en las canaletas (8 HH)

Finalmente, el cálculo de hora total sería:

HH Etapa 1 = 70HH

HH Etapa 2 = 9HH

HH Etapa 3 = 22HH

Total = 101 HH

5.4. Cálculo de Costos

Finalmente, es necesario realizar cálculos de costos para comparar los efectos de las fallas mecánicas y eléctricas del sistema con las soluciones brindada en la tesis.

Para ello se obtiene el costo del sistema aproximado, el costo de horas hombre por instalación y se aumentará el impuesto actual (18%) para obtener un costo aproximado de instalación del sistema.

Luego, el mantenimiento realizado según el proveedor corresponde a la inspección y reposición de los componentes, por lo que, dado que el impacto es pequeño, los contactores, relés y pulsadores necesitan un mantenimiento anual. Todo se lleva a la vida útil del equipo y se hará la comparativa de impacto.

a) Costo del sistema (Cs)

Para realizar el cálculo del costo se introducen todos los elementos del sistema de modificación y se le agregan los precios encontrados en el mercado actual basados tanto en información de cotizaciones como aproximación con valores de repuestos.

Tabla N° 17 Costo del Sistema

Materiales	Valor S./
PLC Módulos	6,368.0
Sensores magnéticos, pulsadores, electroválvulas, relay, convertidor Omron etc...	2,986.0
Pantalla HMI	3,440.00
Costo del Sistema Instalado	12,794.0

Fuente: Elaboración Propia del sistema a instalar

b) Costo de la mano de obra (Cmo)

El costo laboral se calcula en base al costo unitario indicado por la fábrica que se muestra en la tabla n° 18.

Tabla N° 18 Costo de la Mano de Obra

Descripción	Valor
Costo de HH considerado por Fábrica	S/. 15.00 jornal diario 120 soles
Total, de Horas empleadas	101 horas
Total, de horas por ajustes	15 horas
Costo de HH total para instalación	S/. 1,740

Fuente: Elaboración Propia

c) Costo de mantenimiento (Cma)

Se procede a calcular el costo del mantenimiento y costos generales cada año en parada (tabla n°19).

Tabla N° 19 Costo de Mantenimiento

Descripción	Valor S./
PLC Módulos	160.00
Sensores magnéticos, pulsadores, electroválvulas, relay	120.00
Pantalla HMI	80.00
Costo total de mantenimiento x parada	360.00

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, con la inversión del proyecto para todo el sistema espera reducir el 80% de tiempos por equipo detenido y modificar la frecuencia de parada de planta por mantenimiento de 4 a 2 veces al mes esto traerá un beneficio económico de aproximadamente S./ 5,655,840.0 soles. Esto justificaría notoriamente la implementación del nuevo sistema eléctrica, hidráulica – mecánica.

Algunos cálculos de ahorro considerando ecuaciones 2.0, 2.1, 2.2

$$Cied = \left(\frac{80 \text{soles}}{\text{min}} \cdot \left(\frac{540 \text{min} \cdot 80\%}{\text{mes}} \right) \right) = 34,560.00 \text{ Soles}$$

$$Cme = \left(6,286 \cdot \frac{2}{\text{mes}} \right) = 12,572.00 \text{ soles}$$

$$Ctp = 34,560.00 + 12,572.00$$

$$Ctp = 47,132.00 \frac{\text{soles}}{\text{mes}} \cdot 10 \text{ años}$$

$$Ctp = 5,655,840.00 \text{ soles}$$

5.6. Ahorro Adicionales de Energía

En la tabla 21 se muestra la comparación entre componentes como lámpara de luz led y lámparas de luz led solares de características similares.

Tabla N° 21 Comparación entre Tecnología led y led solar

Reflectores led	Lámpara de luz High Bay
IZL-TLFLO	Tipo campana
Consumo: 50w equivale a 500w	Consumo: 400w
Duración: 100,000 horas	Duración: 12000horas
Flujo luminoso: 130lm/w	Flujo luminoso: 30lm/w

Fuente: https://www.fukupark.com/images/pdf_descarga/led-reflector-industrial.pdf

Tabla N° 22 Comparación consumo 10 lámparas x 10 horas/día durante un año

Tipo	P (w)	Hora / día	KWh/día	Horas Mes	Hora / año	KWh/año
high bay 400w x 10uni	4,000	10	40	300	3600	14,400
Led 50wx 10uni	500	10	5	300	3600	1,800
Ahorro	3,500		35			12,600

Tipo	KWh/mes	KWh/año	Costo x KWh	Costo mes S/.	Costo Anual S/.	Costo 10 años S/.
high bay 400w	1200	14,400	0.5582	669.84	8038.08	80,380.8
Led 50w	150	1,800	0.5582	83.73	1004.76	10,047.6
Ahorro	1050	12,600	0.5582	586.11	7033.32	70,333.2

Fuente: Elaboración Propia

Duración de lámparas high bay 3.3 años costo por unidad 300 soles

Duración de Reflectores Led 27 años costo por unidad 600 soles

El ahorrar energía implica indudablemente ayuda a reducir los costos directa o indirectamente la empresa en la Implementación del proyecto.

