



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA
CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA
PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO**

Autores:

Mendoza López, Luis Enrique
Meneses Alvarado, Carlos Javier

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA
CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA
PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar por el título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autores:

Mendoza López, Luis Enrique.

CI.:28.380.009

Meneses Alvarado, Carlos Javier

C.I.: 28.204.456

Tutor académico:

Ing. Gerson Jair Sánchez

Valencia, marzo de 2021



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA


PLANILLA SOLICITUD: ANÁLISIS Y APROBACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

DATOS PERSONALES		
Apellidos: Mendoza López Meneses Alvarado	Nombres: Luis Enrique Carlos Javier	
Dirección: Valencia, Carabobo		Telf.:0414 8800749 0414 4985666
DATOS ACADÉMICOS		
Escuela: Ingeniería Electrónica	Índice Académico: Luis Mendoza: 13.94 Carlos Meneses: 14.62	
DATOS DEL PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO		
Autor		
Nombre: Mendoza López Luis Enrique Meneses Alvarado Carlos Javier		Teléfono: 0414 8800749 Teléfono: 0414 4985666
Título del Trabajo: Actualización tecnológica del Sistema de Control en la cinta transportadora de la prensa SACMI PH2590 de la planta Gres Guacara de Cerámica Carabobo		
Breve Explicación: Se desea mejorar el proceso actual de control de fabricación de cerámica en la sección de la mesa transportadora a base de rodillos entre el prensado y el proceso de secado de la baldosa cruda, mediante la configuración de un solo PLC que sea el encargado de controlar dicho proceso. Adicionalmente se implementará una pantalla programable con una interfaz hombre – máquina.		
Lugar donde se desarrollará el Proyecto: Planta Gres Guacara de Cerámica Carabobo S.A.C. A		
Tiempo de Desarrollo: Tiempo equivalente a dos periodos académicos (9no y 10mo semestre). Noviembre 2020 - Agosto 2021		
Tutor Académico propuesto: Gerson Jair Sánchez Ayala Tutor Académico Metodológico: Alicia de Pizzella		


APROBADO _____X_____ NO APROBADO _____

COMITÉ DE EVALUACIÓN

COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO

Nombre	Firma	Fecha
<i>Prof. Ana Avendaño</i>		02/02/2021

DIRECCIÓN DE ESCUELA

WILMER SANZ F.		01/02/2021
-----------------------	---	------------

Nombre

Firma

Fecha



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe, Ing. Gerson Sánchez, portador de la cédula de identidad N° 7.143.386, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Luis Mendoza, portadora de la cédula de identidad N° 28.380.009 y Carlos Meneses, portadora de la cédula de identidad N° 28.204.456, titulado **ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, acepto la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación según las condiciones de la coordinación de pasantías y trabajo de grado de la facultad de ingeniería de la universidad José Antonio Páez

En San Diego, a los 14 días del mes de marzo del año dos mil veintiuno

Gerson Sánchez
C.I: 7.143.386

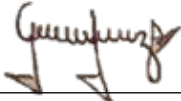



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

San Diego, marzo de 2021

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO** ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Gerson Sánchez		14/03/2021
Tutor académico	Firma	Fecha
Ing. Alicia de Pizzella		20-3-2021
Tutor metodológico	Firma	Fecha

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por darme salud durante todo mi periodo como estudiante universitario y la realización del presente trabajo de grado.

Igualmente, le dedico todo este esfuerzo a mi madre, Miroslava Alvarado, por ser mi apoyo incondicional, por darme todo sin pedir nada a cambio, por sus sabios consejos y por ser la mejor madre que Dios pudo darme.

A mis abuelos, Elida Alvarado de Sanchez y Anibal Sanchez, por darme el amor que cualquier hijo anhela, por criarme como un hijo más para ellos y por siempre estar a mi lado cuando siempre lo necesito.

A mis tíos, Jesús Anibal Sánchez, Carlos Anibal Sanchez, Elianny Sanchez de Morgan, Johanna Acosta de Sánchez y Yuly Butto de Sanchez, por ayudarme con todo lo que necesite, por amarme como su hijo, por tenerme paciencia y, porque juntos, forman a la mejor familia del mundo.

A mis primos, Carlos Jesús Sanchez, Anibal Jesús Sanchez, Camila Andrea Sanchez, Luciana Sofia Sanchez y, a mi ahijada, Anabela Sanchez, por siempre sacarme una sonrisa cuando lo necesitaba; por, a pesar de ser el mayor, poder aprender mucho de ustedes y por regalarme su amor tan puro. También a mis primos Miguel Eduardo Sanabria Sánchez y Santiago Andrés Sanabria Sánchez que, a pesar de no estar tan cerca, siento todo su apoyo y cariño.

A mi compañero de tesis, amigo y hermano, Luis Enrique Mendoza, por ser un compañero tan fiel y leal, por ensañarme tanto a nivel profesional y personal, por quererme como parte de su familia, por nunca dudar de mí y motivarme en momentos difíciles durante el desarrollo del presente trabajo de grado.

A la familia Javier Núñez: mis tíos, Luis Domingo Javier y Verónica de Javier, por quererme y apoyarme como un hijo más para ellos y a mis primos, Maria Fernanda Javier, Maria Fabiola Javier y Luis Fernando Javier, que los amo y adoro como los hermanos que nunca tuve.

Y, por último, pero no menos importante, a mis amigos Isabella Caldarelli, Carlos Martínez, Rony Iucci y Victoria Ramírez, por ser más que amigos, mi familia; por darme siempre unas palabras de aliento, por todas aquellas enseñanzas, regaños y sonrisas y, por todas las bonitas y memorables experiencias que he vivido junto a ustedes.

Gracias.

Carlos J. Meneses A

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por la salud que me da día a día, el bienestar de mi familia y tener la oportunidad de realizar este proyecto de investigación.

Agradezco y dedico todo este esfuerzo reflejado en este proyecto de investigación a madre, Nilda Lopez, por estar siempre para mí, por el esfuerzo que hace cada día por ayudarme a ser mejor, por sus consejos y su apoyo incondicional que me dio fuerzas para superar cualquier obstáculo planteado en el transcurso de mi carrera universitaria.

A mi papa Luis Mendoza y a mi hermana Genesis Mendoza, por estar siempre cuando los necesité, por el apoyo económico que me brinda mi padre, sin el cual no estuviera hoy aquí y enseñarme el valor del trabajo duro, por el apoyo de mi hermana que a pesar de ser pequeña siempre ha hecho todo a su alcance para ayudarme con mis estudios

A mi compañero de tesis, amigo y hermano Carlos Meneses, por ser una de las personas más leales que he conocido, por estar ahí para ayudarme, aconsejarme, para conversar y reír en la mayoría de los momentos, por ser parte fundamental de este proyecto que sin el no se hubiera culminado y por el crecimiento que me ha dado personal y profesionalmente.

Por otro lado, agradezco a las mejores personas que la universidad puedo darme, a mis amigos Isabella Caldarelli, Carlos Martínez, Rony Iucci, por aceptarme como su amigo, por los mejores momentos que pase con ustedes en la universidad y fuera de ella, por hacer de la universidad un lugar mejor, por los consejos, las risas, los regaños y las historias las que tuvimos y las que tendremos.

Gracias.