Amortización

Coste de 10 lámparas de reflector Philips high bay = 9,000 soles en 10 años

Coste de 10 lámparas de luz led = 6000 soles en 10 años

$$\frac{6000 \text{ soles}}{7033.32 \text{ soles}} = 0.85 \times 12 \text{mes} = 10.23 \text{ mes}$$

Aproximadamente en 10.23 meses se recupera la inversión inicial

5.7. Reducción de Tiempos Muertos

De acuerdo a las oportunidades que fueron focalizadas, se decidió dar prioridad a aquellas que podían afectar, ya fuera de manera directa o indirecta, la productividad y buscar la manera de ahorrar tiempo y esfuerzo.

Uno de los puntos más importantes que quita tiempo considerable a los operadores, es el hecho de cambiar los moldes en cada cambio de formato de la máquina con cierta periodicidad. El operador tiene que realizar la actividad con los procedimientos para evitar fallas, accidentes y asegurarse de que la operación de la misma se está llevando a cabo con seguridad, esta acción la realiza cada término del tiraje aproximadamente 36 horas, y lo hace en un tiempo estimado de 1 hora en el cambio del molde.

Con la propuesta de mejorar los tiempos en el cambio del formato se implementa herramientas automáticas para mejorar el tiempo a 30 min, además debemos considerar los problemas no previstos que se presentan en plena producción y el tiempo que implica en ubicar la falla sea mecánico o eléctrico para esta solución se pretende lo que a continuación se describe.

De acuerdo a la información anterior se procedió a obtener datos que reflejaran de forma más clara el impacto de estas acciones

Considerando que la máquina extrusora produce 50 Tn/hora y cada minuto detenido tiene un costo de 80 soles, se obtiene lo siguiente

$$N = \frac{720 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}}{36 \text{ horas}} = 20 \text{ veces}$$

$$T\tau = 20 \text{ veces} \times 60 \text{ min} = 1200 \text{ min}$$

Donde:

N= Cantidad de veces que el operador cambia de formato a la máquina.

TT= Tiempo total empleado

Cabe recalcar que los moldes que van a ser cambiados tienen que estar limpios y reparados para comenzar la producción y luego se debe regular la salida del producto hasta tener parámetros de calidad para considerar producción normal mientras tanto se considera prueba de arranque y pesar periódicamente y mantener un peso dentro de los rangos permitidos si fueran lo contrario el producto sale con más peso se considera como pérdida de producción.

Con este método de trabajo se mejora la calidad del producto e incluso se realiza el seguimiento del molde con respecto a los componentes de desgaste y asegurar que duren más tiempo de confiabilidad del equipo y mayor efectividad.

Los tiempos para detectar las fallas serán cada vez menores gracias a la automatización y la supervisión del proceso que nos indicara la ubicación del problema y el tipo de falla además el histórico de alarmas.

Esto significa aún más ahorro en los tiempos de producción o bien el incremento de esta.

La máquina trabaja a una velocidad de producción aproximada de 50Tn/hora, con el ahorro del tiempo total empleado en esas actividades se obtiene lo siguiente.

Sí $60\text{min} = 100\% \Rightarrow 30\text{min} = 50\%$

$$R = 50\%(50\text{tn}) = 25 \text{ Tn}$$

Donde:

R= Toneladas no producidos

De acuerdo a la información y cálculos realizados se obtuvo que la producción se vería favorecida de una manera muy importante, una de ellas es que el tiempo de cambio de moldes baje un cincuenta por ciento para luego retomar la producción sin problemas. se terminaría treinta minutos antes o bien se fabricarían veinticinco toneladas más de ladrillos.

Por otro lado, esta propuesta de automatización persigue objetivos de solución de problemas de inmediatos tanto mecánico y eléctricos evitando pérdidas de producción cuantiosos muy aparte los temas de seguridad, debido a ser una máquina muy robusta y tomando en cuenta la cantidad de ladrillos que produce por hora la máquina, el hecho de operar la máquina en óptimas condiciones nos brinda indicadores de disponibilidad y efectividad a largo plazo. y es lo que se pretende mantener.

La idea de cambiar el modo de operar el funcionamiento la supervisión del proceso de la extrusora es en primera instancia por incrementar la seguridad en su operación y por ende evitar accidentes. Aunque además se lograría el ahorro de tiempo de intervención de a pocos, pero valiosos minutos que contribuyan al incremento de la productividad tal y como arriba se mostró, así como también el desgaste físico del operador se vería disminuido, lo que representa un menor agotamiento y una mayor eficiencia del mismo, que se podría ver reflejado en un mejor desempeño.

6. Aporte de Mantenimiento para la Tesis

6.1. Plan de mantenimiento Preventivo, Predictivo

Para tener un correcto funcionamiento de la máquina es necesario dar un adecuado mantenimiento preventivo, a continuación, se describe el siguiente plan de mantenimiento.

- Antes de proceder a realizar cualquier mantenimiento se debe desconectar la energía eléctrica.
- En toda la estructura de la máquina está empernada la cual es de fácil desmontaje para poder realizar el mantenimiento de las partes mecánicas, así como el circuito eléctrico de potencia y control.
- Es recomendable realizar una revisión del mecanismo cada semana.
- El mecanismo debe estar correctamente lubricado para un correcto funcionamiento.
- Se debe controlar el aceite en la caja reductora del motor.
- Cambio de aceite en el reductor cada 4000h de funcionamiento.
- Limpiar los contactos y borneras del tablero eléctrico c/mes.

6.2. Generalidades sobre los Mantenimientos.

El mantenimiento es un conjunto de actividades que debe realizar en las instalaciones y equipos con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Desde la perspectiva de quien gestiona el mantenimiento, el objetivo principal es la conservación del servicio. Es decir, la máquina deber recibir un mantenimiento no por ella misma, sino para su conservación y para asegurar que las funciones realizadas dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad y se mantenga para lograr el propósito deseado.

6.3. Tipos de Mantenimientos.

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada una de las cuales tiene sus propias características como describiremos a continuación:

6.3.1. Mantenimiento Correctivo.

Como su nombre los indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presenta en determinado momento. En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas.

Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible.

6.3.2. Mantenimiento Predictivo.

Este tipo de mantenimiento consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados aparte de maquinarias que sean muy costosas o a las cuales no se les puede permitir fallar en forma imprevista, pues arriesga la integridad de los operarios o causan daños de cuantía. La mayoría de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción.

6.3.3. Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (Revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos.

Este programa se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuales de las actividades se harán con el equipo detenido y cuales cuando está en marcha, además se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas – hombre que requiere una tarea de mantenimiento al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año.

6.4. Selección del tipo de Mantenimiento a Seguir

El plan de mantenimiento elaborado para la máquina extrusora tiene como finalidad corregir y prevenir fallas, minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.

Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones, aumentando así su vida útil y garantizando la seguridad industrial.

La empresa ha implementado un tipo de mantenimiento correctivo, el cual no es funcional ni eficaz ya que se paraliza la máquina mucho tiempo al reparar las piezas que han sufrido una falla, por tal razón, nosotros por medio de este proyecto implementamos otro plan de mantenimiento como es el preventivo y predictivo en el cual hacemos énfasis en las

revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este mantenimiento preventivo lo vamos a ejecutar teniendo en cuenta los altos niveles de productividad que requiere la empresa, ya que este permite aumentar la eficiencia de la producción, la cual es directamente proporcional a la calidad del producto.

Los técnicos y operarios de la máquina extrusora mediante sus experiencias laborales nos han brindado información valiosa acerca de las partes eléctricas, mecánicas y de lubricación, ya que esta máquina no posee catálogos de fabricantes manuales, planos, ni memorias de cálculos realizados para implementar el mantenimiento preventivo.

6.5. Programa de Mantenimiento a Componentes de la Máquina Extrusora.

Mantenimiento Preventivo por Sistema L.E.M.

El sistema L.E.M. no es más que un programa de mantenimiento preventivo, solo que en este las actividades propias del mantenimiento están agrupadas en tres especialidades, tienen un tratamiento específico y se presentan con mayor frecuencia en la máquina. Los tres grupos son: (Gomez, 2016)

L: Actividades de lubricación

E: Actividades eléctricas y electrónicas.

M: Actividades mecánicas.

FRECUENCIA:

S: Semanal M: Mensual A: Anual Q: Quincenal T: Trimestral.

CONCLUSIONES

Con la elaboración de este trabajo se realizó un proyecto de ingeniería básica extenso y completo cubriendo los principales requisitos que actualmente se requiere en el proceso y que se mencionan a continuación.

1. El sistema automatizado Implementado ayuda a monitorear y controlar a la máquina extrusora a través del software Cx-One además nos permite gestionar indicadores, alarmas, visualización de entradas, salidas y métodos de bloqueos de seguridad.
2. El sistema automatizado nos permite que el proceso mediante un controlador lógico programable podemos obtener información referente a la producción de cada producto corte por minuto y toneladas por tiraje por turno.
3. Para la automatización del sistema se empleó software Cx-Programer de programación lógica en Ladder para optimizar procesos y Aumentar la productividad de la empresa como beneficio principal de optimizar tiempos de operación y detección de fallas de mantenimiento y operación reduciendo hasta un 50% del total de equipo detenido con el objetivo garantizar la disponibilidad de la máquina, asumiendo el proyecto de innovación tecnológica.
4. El sistema de supervisión nos muestra el proceso a través de Cx-Designer para poder gestionar las diferentes pantallas ya sea historial de alarmas, producción por producto cortes por minuto, por turno, por tiraje, modos de seguridad y bloqueos por mantenimiento u operación.
5. En el desarrollo de la tesis encontramos algunos aportes de mantenimiento con respecto de alarmas de frecuencias de mantenimiento preventivo por horas trabajadas por componente de desgaste como paletas, sinfín, chaquetas y moldes.
6. Se obtuvo y demostró un beneficio económico significativo, que es uno de los principales intereses de la tesis aprox. 5.5 millones de soles.

Para la elaboración de dicho proyecto se enfocó gran parte de los conocimientos adquiridos por experiencia y a lo largo de la carrera de ingeniería en control y automatización, aprovechando la necesidad de las condiciones de trabajo de la extrusora

en condiciones no aceptables en temas de seguridad y confiabilidad de operación reduciendo tiempos perdidos apoyándonos en la programación y comunicación de elementos de control, pasando por el uso de normas y estándares, elección de dispositivos de control, conexión de motores, etc...

Dado que las ventajas del uso de la tecnología de automatización en el control de procesos son múltiples, entre ellas se podría nombrar una mayor eficacia de las operaciones, mayor seguridad, una reducción drástica de las operaciones manuales, reducción de tiempos de intervención aprox. 50% que se refleja en el costo operativo de producción, un menor mantenimiento a sus componentes, repetitividad de operaciones sin variaciones, informe periódico del proceso, historial de operaciones y control.