Luis E. Mendoza L

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE FIGURA.....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIX
RESUMEN.....	XXI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Formulación del problema	8
1.3 Objetivos de la investigación	8
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivos Especificos	8
1.4 Justificación	8
1.5 Alcance	9
1.6 Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Antecedentes de la investigación	11
2.2 Bases teóricas.....	14
2.2.1 Automatización	15
2.2.2 Tipos de automatización	16
2.2.3 Sistemas de control.....	17
2.2.4 Elementos de sistema de control	17
2.2.4.1 Elemento primario:	17
2.2.4.2 Transmisores:	18
2.2.4.3 Transductores:	19
2.2.4.4 Controlador	19
2.2.4.5 Elementos finales de control	20
2.2.4.6 Válvulas de control.....	20
2.2.4.7 Válvulas inteligentes	21
2.2.4.8 Bombas dosificadoras	22
2.2.5 Tipos de sistemas de control.	23
2.2.5.1 Sistema de control de lazo abierto.....	23
2.2.5.2 Sistema de control de lazo cerrado	24
2.2.6 Controlador Lógico Programable (PLC).....	25
2.2.7 Funciones genéricas que realiza un PLC	25
2.2.8 Aplicaciones de un PLC.....	26
2.2.9 Clasificación de PLCs.....	26
2.2.9.1 Autómatas programables de gama baja.....	27
2.2.9.2 Autómatas programables de gama media	27
2.2.9.3 Autómatas programables de gama alta	27
2.2.10 Arquitectura interna de un PLC.....	27
2.2.10.1 Bloques esenciales de un PLC	27

2.2.11	Estructura externa del PLC	29
2.2.12	Lenguajes de programación orientados a los PLC	30
2.2.12.1	Literales:	30
2.2.12.2	Gráficos:	30
2.2.10	Sistemas hidráulicos	31
2.2.11	Prensa hidráulica	31
2.2.12	Secadero.....	33
2.2.13	Interfaz Hombre-Máquina (HMI)	33
2.3	Bases Legales	33
2.4	Definición de términos básicos	35

CAPÍTULO III..... 37

	MARCO METODOLÓGICO	37
3.1	Tipo de Investigación	37
3.2	Diseño de la Investigación	38
3.3	Nivel de la investigación	38
3.4	Población y Muestra	40
3.4.1.	Población	40
3.4.2.	Muestra	40
3.5	Técnica e Instrumento de recolección de datos	41
3.5.1.	Técnica.....	41
3.5.2.	Instrumentos.....	42
3.6	Fases metodológicas	43

CAPÍTULO IV 46

	ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADO.....	46
4.1	Fase I: Diagnosticar las condiciones de operación del sistema conveyor a través de técnicas de investigación y registros históricos del sistema.	46
4.2	Fase II: Analizar diferentes alternativas para la restructuración del sistema de control de la cinta transportadora con ayuda de catálogos y manuales del fabricante que permitan establecer estrategias de control.	54
4.3	Fase III: Seleccionar un sistema de control propuesto basándose en su potencial efectividad y eficacia.	54
4.4	Fase IV: Incorporar una pantalla de monitoreo de variables intrínsecas del sistema de transporte conveyor.....	82
4.5	Fase V: Determinar la factibilidad económica técnica y operativa del proyecto.	87
4.5.1	Factibilidad Económica	90
4.5.2	Factibilidad Técnica.....	92
4.5.2	Factibilidad Operativa	93
	CONCLUSIÓN	96
	RECOMENDACIONES.....	83
	BIBLIOGRAFÍA	118

ÍNDICE DE FIGURA

CONTENIDO

FIGURA	Pp.
Figura 1: Tipos de elementos primarios (sensores)	18
Figura 2: Transmisor de presión y temperatura. Marca autrol.....	18
Figura 3: Transductor electro-neumático.	19
Figura 4: Controlador universal modelo NOVUS serie 1100	20
Figura 5: Válvula de control TODO/NADA 3 vías	21
Figura 6: Válvula inteligente Siemens	21
Figura 7: Bomba dosificadora PULSATRON C PLUS.....	22
Figura 8: Actuadores de velocidad variable marca SEVEN	23
Figura 9: Diagrama de bloque de un lazo de control abierto	23
Figura 10: Diagrama de bloques de lazo de control cerrado.....	25
Figura 11: Prensa hidráulica marca EVO	32
Figura 12: Prensa hidráulica SACMI modelo PH2950	32
Figura 13: Modelo de Guion de Entrevista semiestructurada	49
Figura 14: Especificaciones del PLC SIMATIC S5-100U.....	57
Figura 15: Especificaciones del LOGO SIEMENS	58
Figura 16: Diagrama del proceso de transporte lateral - Separación por etapas	59
Figura 17: Programación descargada del LOGO Siemens.....	69
Figura 18: Programación descargada del LOGO Siemens (Continuación)	70
Figura 19: Programación descargada del LOGO Siemens (Continuación)	72
Figura 20: Programación rediseñada del LOGO Siemens.....	74
Figura 21: Programación rediseñada del LOGO Siemens (Continuación)	75
Figura 22: Programación para la migración de las funcione del S5-100U al LOGO Siemens.....	77
Figura 23: Programación para la migración de las funcione del S5-100U al LOGO Siemens (Continuacion)	78
Figura 24: Plano Eléctrico: Conexión Logo	81
Figura 25: Cable Ethernet RJ45	85

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO

TABLA		Pp.
Tabla 1:Lista de Cotejo		47
Tabla 2: Resumen de paradas de mantenimiento en SACMI. Julio		50
Tabla 3: Especificaciones técnicas de los motores de la etapa 1 del proceso		62
Tabla 4: Especificaciones técnicas de los sensores difusos de la etapa 1 del proceso		63
Tabla 5: Especificaciones técnicas de los sensores de barrera de la etapa 1 del proceso		63
Tabla 6: Especificaciones técnicas de los motores de la etapa 2 del proceso		66
Tabla 7: Especificaciones técnicas de los sensores difusos de la etapa 2 del proceso		67
Tabla 8: Especificaciones técnicas de los sensores de barrera de la etapa 2 del proceso		67
Tabla 9: Características Técnicas de Pantalla TDE Siemens		85
Tabla 10: Costos de inversión de implementación de Pantalla Logo TDE		87
Tabla 11: Ganancia de Producción.....		91
Tabla 12: Precios de Ceramica		92
Tabla 13: Cajas de Ceramica		92

INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO

ANEXO		Pp.
Anexo 1: Programación de Logo - PLC (Parte 1).....		100
Anexo 2: Programación de Logo - PLC (Parte 2).....		101
Anexo 3: Programación de Logo - PLC (Parte 3).....		102
Anexo 4: Programación de Logo - PLC (Parte 4).....		103
Anexo 5: Programación de Logo - PLC (Parte 5).....		104
Anexo 6: Programación de Logo - PLC (Parte 6).....		105
Anexo 7: Programación de Logo - PLC (Parte 7).....		106
Anexo 8: Programación de Logo - PLC (Parte 8).....		107
Anexo 9: Programación de Logo - PLC (Parte 9).....		108
Anexo 10: Programación de Logo - PLC (Parte 10).....		109
Anexo 11: Programación de Logo - PLC (Parte 11).....		110
Anexo 12: Programación de Logo - PLC (Parte 12).....		111
Anexo 13: Programación de Logo - PLC (Parte 13).....		112
Anexo 5: Propuesta de Inversión		113
Anexo 6: Propuesta de Inversión (Continuación).....		114
Anexo 7: Propuesta de Inversión (Continuación).....		115
Anexo 8: Carta de Certificación		116
Anexo 9: Carta de Certificación (Continuación)		117



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA.
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA.
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.**

**ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA
CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA
PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO**

Autores: Luis Mendoza y Carlos Meneses

Tutor: Gerson Jair Sánchez.