Se concluye que la sustitución de componentes principales electromecánicas por un control PLC (el cambio de control general en la máquina extrusora de ladrillos) tendría mayores beneficios dando como resultado mejor operación de la extrusora de ladrillos como son los ciclos de operación cortos por minuto de la máquina más controlados y precisos.

Con lo que se lograría un rendimiento óptimo en la operación de la máquina, resultando un equipo confiable y productivo, con mayor disponibilidad de tiempo de operación, menor desperdicio de producto merma por concepto de tiempo de mala producción, así como por un menor tiempo en mantenimiento y alertas de frecuencias.

Así como también del cambio de control del motor por un variador (inversor), con el cual se lograría un control en la entrega del extrusor infinitamente variable, lo que resultaría una producción de diferentes productos con tiempos cortos de cambio de formato, inicialmente 1 hora por cambio de molde y actualmente se consigue en 30min obviamente ahorrando material de proceso y como consecuencia incrementando la productividad del mismo.

Lo anteriormente expuesto viene a dar como resultado que su tasa interna de retorno de la inversión se vería favorecida y se justificaría la inversión aprox. 5.5 millones de soles ya que los tiempos han sido bastante mejorados en todas las actividades tanto operación y mantenimiento.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para futuras aplicaciones y beneficios establecer una comunicación a través de la red internet para el control de procesos a distancia y hacer un diagnóstico de falla.
2. Se recomienda implementar las otras extrusoras e interconectar a una red industrial y centralizarlo en una sala de control de procesos a través de un sistema scada.
3. Se recomienda el estudio de nuevas tecnologías con estaciones inteligentes para el monitoreo y supervisión de la calidad de ladrillos con proyección a la tecnología industria 4.0 Integración de sistemas de control de procesos desde el área de chancado hasta el producto terminado proyecto a futuro.
4. Se recomienda implementar sistema de adquisición de datos de variadores o motores eléctricos para envío de alertas antes de suceder una falla durante el proceso y sea fácil la detección de problemas cuando se presenten, para realizar el cambio del componente o ajuste de parámetros y poder identificarlos fácilmente.
5. Se recomienda instalar PLC esclavo ante una falla del master y continuar con el proceso productivo sin alterar la secuencia de producción y cambio de componentes averiados por fallas internas del Plc.
6. Se recomienda presentar el proyecto a otras empresas ladrilleras que tienen maquinarias con tecnología antigua que fue detenida en el tiempo con el fin de permitirles generar altos ingresos económicos mejorando los tiempos de recambio y reparación.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Ramón Piedrafita Moreno, Ingeniería de la automatización industrial 2da Edición editorial rama publicado 10-02-2004

www.ra-ma.es/libro/ingenieria-de-la-automatizacion-industrial-2a-edicion-ampliada-y-actualizada_48326/

automatizacion, N. d. (25 de setiembre de 2009).

<http://notasdeautomatizacion.blogspot.com/2009/09/programando-en-omron-plc-compacto-cpm2c.html>.

Aquino Rodriguez Penin, Sistema Scada 3ra Edicion

Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México ISBN: 978-607-707-406-9 mayo 2013

<http://etm2021.com/sbiblioteca/Libros/AUTOMATIZACION%20Y%20CONTROL/SISTEMAS%20SCADA%20-%20Aquilino%20Rodriguez%202013.pdf>

bedoya, A. I. (2009).

https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20Electrica/99.pdf.

boltec. (s.f.). *<http://www.boltec.com.bo/wp-content/uploads/2017/03/EXTRUSORA-MONOBLOCO.pdf>.*

Manual de motores Electricos,

C, R. C. (30 de Julio de 2014). *<https://www.scribd.com/doc/235421089/Diseno-Extrusor-Co>. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/235421089/Diseno-Extrusor-Co>.*

caliente, L. i. (03 de julio de 2015).

<http://www.ladrilleraaguacaliente.com/index.php/solicitud-de-informaci%C3%B3n/itemlist/tag/Proceso%20de%20Elaboraci%C3%B3n.html>.

Cayo, F. B. (26 de sep de 2017). *<https://es.scribd.com/document/359963736/Controles-Avance-Final-2>.*

CC, M. d. (13 de mayo de 2019). *<https://vsip.info/laboratorio-6-estructura-e-instalacion-de-las-maquinas-de-corriente-continua-pdf-free.html>.*

Delgado, R. Z. (2018).

<http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10474/Zanini%20Delgado%20C%20V%20Alvarez%20Huaynate.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DIAZ, W. V. (29 de julio de 2008). *Con este sistema se alcanza la ventaja de este tornillo extrusor por su geometría puede ser utilizado también con camisa*

cilíndrica o cónica, la desventaja de este sistema es que debido al incremento de presión cuando se presenta la transición del diámetro.

díaz, w. v. (29 de julio de 2008).

<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/116/92694388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

especificos, D. (agosto de 2004). <https://es.rs-online.com/web/p/cpus-para-automatas-programables/5101401/>.

Espino, L. O. (s.f.).

https://www.academia.edu/5893273/M_A_N_U_A_L_D_E_L_E_L_E_C_T_R_I_C_I_S_T_A. Recuperado el 2020

Garces, F. C. (17 de julio de 2015).

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/8311/1/T06263.pdf>.