Mes, Año: Marzo, 2021

RESUMEN

El propósito de esta investigación es proponer un sistema de control optimizado automatizado para la cinta transportadora de la prensa SACMI PH2590 de la planta Gres Guacara de la empresa Cerámica Carabobo S.A.C.A. Actualmente la cinta transportada a base de rodillos (Conveyor) opera con dos PLC, esto agrega la posibilidad de que ocurran incompatibilidades de diseño en la ejecución de las ordenes lógicas de ambos autómatas, generando así una parada de la línea de producción más prolongada por el mantenimiento, afectando la productividad de la planta, ya que a falta de un plano eléctrico encontrar la falla en cualquiera de los dos PLC toma bastante tiempo. De allí que esta investigación tiene como objetivo el desarrollo de una actualización tecnológica del sistema de control en la mesa transportadora que garantice una disminución en los tiempos de parada por mantenimiento y aumente la productividad. Acorde a la finalidad del proyecto el marco metodológico adoptado sigue la modalidad de proyecto factible el tipo de investigación es descriptiva, no experimental, se apoya en una investigación documental y la técnica de recolección de datos es la entrevista

Descriptorios: Automatización, Controlador Lógico Programable (PLC), Interfaz Hombre – Máquina (HMI)

INTRODUCCIÓN

En el ámbito industrial, la automatización se ha vuelto un factor indispensable cuando se requiera la producción de bienes para el mercado masivo, ya que no solo facilita el desarrollo eficiente y eficaz del producto a elaborar, sino que a su vez impulsa el crecimiento tanto a nivel organizacional, como en la competencia industrial, pero ¿De forma puede ayudar a la empresa un proceso automatizado? Por esto Armesto Quiroga, (2008) define a la automatización como “La mecánica o control de sistemas industriales, en donde existe escasez de mano de obra humana, y a su vez se ocasiona un comportamiento dinámico del sistema por medio de comandos con reglas” (págs. 60-64).

Al respecto, es prudente afirmar que el control automatizado industrial, llega a un nivel donde la mano humana no puede cumplir con los parámetros óptimos o es muy difícil alcanzarlos, permitiendo a la automatización alcanzar un alto índice de productividad y la mejor calidad en el acabado del producto como consecuencia de realizar ciclos de elaboración más rápido, con mayor eficiencia, precisión y capacidad de repetición, todo esto manteniendo los costos al mínimo y ofreciendo un rápido retorno de la inversión. Además, un control automático brinda seguridad y comodidad al operario en labores donde puede correr riesgo de accidentes. Por consiguiente, la importancia de implementar la automatización a los procesos industriales puede marcar la diferencia entre una empresa de vanguardia con una empresa convencional.

Estos controles automatizados están conformados por sistemas informáticos que tienen diferentes unidades y piezas capaces de realizar las tareas y comandos específicos con el fin de operar una línea de producción, máquina o proceso industrial. Varios tipos de sensores y procesadores están conectados a estas computadoras principales, denominadas en la industria como PLC (Controlador Lógico Programable) para que pueda obtener así, todos los datos necesarios durante el tiempo de producción para enviar la señal correctiva y de control pertinente al proceso.

Es así como este estudio plantea la solución a la problemática en el sistema de traslado conveyor de baldosa cruda entre la prensa SACMI PH2950 y el secadero EVO en Cerámica Carabobo S.A.C.A, planta Gres, municipio Guacara donde existe una incompatibilidad de diseño en el sistema automatizado entre dos PLCs (LOGO Siemens y Siemens 100U) que comparten las funciones lógicas del proceso. Debido a esto, se plantea una propuesta de actualización tecnológica donde se buscará migrar las tareas de uno de los autómatas programables a otro, de forma que una sola computadora realizará ambas funciones en conjunto, minimizando los tiempos de parada de planta por mantenimiento. Además, se hará la propuesta de implementar una pantalla de monitoreo y control de tipo HMI (Interfaz Hombre – Máquina), de manera que sea más práctico la visualización y manipulación de las variables presentes en el proceso de estudio.

Para llevar a cabo esta investigación, se dispuso a extraer los datos para el desarrollo de la misma directamente del ambiente de estudio, es decir, en el proceso de traslado de baldosa cruda entre la prensa SACMI y el secadero EVO, mediante observación directa y aplicando una entrevista estructurada al personal especializado.

La estructura del presente trabajo de Grado se presenta por medio del Capítulo I, que comprende la contextualización del problema, objetivos, justificación y alcance, en el capítulo II se encuentra el Marco Teórico, donde están los antecedentes de la investigación, bases legales y la definición de algunos términos básicos útiles para el buen entendimiento de esta investigación, el capítulo III contiene el Marco metodológico, conformado por el nivel y diseño de la investigación, así como la

población, la muestra y el instrumento de recolección de datos, el cual es una encuesta aplicada a una controlada población, posteriormente en el capítulo IV se mencionará el desarrollo de los objetivos específicos que intentaran dar como resultado el objetivo general de esta investigación y con ello, la solución a la problemática planteada.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Desde el período neolítico (Edad de Piedra Pulida), 12.000 a. C. al 7.000 a. C, se registran los primeros recipientes para almacenar alimentos y agua, haciendo de la cerámica una de las industrias más antiguas del planeta, aunque se han hallado pruebas de la elaboración primitiva de cerámica en el Paleolítico Superior, aproximadamente en el año 24.000 a.C. Pequeñas figuras, de humanos y de animales, utilizadas con fines ceremoniales, eran realizadas en arcilla secada al sol o alrededor del fuego; siendo vistas en forma de innovaciones tecnológicas, desde las primera arcillas cocidas al fuego, la elaboración de vasijas, hasta la invención de la porcelana con tecnología de esmaltacion como es la tecnología Inkjet.

El acabado del producto final de la cerámica ha evolucionado con la industrialización a lo largo de los años. Actualmente, el proceso cerámico consta de cinco etapas, partiendo desde la selección y preparación de las materias primas, la preparación del cuerpo cerámico (bizcocho), para posteriormente proceder al moldeado, que puede hacerse por varios procedimientos, el secado, y por último la cocción. Como resultado de todo ello se obtiene el producto cerámico, que deberá pasar controles de calidad. En base a lo anteriormente mencionado, Adams (1961) afirma que: “Los productos cerámicos son artículos hechos por el "hombre", que han sido primero moldeados o modelados usando un amplio número de minerales y rocas, y luego permanentemente endurecidos por el calor” (pág. 28)

En Cerámica Carabobo C.A, Planta Gres Guacara, la materia prima involucrada en el proceso de fabricación de cerámica, sufre diversas transformaciones

para obtener el producto final. Dicho proceso parte del transporte de tierra, denominado arcilla, hacia el área de fabricación de la “pasta”, que no es más que una mezcla procesada entre la tierra, agua y tripolifosfato. Esta mezcla pasa por una técnica de tamización, la cual se deposita en unos tanques para su maduración. Posteriormente, esta mezcla es bombeada hacia un proceso de atomización, deshidratando la pasta en pequeños granos, controlando su peso y humedad, los cuales en conjunto forman la masa con la que se formara la cerámica. En este punto el producto es almacenado, tamizado, dosificado y distribuido hacia un proceso de prensado, donde es depositada en un molde de ciertas dimensiones que dependen de la baldosa a producir.

En la planta Gres Guacara se opera con dos prensas, una modelo EVO 3608 y otra SACMI PH2590, las cuales mediante un movimiento hidráulico compactan la masa antes mencionada, obteniendo así la baldosa cruda o “Bizcocho”. Este “bizcocho” luego es transportado por un sistema de traslación a base de rodillos que lo conduce hasta un sistema de secado, llamado secadero, para así extraerle su humedad residual; dicho sistema de traslación es controlado por dos autómatas o controladores lógicos programables (PLC); cabe destacar que este sistema de transportación, aparte de trasladar el bizcocho, también cumple la función esencial de voltear dicho baldosa cruda, para dejar por el lado de arriba la cara lisa sobre la cual se estampará el decorado final que se le dará a la cerámica según sea su modelo.

Posteriormente, el bizcocho ya secado es llevado, a través de correas transportadoras a la zona de esmaltación, donde se le aplicará el esmalte y decorado a través de los equipos allí existentes, como lo son las campanas-cabinas de aplicación y la tecnología de decoración digital con la maquina denominada Inkjet. Inmediatamente la baldosa es apilada en los “box”, que son una especie de casilleros dentro del cual, de manera automatizada, se van colocando cada uno de los bizcochos ya decorados. Posteriormente dicho “box” es transportado hacia un horno tipo túnel, donde los bizcochos son pasados por un proceso de cocción, que al culminar da como resultado las baldosas de cerámica, listas para ser empacadas y almacenadas

En el sistema conveyor se cuenta con dos PLC, ubicado entre el proceso de prensado de la masa y el de secado del bizcocho. En esta área, como se mencionó anteriormente, interactúa una mesa transportadora a base de rodillos la cual actualmente se encuentra automatizada por un controlador lógico programable (PLC), modelo Siemens Simatic 100U original del equipo en cuestión y, un Logo Siemens que se agregó con la finalidad de enlazar el proceso de prensado con el secado de los bizcochos, ya que, estos procesos funcionaban de forma independiente con otras máquinas ya fuera de servicio; es decir no estaban enlazados para funcionar. El proceso de traslación que se realiza en el sistema conveyor, es un proceso de tracción por rodillos, que se logra mediante el accionamiento de varios motores eléctricos, activación de sensores de diferentes tipos, electroválvulas y muchos otros elementos eléctricos que están conectados y sincronizados con los dos PLC antes mencionados, usando una lógica de control donde intervienen parámetros de tiempo y velocidad.

En tal sentido, la existencia de dos PLC genera conflictos en el campo de la mantenibilidad, procesamiento de señales, ejecución de tareas y genera retrasos en el diagnóstico de fallas por el personal de mantenimiento. A todo esto, se le adiciona que, en lo que fue en su momento la adaptación de la prensa SACMI modelo PH2590 a partir del PLC LOGO al proceso de secado, no se documentó con sus respectivos planos eléctricos. Por otra parte, es importante mencionar también, que estos autómatas programables se encuentran sincronizados entre sí, mostrando una dependencia entre los equipos de control. En el caso de ocurra una carencia de esta sincronización provocaría la desorganización en el traslado del bizcocho del prensado al secado, pudiendo generar daños en la elaboración del producto.

El funcionamiento de la prensa SACMI con el sistema de secador EVO, no ha sido totalmente efectiva como debe ser, pues si bien es cierto que desde que se implementó hasta la actualidad está operando y cumple con su finalidad, también es cierto que la operación con dos PLC y la falta de diagramas eléctricos trae muchos retrasos en la producción cuando se presentan los problemas o fallas eléctricas en el sistema, todo lo

cual afecta la metas establecidas por la empresa, ya que no se está llegando a las cifras deseadas de producción en el periodo de tiempo preestablecido.

Desde la raíz del problema, se tiene la afectación en mantenimiento por este tipo de fallas, ya que es importante resaltar que sin un buen mantenimiento por ende no habrá una buena producción. En base a lo anteriormente mencionado se nota que la problemática de primeras no parece critica, pero las consecuencias de estas van escaladas paulatinamente, afectando indicadores fundamentales de la empresa. Se afirma entonces que sí existe una producción que no se está pudiendo aprovechar producto de los atrasos del proceso productivo; perjudicando no solo los metros cuadrados que despacha diariamente la empresa, sino también que esto afecta directamente los ingresos a la organización.

Estos atrasos están relacionados, en su gran mayoría, a paradas no planificadas ocurrentes en los procesos de producción, producto de alguna falla dentro del sistema de las maquinarias.

El proceso de transporte conveyor, encargado de cargar la cerámica cruda (bizcocho) de la prensa al secadero, se caracteriza por cumplir con un proceso efectivo más no eficaz, pues presenta frecuentemente paradas no planificadas fruto de la incongruencia de la operación de dos PLC en un mismo proceso.

Por lo anteriormente descrito, se propone una Adecuación Tecnológica del sistema de control en la cinta transportadora de la prensa SACMI de la planta Gres Guacara de Cerámica Carabobo, mediante la configuración y programación de un solo PLC que sea el encargado de controlar todo el sistema de transporte. Con esto, se pretende disminuir los tiempos de paldas provocado por las fallas de la mesa a base de rodillos, causando una mayor productividad del proceso de elaboración de cerámica.

Además, se propone la implementación de una pantalla programable con su Interfaz Hombre-Máquina (HMI), que permita la visualización/modificación de las variables implicadas en el proceso de transporte de los bizcochos y que garantice una operación correctiva más eficiente

1.2 Formulación del problema

En virtud de lo antes expuesto surgen las siguientes preguntas de investigación:

¿Una adecuación tecnológica al sistema de transporte conveyor garantizaría una mejora en productividad y una disminución de tiempos de parada por mantenimiento?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Adecuar tecnológicamente el sistema de control en la cinta transportadora de la prensa SACMI PH2590 de la planta Gres Guacara de Cerámica Carabobo

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar las condiciones de operación del sistema conveyor a través de técnicas de investigación y registros históricos del sistema.
2. Analizar diferentes alternativas para la restructuración del sistema de control de la cinta transportadora con ayuda de catálogos y manuales del fabricante que permitan establecer estrategias de control.
3. Seleccionar un sistema de control propuesto basándose en su potencial efectividad y eficacia.
4. Incorporar una pantalla de monitoreo de variables intrínsecas del sistema de transporte conveyor.
5. Determinar la factibilidad económica, técnica y operativa del proyecto.

1.4 Justificación

El presente trabajo de grado tiene la finalidad de proponer la Optimización del control electrónico del sistema de transporte de baldosas de la prensa SACMI PH2590, además de implementar una consola que permita monitorear y modificar las variables operativas de este proceso en Cerámica Carabobo planta Gres Guacara, que mejore el funcionamiento del proceso a bajo costo de inversión. Adaptando un sistema de control, en este caso un Controlador Lógico Programable (PLC) para que opere en el proceso de transporte de baldosa cruda, que actualmente se encuentra operativo con un PLC Siemens modelo Simatic 100U y un logo Siemens adaptado, que permita

garantizar la disponibilidad de la producción de la prensa y el secado en el tiempo más óptimo posible manteniendo la calidad y producción.

Por otro lado, este proyecto facilita al personal de mantenimiento encargado de solucionar las fallas correctivas de los equipos pertinentes, disminuyendo las horas de retraso en el proceso cerámico por fallas presentadas. Y ofrece una mayor disponibilidad del personal para actividades de producción, generando así una mayor productividad en cuanto al proceso de prensado y secado. En conjunto la presencia un solo PLC para el control de los parámetros de la mesa de rodillo, reducirá el tiempo de paro de planta, aumentando el índice de operatividad funcional de baldosas, alcanzando las cifras establecidas en un periodo de tiempo. Finalmente, este proyecto aporta una pantalla con una interfaz práctica y sencilla como una herramienta útil de visualización rápida y monitoreo de las variables implicadas en el proceso de transporte de baldosa (velocidad y tiempo).