García, G. M. (2010). [http://62.204.194.45/fez/eserv/tesisuned:IngInd-](http://62.204.194.45/fez/eserv/tesisuned:IngInd-Migarcia/Documento.pdf)

[Migarcia/Documento.pdf](http://62.204.194.45/fez/eserv/tesisuned:IngInd-Migarcia/Documento.pdf). Obtenido de Evolucion del proceso de fabricacion de ladrillos.

Giraldo, C. S. (2012).

http://www.munichulucanas.gob.pe/jdownloads/documentos_de_gestion/diagnostico_ladrilleras_morropon.pdf.

Gomez, G. A. (10 de julio de 2016).

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7191/6200046G633d.pdf?sequence=1#:~:text=Con%20el%20fin%20de%20implementar,los%20recursos%20de%20la%20empresa>.

Gonzalo, M. I. (2010). [http://62.204.194.45/fez/eserv/tesisuned:IngInd-](http://62.204.194.45/fez/eserv/tesisuned:IngInd-Migarcia/Documento.pdf)

[Migarcia/Documento.pdf](http://62.204.194.45/fez/eserv/tesisuned:IngInd-Migarcia/Documento.pdf).

Kuznetsov: 'Fundamentos de Electrotecnia, '. E. (s.f.).

https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_continua. Obtenido de Motor de corriente continua.

LESCANO, J. B. (febrero de 2014).

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf.

MEZA, R. J. (8 de julio de 2016). <http://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0069370.pdf>.

Obtenido de AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE UNA EXTRUSORA.

Ortiz, N. L. (2012).

<https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/2016.%20Proyecto%20de%20Elaboraci%C3%B3n%20del%20Diagn%C3%B3stico%20Marco%20s>

obre%20el%20Sector%20Ladrillero%20en%20el%20Estado%20de%20Jalisco.pdf.

PLC, E. (24 de feb de 2011). <https://es.scribd.com/document/49456308/EL-PLC>.

RICARDO, L. G. (8 de julio de 2016).

<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0069370.pdf>.

Romo, J. F. (Noviembre de 2013).

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5700/1/UPS-CT002797.pdf>.

Sensores. (24 de noviembre de 2012). <https://1607051.blogspot.com/2012/11/21-sensores-y-transductores.html>.

VILLEGAS, A. A. (10 de octubre de 2015).

<https://es.scribd.com/document/284265296/reconstruccion-maquina-de-extrusion>. Obtenido de Reconstruccion Máquina de extrusion.

VILLEGAS, A. A. (10 de octubre de 2015).

<https://es.scribd.com/document/284265296/reconstruccion-maquina-de-extrusion>.

VILLEGAS, A. A. (10 de octubre de 2015).

<https://es.scribd.com/document/284265296/reconstruccion-maquina-de-extrusion>.

Anexo N° 2 Orden de Trabajo de Mantenimiento Preventivo Lubricación

000001-00 Ladrillera El Diamante S.A.C.	Orden de Trabajo : 0000424286	Fecha : 12-07-2019 16:52:28
CRP 090203 C INDIRECTOS MANTENIMIENTO PLANTA 2		Página : 1 de 1
Descripción: Mantto: Revisión de camisetas, recuperación de sinfines y limpieza de	Tipo Mantenimiento : Preventivo	
Supervisor : ZAPANA MANRIQUE, ELIAS HORACIO	Clasif. de Mantenimiento : Programado	
Dirección :	Ubicación: 014601 PLANTA 2	
Nro.Requisición: 0000043142 Estado: Programado	Observaciones:	
Inf..Adicional:	Horómetro: 30,607.00	
Maquina: PL2-EB50 - Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	N° Solicitud Mantto:	
	Taller: Lubricacion	

Actividad		Tarea
#	Cod Descripción	Descripción
1	AM0207 Limpieza De Los Sinfines Del Cañón	Limpieza De Sinfines Del Cañón <input type="checkbox"/>
2		Revisión De Sinfines Del Cañón <input type="checkbox"/>

Recurso	Descripción	Nro de Requerimiento	Unidad	Cant. Asignada	Cant. Utilizada	Unidad
MATERIALES						
03010048	DISCO DE DESBASTE 7" 7MM RS50 LONG LIFE (011119:0000043075		UND	2.00		
03010048	DISCO DE DESBASTE 7" 7MM RS50 LONG LIFE (011119:0000043142		UND	1.00		
03160006	ALAMBRE TUBULAR TUBEALLOY 255 de 2.8 mm (Indur 0000042917		KG	12.20		
03160043	SOLDA. CITODUR 600 5/32	0000043142	VAR	20.00		
03190073	TRAPO INDUSTRIAL	0000042917	KG	1.00		
03190115	SILICONA LOCTITE SUPERFLEX CLEAR LOC 59575 X 30 0000042917		UND	2.00		
MANO DE OBRA						
MEC00002	MECANICO DE PLANTA		HOR	8.00		

Fecha Programada Inicio	04-07-2019 13:00	Fecha Real Inicio	
Termino	04-07-2019 17:45	Termino	

Indicación Importante :

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA REALIZADA	Nombre/Código	COMIENZO	FINAL