1.5 Alcance

Esta investigación está destinada a desarrollar una actualización tecnológica del sistema de control en la cinta transportadora de la prensa SACMI PH2590, además de implementar una consola que permita monitorear y modificar las variables operativas de este proceso en Cerámica Carabobo planta Gres Guacara, estado Carabobo, que permita cumplir con los estándares de calidad y metas de producción establecidas por esta organización.

1.6 Limitaciones

Entre las limitantes que confinan el presente proyecto de investigación, se tiene:

1. El factor económico es un punto presente dentro de las limitaciones para la implementación de la adecuación tecnológica por parte de la empresa Cerámica Carabobo.
2. Falta del programa STEP 5 para la programación del Simatic Siemens 100U.
3. Poca disponibilidad de los Técnicos de Mantenimiento sin los cuales no podemos realizar los montajes correspondientes.

4. Asistencia limitada por parte de los investigadores para trabajar en la planta. El presente punto es debido a las semanas radicales con las que se rigen las actividades dentro del país debido a la pandemia del COVID-19
5. Días limitados con los cuales se puede comprobar la efectividad de la propuesta planteada debido al cumplimiento de la planificación de producción por parte de la empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se toman como referencia los distintos estudios previos relacionados con la problemática a estudiar, de lo que resulta importante destacar que, de cada uno de los investigadores, se debe hacer referencia al título de su investigación, el año en que se realizaron los estudios, los objetivos de la misma, entre otros. Esto permite orientar al investigador, sobre cómo habrá de realizar su propio estudio; y con la ayuda de los antecedentes, podrá delimitar mejor, todas las variables o dimensiones, que serán utilizadas como referencia directa, en función de los propósitos del trabajo o trabajos vinculados a la misma área o temática de investigación.

En primera instancia, Rodríguez Torres (2014), en su trabajo de investigación en la Universidad José Antonio Páez, Venezuela, titulado: “**Sistema de Control Automatizado para la Secuencia de llenado de Glicerina en las Tolvas del Holding Tank integrando tecnologías HMI-PLC.**” Para optar por el título de Ingeniero Especialista en Automatización Industrial. El propósito de esta investigación fue proponer un Sistema de Control Automatizado para la Secuencia de Llenado de Glicerina en las Tolvas del Holding Tank Integrando Tecnologías HMI-PLC, en el laboratorio Pfizer Venezuela, S.A. Para ese entonces, la secuencia de llenado se realizaba de forma manual, agregando la posibilidad que ocurran errores humanos en la manipulación de la secuencia, en vista de que un paso ejecutado de manera incorrecta pudiese provocar fugas de glicerina a alta temperatura, lo cual pone

en riesgo la integridad física de los trabajadores también es importante mencionar la posibilidad de pérdida de productos. De allí que esta investigación tuvo como objetivo proponer un sistema de control automatizado para la secuencia de llenado de glicerina que garantice seguridad y confiabilidad.

En relación al tema de estudio, la pérdida de producción es una posibilidad que debe ser considerada al momento de diseñar un proceso de automatización, ya que, dependiendo de cuál se implemente puede o no optimizar el proceso correctivo por parte del personal de mantenimiento. Esto puede variar desde la sustitución del factor humano por un autómata programable, hasta optimización de un proceso, simplificando el sistema de control, como es el caso de la Planta Gres Guacara, Cerámica Carabobo C.A., donde el objetivo del proyecto es reemplazar las funciones de dos PLCs a uno solo.

En segundo término, Marino Sanjurjo (2019) en su investigación **“Optimización de un Proceso de Carga de Inyectables Farmacéuticos mediante Brazo Robótico: Diseño, Programación del PLC e Implementación”** para optar al título de Ingeniería en Tecnologías Industriales en la escuela técnica superior de Ingeniería industrial de Barcelona explica que, el objetivo principal fue implementar un sistema automático que sea capaz de separar las botellas a medida que van saliendo del envasado para evitar que tenga que realizar esta acción el robot, facilitando la colocación. Para llegar a este automatismo, fue imprescindible el uso de un Controlador Lógico Programable (PLC). Así bien, el tema central de este proyecto fue la programación del PLC que gobernó el proceso, usándose un autómata de la marca Siemens. Todo ello se complementó con la incorporación de una Interfaz Hombre – Máquina (HMI) gracias a la cual, los operarios fueron capaces de controlar el proceso.

En base al antecedente planteado, se puede afirmar que la opción más óptima a la hora de automatizar un proceso, independientemente del escenario industrial que se presente, es la implementación de los controladores lógicos programables (PLC). Estos equipos interactúan con las entradas y salidas del proceso generando una respuesta

controlada para mantener los valores de las variables implicadas en el proceso en un rango deseado. Estas computadoras pueden ser compatibles con determinadas interfaces hombre-máquina, de manera de poder visualizar y modificar las variables del proceso. Esta idea se desea proponer en la mesa transportadora de rodillos, entre el presado y secado del bizcocho, con la finalidad de tener una manipulación del tiempo y velocidad de estos cilindros de manera más sencilla.

También se tiene el trabajo de grado, a nombre de Xavier Alberto (2015) titulado: **“Diseño e implementación de un sistema de control y supervisión HMI para máquina barnizadora de la empresa “el telégrafo”** para optar por el título de ingeniero electrónico en la universidad politécnica salesiana del Ecuador, Ecuador. El cual tiene como objetivo general, diseñar e implementar un sistema de control y supervisión HMI para máquina barnizadora de la empresa “el telégrafo”. A través, de un controlador lógico programable (PLC) modelo 1214C DC/DC/DC, en el cual se desarrollará un programa que realice el control y supervisión del sistema, teniendo lugar en una aplicación de una capa de barniz UV, a una lámina de cartulina, y aun horno de secado instantáneo producido por el calor emitido por dos lámparas UV, aplicando un control de temperatura a través de un Controlador de Siemens PLC 1214C, para mantener la temperatura en el rango establecido. Además, se incorporó una pantalla táctil para la visualización de los diferentes estados de la máquina, y realizar el apagado o encendido de los elementos que la componen.

Con lo anteriormente descrito, en relación con el presente trabajo de grado, se puede expresar la importancia y la utilidad de la implementación de un monitor para la visualización de las variables implicadas en un proceso, como es el caso de la mesa transportadora de rodillos (Conveyor), en donde a través de una pantalla de supervisión, es posible obtener el registro de la velocidad y el tiempo de los motores que hacen posible el traslado de la baldosa cruda. Conocer la magnitud de estos parámetros mediante dicho método, resultará más práctico, pues no hay que trasladarse a revisar el panel de control para verificar el estado de las variables presentes. Así mismo, el

resultado de estar en observación constante de dichas medidas permitirá una detección más oportuna de cualquier falla o valores indeseados.

Por último, se encuentra Salazar Velarde & Villacreses Pita (2015) donde, en su trabajo de investigación previo para optar al título de Ingeniero Electrónico en la universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, Ecuador, cuyo título fue **“Diseño e Implementación de un Sistema SCADA para el monitoreo de Flujo y Temperatura del sistema de llenado aséptico de jugo de maracuyá en la AGRO – Industria frutas de la pasión C. LTDA”**. Como lo indica el título, el mencionado trabajo trató sobre diseñar e implementar un SCADA que permita controlar y, generar registros e históricos para las partes críticas del proceso de llenado aséptico. Para aquel entonces, la planta industrial en cuestión contaba con problemas con el control de producción realizado por día, dejando ciegos en cantidad de producto elaborado para ese proceso y las cantidades perdidas por fallas de los operadores.