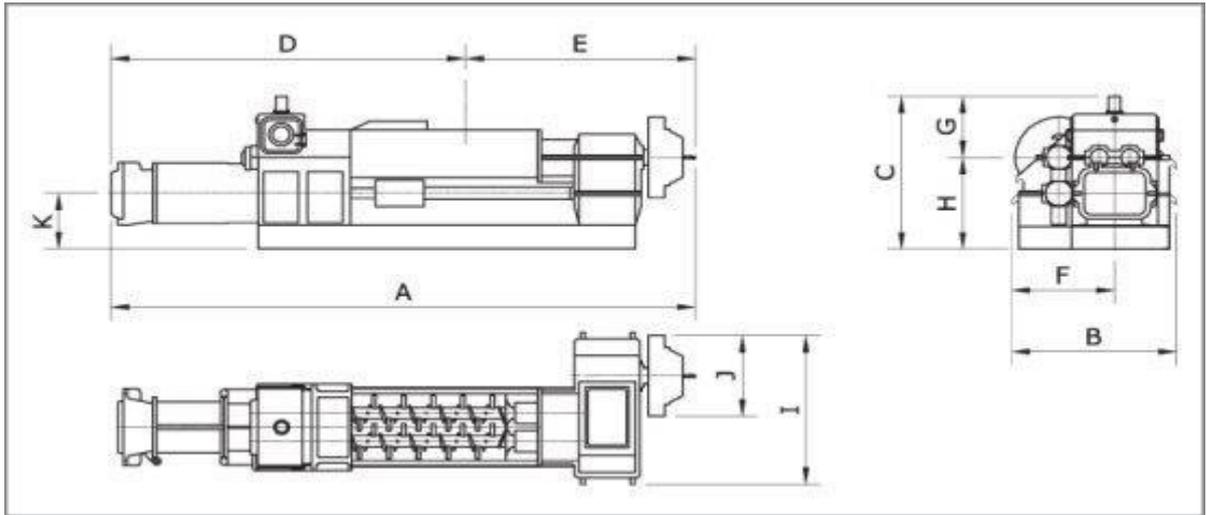
Anexo N° 4 Datos técnicos de Extrusoras Bonfanti

MODELO	PRODUCCIÓN EN HÚMEDO	DIÁMETRO SINFIN-CÔNICO	DIÁMETRO SINFIN-PARARELO	POTENCIA	PESO LÍQUIDO						
MVM B 400	13 a 18 t/h	400/350 mm	400 mm	100/150 HP	7000 Kg						
MVM B 450	18 a 28 t/h	450/400 mm	450 mm	150/200 HP	9300 Kg						
MVM B 500	28 a 38 t/h	500/450 mm	500 mm	250/300 HP	13000 Kg						
MVM B 600	38 a 60 t/h	600/550 mm	600 mm	350/400 HP	23000 Kg						
Dimensiones en mm											
MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
MVMB 400	5720	1500	1620	3480	2240	940	640	980	1570	900	592
MVMB 450	6020	1700	1710	3650	2370	1060	690	1020	1660	900	622
MVMB 500	6650	1800	1790	3990	2660	1180	730	1060	1750	1000	652
MVMB 600	8700	2270	2200	4800	2900	1425	868	1332	2220	1345	790

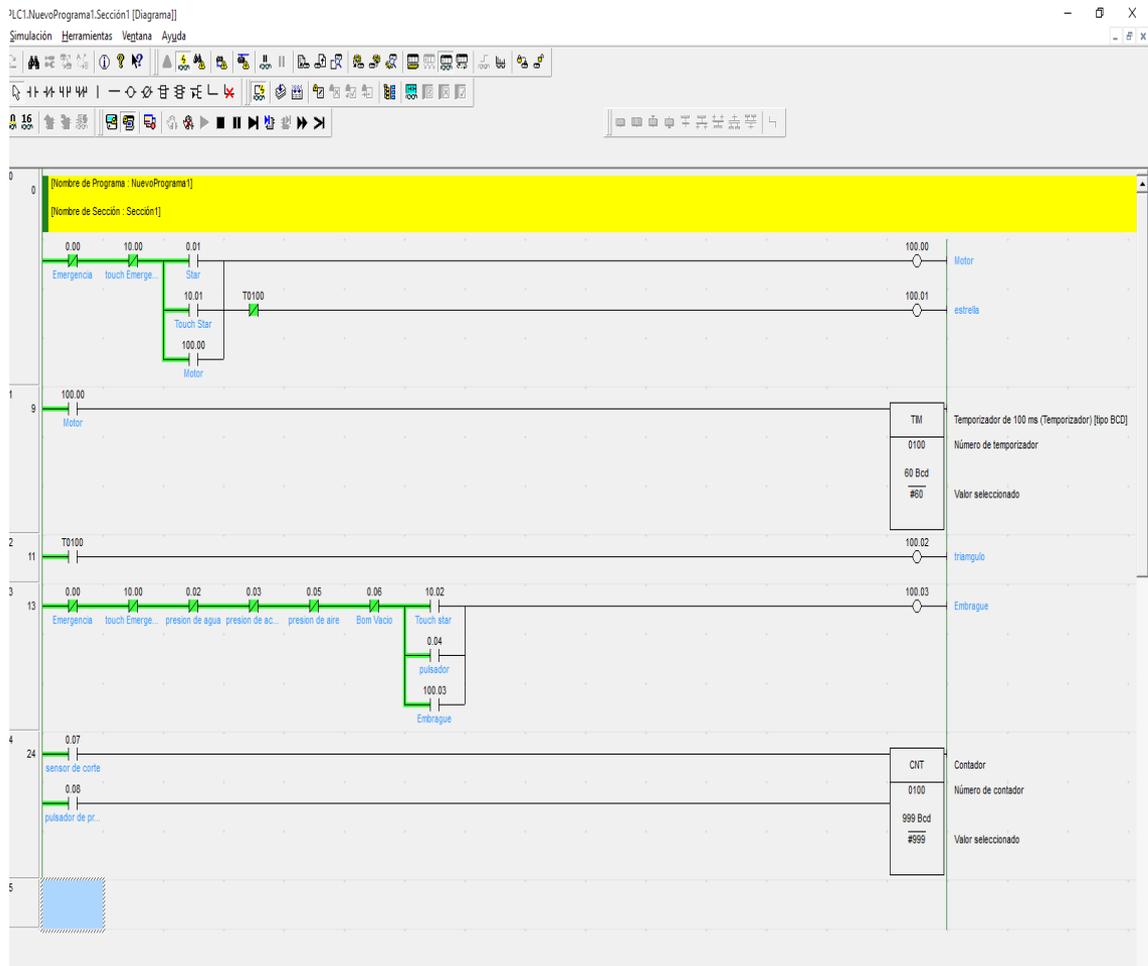
Tabla 310-16 (factores de correccion, tres o mas conductores por canalizacion)

FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

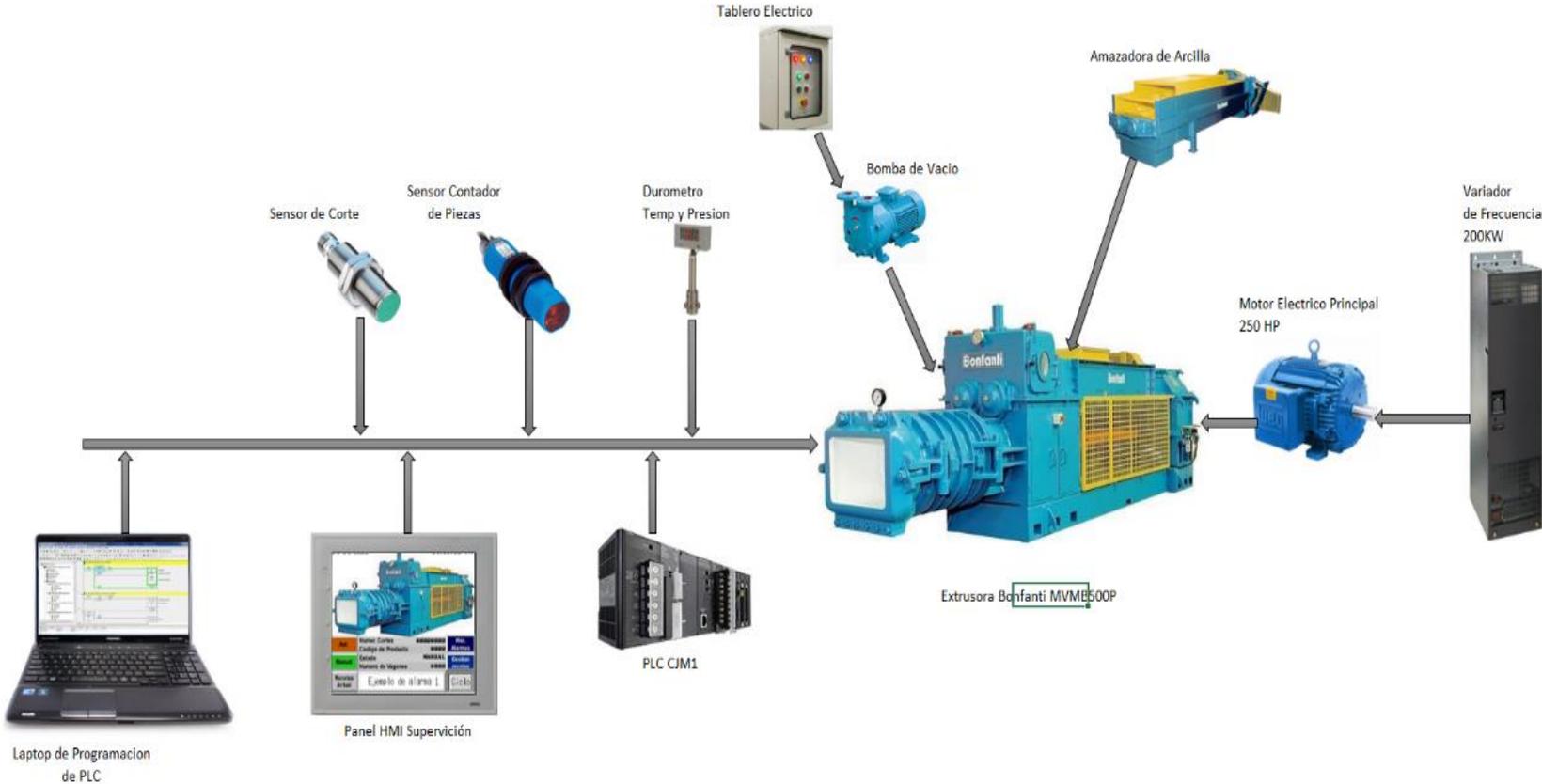
factores-de-correccion-por-temperatura-tabla-310-16-NTC2050