Con dicha investigación se puede apreciar que con la tecnología HMI (Interfaz Hombre-Máquina) no solo permite tener una visualización y control de las variables implicadas en el proceso de manera más práctica y sencilla por el operador, sino también que ayuda en cuanto a obtener un registro y un historial de producción que exista en el proceso; esto sería de gran provecho al momento de llevar un control u orden sobre las cifras de producción o pérdida que esté ocurriendo en el proceso y poder abordar esta problemática a partir de ese punto. Haciendo relación con el presente proyecto, se puede dar de cuenta que, con la implementación de la Interfaz Hombre-Máquina en la mesa de rodillos, se podrá tener conocimiento en todo momento de las variables de interés del proceso, como son velocidades y tiempos, así como también poder modificarlos de ser necesario.

2.2 Bases teóricas

A continuación, se harán referencias a los planteamientos teóricos conceptuales que servirá de soporte a la investigación, tomando en cuenta la postura o posición de diferentes autores en relación a las variables de estudio. Según Arias (2012) “Las bases

teóricas se refieren al desarrollo de los aspectos generales del tema, comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado” (pág. 74)

En relación a la cita previamente mencionada, se puede mencionar que la finalidad de este capítulo es proporcionar los conocimientos necesarios para el correcto entendimiento del presente proyecto de investigación.

2.2.1 Automatización

La automatización en la ingeniería es un concepto muy amplio, por ende, a continuación, se presentarán un conjunto de definiciones según distintos autores con el fin de abordar toda su idea:

En primera instancia, según Bullon (2009) explica la automatización como “el proceso de mecanización de las actividades industrial para reducir la mano de obra, simplificar el trabajo” (pág. 96)

De igual forma el autor Armesto Quiroga J. I. (2008) define a la automatización como “la mecánica o control de sistemas industriales, en donde existe escasez de mano de obra humana, y a su vez se ocasiona un comportamiento dinámico de los sistemas por medio de comandos con reglas” (págs. 35-39).

Otra definición es la de Gonzalo, (2007) que dispone como automatización un “grupo de técnicas afiliadas entre sí, que aplicando sistemas de carácter mecánico – electrónico y fundamentado en ordenadores, busca el control y la operación de la producción” (págs. 25-26)

Por último, los autores Carrillo & Vásquez (2008) determinan que “la automatización es la reducción de mano de obra, y utilizar los recursos necesarios sin desperdiciarlos. Y la aplicación de sistemas mecánicos y electrónicos y de bases computacionales para operar y controlar la producción” (págs. 41-45)

Por lo que se puede concluir en base al análisis de los conceptos previos que, la automatización industrial es un proceso sistemático en el que elementos computarizados y electromecánicos participan para el proceso productivo de una

empresa, ahorrando la mano de obra y disminuyendo el riesgo de desperdicio de recursos.

Por medio de la aplicación de este sistema se busca automatizar aquellas tareas y procedimientos que suelen ser repetitivos, fatigosos o molestos, dejando que las máquinas sean quienes lo desarrollen.

2.2.2 Tipos de automatización

Según Geithe (1999, pág. 163), la automatización se clasifica según el tipo de máquina que se utilice:

- Complementos para máquinas, es decir que sustituyen el esfuerzo humano por esfuerzo mecánico.
- Máquina de control numérico, máquinas con sistemas de control que leen instrucciones y las traducen en operaciones de máquinas.
- Robots, manipuladores para uso general, reprogramables, multifuncionales que tienen algunas características fisiológicas parecidas a las humanas (Brazos, codo, caderas, muñecas, etc.)
- Inspección automatizada de control de calidad, máquinas automatizadas que realizan una parte o la totalidad del proceso de inspección de calidad.
- Sistemas automáticos de verificación, tecnologías utilizadas en la adquisición automática de datos del producto para su introducción en computadora.
- Sistemas automáticos de verificación, tecnologías utilizadas en la adquisición automática de datos del producto para su introducción en computadora.
- Controles automatizados de los procesos, sistemas por computadora que reciben datos de los procesos de producción y envía modificaciones a los ajustes del proceso.

2.2.3 Sistemas de control

Según Nise (1992) “Un sistema de control está formado por subsistemas o procesos unidos con el fin de controlar las salidas de los procesos” (pág. 7)

Al respecto Gomariz (2000), define el sistema de control como “Conjunto de elementos que interactúan para conseguir que la salida de un proceso se comporte tal y como se desea, mediante una acción de control” (pág. 15)

En definitiva, con lo anterior explicado, se aprecia que la relación entrada-salida representa la relación causa-efecto del proceso, en el cual existe un procesamiento de la señal de interés. Entonces la estructura de un sistema de control dependerá de las características del mismo, pudiendo ser esté cerrado o abierto.

2.2.4 Elementos de sistema de control

Los instrumentos de control empleados en las industrias de procesos tales como: química, alimenticia, metalúrgica, petroquímica, energética, textil, papel, etc., tienen sus propios elementos; los cuales definen las características propias de medida y de control.

Según Creus, (1997, pág. 12) expresa que los elementos de un sistema de control pueden agruparse según su función.

Del mismo modo, Creus A. (1997, pág. 13) presenta una serie de definiciones que abarcan el conjunto de elementos que conforman un sistema de control:

2.2.4.1 Elemento primario:

Son los que están en contacto en la variable y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar el sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada. El efecto producido por el elemento primario puede ser: un cambio de presión, fuerza, posición, medida eléctrica, etc. Por ejemplo, en los elementos primarios de temperatura de bulbo y capilar, el efecto es la variación de presión del fluido que los llena, y en los termopares, se presentan una variación de fuerza electromotriz (ver Figura 1).



Figura 1: Tipos de elementos primarios (sensores)

Fuente: Extraído de Internet

2.2.4.2 Transmisores:

Son los que captan la variable de proceso a través del elemento de medición primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática en el margen de 3 a 15psi (libra por pulgada cuadrada) o electrónica, de 4 a 20mA CC. Los elementos primarios pueden o no formar parte del transmisor (ver Figura 2).



Figura 2: Transmisor de presión y temperatura. Marca autrol.

Fuente: Extraído de Internet

2.2.4.3 Transductores:

En relación a este elemento, reciben una señal de entrada en función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida. Se consideran en la categoría de transductores los siguientes elementos de control: un relé, un elemento primario, un transmisor o un convertidor (ver Figura 3).



Figura 3: Transductor electro-neumático.

Fuente: Extraído de Internet

2.2.4.4 Controlador

Son instrumentos que comparan la variable controlada (Presión, nivel, temperatura, etc.) con un valor deseado y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación o error entre la variable de salida con la de entrada (ver Figura 4).



Figura 4: Controlador universal modelo NOVUS serie 1100

Fuente: Extraído de Internet

2.2.4.5 Elementos finales de control

Los elementos finales de control, son aquellos elementos presentes en un lazo de control que se encargan de convertir la señal de control a una acción. Estos pueden ser, según Creus A. (2010, pág. 12)

2.2.4.6 Válvulas de control

Dicho dispositivo de control, realiza la función de variar el caudal del fluido de control, que modifica a su vez el valor de la variable de proceso, lo cual conlleva a un comportamiento de un orificio de entrada continuamente variable (ver Figura 5).



Figura 5: Válvula de control TODO/NADA 3 vías

Fuente: Extraído de Internet

2.2.4.7 Válvulas inteligentes

Aparecidas gracias al desarrollo de los microprocesadores, contiene un controlador digital y sensores de medición de temperatura, caudal y presión montados en la propia válvula. El controlador digital controla la presión manométrica antes o después del orificio de la válvula la temperatura o el caudal, y envía la señal de salida al módulo del posicionador al actuador (ver Figura 6).

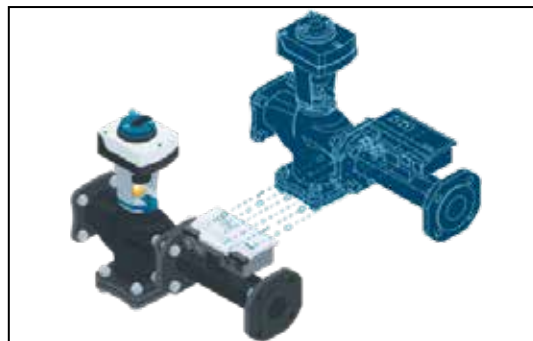


Figura 6: Válvula inteligente Siemens

Fuente: Extraído de Internet

2.2.4.8 Bombas dosificadoras

Son accionadas por actuadores neumáticos electrónicos y utilizadas principalmente en el envío de cantidades precisas de líquidos para mezclas, en casos tales como el control de PH, tratamiento de aguas, adición de productos en la industria alimenticia, etc., aplicaciones que se caracterizan por bajos caudales, altas presiones, altas viscosidades, etc. (ver Figura 7).



Figura 7: Bomba dosificadora PULSATRON C PLUS

Fuente: Extraído de Internet

2.2.4.9 Actuadores de velocidad variable

Los actuadores variables que gobiernan la velocidad de bombas centrifugas, ventiladores, compresores, etc., variando así el caudal del fluido, y que presentan la ventaja de evitar la pérdida de energía que necesariamente absorben las válvulas de control (ver Figura 8).



Figura 8: Actuadores de velocidad variable marca SEVEN

Fuente: Extraído de Internet

2.2.5 Tipos de sistemas de control.

En cuanto a su clasificación, el autor Hernandez (2010) explica que “Los sistemas de control se clasifican en: sistemas de lazo abierto o no automático y sistemas de lazo cerrado o realimentado/automático” (pág. 5)

2.2.5.1 Sistema de control de lazo abierto

Carrillo Paz (2011) “Un sistema de control a lazo abierto utiliza un regulador o un actuador para obtener la repuesta deseada. Un sistema a lazo abierto es un sistema sin retroalimentación” (pág. 24).

Por otra parte, Ogata, (2010) lo define de la siguiente manera: “Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto” (pág. 2)

En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. Un ejemplo práctico es una lavadora. El remojo, el lavado y el centrifugado en la lavadora operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, que es la limpieza de la ropa. Así, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija; como resultado de ello, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. En la práctica el control en lazo abierto solo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas (ver Figura 9).

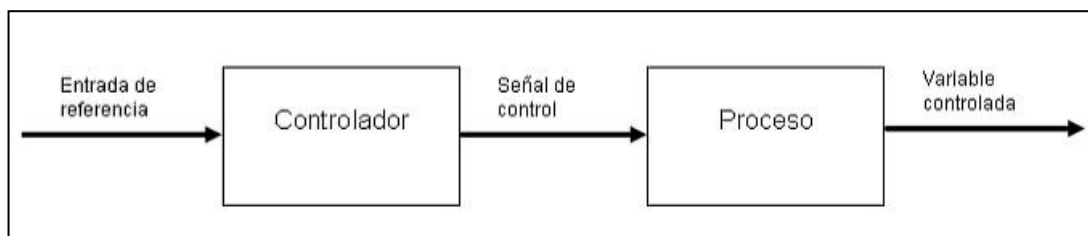


Figura 9: Diagrama de bloque de un lazo de control abierto

Fuente: Extraído de Internet

2.2.5.2 Sistema de control de lazo cerrado

Según Hernandez (2010), explica qué “Un sistema en lazo cerrado es aquel en el cual la acción de control depende de la salida, siendo la acción de control la calidad dosificada de energía que afecta al sistema para producir la salida o respuesta deseada” (pág. 5)

Mientras que Carrillo Paz (2011) dice “Un sistema en lazo cerrado usa una medida de la salida y la retroalimentación de esta señal para compararla con la salida deseada” (pág. 24). Es necesario aclarar que los sistemas de control en lazo cerrado son comúnmente llamados sistemas de control retroalimentados. En la práctica, los términos control retroalimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente.

Tal es el caso en el cual Ogata (2010) explica qué:

Un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación, con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control retroalimentado para reducir el error del sistema. (pág. 7)

Las desventajas de los sistemas en lazo abierto, por ejemplo, es la sensibilidad a las perturbaciones e incapacidad para corregirlas; en cambio, estas pueden ser superadas en los sistemas en lazo cerrado (ver Figura 10).

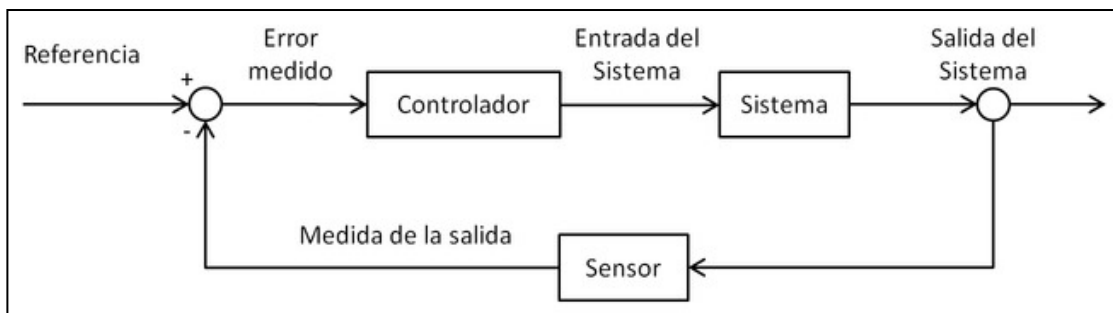


Figura 10: Diagrama de bloques de lazo de control cerrado

Fuente: Extraído de Internet

2.2.6 Controlador Lógico Programable (PLC)

Según Domingo, Gamiz, & Grau (2003), se define PLC (Programable Logic Controller), “como toda máquina diseñada para controlar en tiempo real y en entornos industriales procesos de naturaleza combinatorial y secuencial” (pág. 107). Su manejo en el ámbito de instalación y programación puede ser realizado por personal técnico carente de un gran nivel informático.

En relación a la definición anterior, se puede expresar que un autómatas programable es un sistema de control basado en un microprocesador y los elementos necesarios para que este microcontrolador opere de forma conveniente. Al estar basado en un microprocesador, permite que la función que el PLC realice sea programable por cada usuario a efectos de satisfacer cada necesidad concreta de control, lo que le convierte en una herramienta sumamente útil y flexible.

Además, su desarrollo a lo largo del tiempo ha experimentado sucesivas mejoras en el sentido de aumentar sus prestaciones, unas prestaciones que han sido consecuencia directa del avance en la tecnología y prestaciones de los microprocesadores. El PLC es un elemento de control de procesos de propósito general amoldable a prácticamente todas las situaciones en las que se requiere una automatización. Para el usuario final tiene que ser un elemento de ayuda y el diseñador del sistema debe conocer tanto los aspectos de funcionamiento de la aplicación en concreto como sus capacidades en el ámbito de la programación y de dispositivos físicos del PLC para, de este modo, poder convertirlo en el elemento que resuelve una determinada aplicación de forma económica, efectiva y eficaz

2.2.7 Funciones genéricas que realiza un PLC

El PLC es capaz de realizar una diversa amplitud de funciones, entre las cuales se pueden generalizar algunas funciones básicas tales como: el conexionado de contactos

en serie y paralelo, puede realizar relaciones de funciones lógicas simples (AND, OR, NOT, etc.), y más complejas. Además, puede realizar conteos, normalmente tanto ascendentes como descendente; cuenta con temporizadores y con la posibilidad de realizar operaciones y cálculos aritméticos. Está capacitado para el enclavamiento de contactos, procesado de señales digitales y analógicas, regulaciones como: PID, fuzzy, entre otros. Cumple con las comunicaciones industriales (Field Buses), procesos de autodiagnóstico, entre otros.