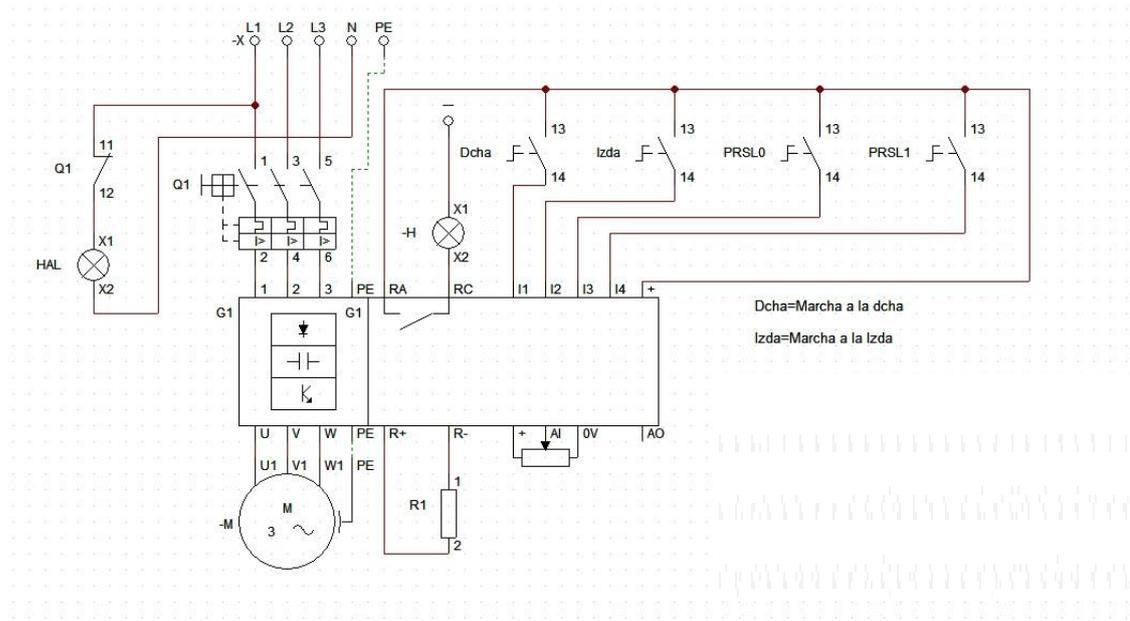
Anexo N° 5 Esquema Lógico de Programación Cx-Programer



Anexo N° 6 Diagrama Esquemático General



Anexo N° 7 Esquema eléctrico de Fuerza



Anexo N° 8 Diseño de la Pantalla Diseñado



Anexo N° 9 Reporte de Producción Efectividad

Reporte de Efectividad Planta 1 05 al 11/10/2019

Paradas al Maximo Valor 80%				
Codigo	Descripcion	Valor S/.	Total Minutos	% Parada
717	corte por pasta humeda dura	11,760.00	147	24.95
8	Falla mecanica automatismo	8,800.00	110	18.67
768	parada x dados	8,720.00	109	18.5
210	Problema electrico en batea amasadora	2,320.00	29	4.92
26	Falla electrica automatismo	2,000.00	25	4.24
690	Corte de pasta por piedra	2,000.00	25	4.24
1691	Falla Mecanica - Cortadora Secundaria	1,760.00	22	3.73
Total		37,360.00	467	79.26

Paradas al Maximo Valor 20%				
Codigo	Descripcion	Valor S/.	Total Minutos	% Parada
1676	Problemas Velocidad de Pasta	1,360.00	17	2.89
1690	Falla electrica - Cortadora Secundaria	1,360.00	17	2.89
1595	Regulacion de Cortadora x operador	960	12	2.04
27	mala maniobra operador de automatismo	800	10	1.7
272	se acaba agua del pozo que alimenta la batea	720	9	1.53
910	Se bota barro aguado	720	9	1.53
907	Caida de ladrillo a mesa de carga	560	7	1.19
913	Problemas con Brazo Automatismo	480	6	1.02
915	Limpieza camara de vacio	480	6	1.02
1053	No ingresa ladrillo al vagon	480	6	1.02
694	Corte por pasta seca	400	5	0.85
701	corte de pasta por pedazo de metal	400	5	0.85
916	Falla mecanica en tambor	400	5	0.85
1527	problemas de vacio	400	5	0.85
2	rotura de alambres	240	3	0.51
Total		9,760.00	122	20.71

Anexo N° 10 Carta de Autorización



Lima, 10 de marzo de 2021

Ing. Magister Demetrio Mandujano Neyra

Director de la Escuela de ingeniería Mecatrónica de la universidad Ricardo Palma

Presente:

Por este medio hago llegar un cordial y afectuoso saludo, y aprovecho para informarle que notificamos la autorización y el apoyo al señor Herbert Becerra Anaya, para realizar una reingeniería a la extrusora de ladrillos de planta 01, ubicada en Panamericana Norte Km. 30.5 Carabayllo a través de la innovación tecnológica considerando las condiciones de seguridad y gestión de procesos que tiene a su cargo.

Por tal motivo damos permiso para automatizar los procesos hidráulicos y electromecánicos de todo el sistema de operación monitoreado por un HMI para los indicadores de producción, alertas de mantenimiento e históricos de alarmas que ayuden a identificar las fallas y reducir tiempos de intervención de mantenimiento.

Desde ya agradezco por la iniciativa y proactividad de mejora en nuestros procesos dentro de nuestros alcances.

Sin más que hacer referencia me despido de usted.

Ing. Richard Montañez Alviz
DNI: 25854368
Gerente de Operaciones Cerámicos Peruanos S.A