2.2.8 Aplicaciones de un PLC

Los campos de aplicación de los autómatas programables son hoy en día extremadamente extensos debido a sus posibilidades en cuanto a flexibilidad en su programación, así como a la facilidad de ampliación mediante módulos adicionales o incluso con más autómatas conectados en red, entre otros. El más utilizado en la industria es el LOGO de SIEMENS, que se define como un Módulo Lógico Inteligente que permite el control de varias Salidas Mediante la Programación de Varias Entradas.

Específicamente, la implementación de un autómata programable en Cerámica Carabobo en la planta Gres Guacara puede apreciarse en la etapa de producción, en el proceso de presando y secado, donde por medio de un PLC Siemens 100U se controla el traslado de la baldosa cruda tanto en tiempo como en velocidad una vez pasado su fase de prensado en la prensa SACMI hasta un punto en donde se opera el LOGO pasando por un puente agregado hacia el secador EVO.

2.2.9 Clasificación de PLCs

En la actualidad, los PLC disponibles comercialmente suelen clasificarse de diferente manera, muchas veces dependiendo del propósito fabricante. Esta clasificación suele ser más bien flexible y poco rigurosa, pues el hecho de clasificar un autómata dentro de una cierta categoría depende de multitud de factores tales como la potencia de su CPU, la disponibilidad de módulos de ampliación de entradas/salidas (I/O), e incluso de factores comerciales. Sin embargo, atendiendo al número de

entradas y salidas que dispone un PLC, la clasificación genérica se suele hacer en tres tipos o categorías:

2.2.9.1 Autómatas programables de gama baja

- Hasta un máximo de 128 entradas/salidas.
- La memoria de usuario disponible es de hasta unas 4K instrucciones.

2.2.9.2 Autómatas programables de gama media

- Entre 128 512 entradas/salidas.
- La memoria de usuario disponible alcanza hasta unas 16K instrucciones.

2.2.9.3 Autómatas programables de gama alta

- Más de 512 entradas/salidas.
- La memoria de usuario disponible es superior a las 16K instrucciones, e incluso en algunos casos puede llegar a superar las 100K instrucciones.

2.2.10 Arquitectura interna de un PLC

Se presenta la estructura interna de los actuales PLC mediante el estudio de sus bloques constructivos primordiales: la unidad central de proceso, el sistema de memoria, los interfaces de entrada y salida y la fuente de alimentación del autómata programable.

2.2.10.1 Bloques esenciales de un PLC

Aunque el PLC puede verse como una “caja negra” con una serie de entradas y salidas para interactuar con el mundo industrial, conviene conocer su estructura interna y prestación para, de este modo, poder sacarle el máximo partido en su utilización como controlador de plantas. Como lo define Domingo (2003), el “autómata es una máquina digital secuencial programable diseñada en torno a un microprocesador” (pág. 120).

Su estructura interna está basada generalmente en la arquitectura clásica de máquinas programables de John Von Neumann. Independientemente del

fabricante y modelo de autómeta, podemos decir que los bloques básicos que componen la arquitectura interna de todo PLC son los siguientes:

§ **Unidad de central de procesos:** Es, por decirlo así, la inteligencia del sistema ya que, mediante la interpretación de las instrucciones del programa de usuario, y en su función de los valores de las entradas, activa las salidas deseadas.

§ **Banco de memorias internas:** Está compuesto por tres tipos básicos de memoria:

- ü Memoria de programa.

- ü Memorias internas (contadores, temporizadores, relés internos, entre otros.).

- ü Memoria imagen de entradas/salidas (I/O).

§ **Módulos o interfaces de I/O:** Estas, a su vez, pueden ser de tres tipos:

- ü Módulos I/O digitales.

- ü Módulos I/O analógicos (convertidores analógicos-digital y digital/analógicos, A/D, D/A respectivamente).

- ü Módulos de I/O especiales (contadores rápidos, para comunicaciones, para motor paso a paso, entre otros).

§ **Fuente de alimentación o FA:** Compuesta por una serie de tensiones disponibles para la alimentación no solamente de toda la arquitectura, sino también, en muchos casos, para alimentación externa de elementos sensores y actuadores.

§ **Sección de entradas:** La sección de entradas, mediante una interface, adapta y codifica de forma comprensible por la CPU las señales procedentes de los dispositivos de entradas o captadores, esto es, pulsadores, finales de carrera, sensores, y otros, también tienen la misión de protección de los circuitos electrónicos internos del autómeta, realizando una separación eléctrica entre estos y los captadores.

§ **Sección de Salidas:** Mediante la interface, trabaja de forma inversa a la de entrada, es decir, decodifica las señales procedentes del CPU, las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, reloj, contadores, arrancadores, electroválvulas y otros; aquí también existen faces de protección para las salidas.

2.2.11 Estructura externa del PLC

Como lo explica Domingo (2003) “la estructura de un PLC está relacionada con su aspecto físico exterior; es decir, con los bloques o elementos físicos en que está dividido” (pág. 134). Dicha estructura depende de la potencia del PLC y del fabricante.

§ **Estructura compacta:** Presenta en un único bloque o cajas todos los elementos del PLC (a saber: FA, CPU, sistemas de memoria, interfaces de I/O, etc.). la forma de programación suele ser mediante consola de programación o PC por vía del correspondiente conector o conectables directamente al PLC. Normalmente es la estructura que se presenta para autómatas de gama baja y el denominado micro-autómata y nano -autómata, con un reducido número de entradas y salidas.

§ **Estructura modular:** Los elementos del PLC quedan recogidos en diferentes cajas modulares. La sujeción de los diferentes módulos se realiza a partir de carriles, placa perforada o sobre bastidores (racks) donde va alojado el bus externo de unión de los diferentes módulos que componen el PLC. Suele ser la estructura que presentan los autómatas de gama media o alta. En la estructura modular normalmente hay dos denominaciones en función de los elementos que integran cada una de las cajas o bloques (dependiendo de la tendencia del fabricante)

§ **Estructura europea:** Se caracteriza porque cada elemento del PLC (FA, CPU, interfaces de I/O, entre otros). Queda recogido en una caja o módulo independiente.

§ **Estructura americana:** También utilizada por fabricante de autómatas programables japoneses. En este caso se separan las interfaces de I/O del resto del PLC, de forma que una caja o bloque compacto contiene la CPU, sistema de memoria y FA, mientras que las interfaces de I/O se presentan en unidades o módulos separados

2.2.12 Lenguajes de programación orientados a los PLC

Se definen cuatro lenguajes de programación normalizados. Esto significa que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintas (dialectos). Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

2.2.12.1 Literales:

§ Lista de instrucciones (Instruction List, IL).

Es el modelo de lenguaje ensamblador basado en un acumulador simple; proceden del alemán Anweisungsliste (AWL)

§ Texto estructurado (Structured Text, ST).

Es un lenguaje de alto nivel con orígenes en el Ada, Pascal y 'C'. Puede ser utilizado para codificar expresiones complejas e instrucciones animadas. Este lenguaje dispone de estructura para bucles (REPEAT-UNTIL; WHILE-DO) y ejecución condicional (IF-THEN-ELSE; CASE), funciones (SQRT, SIN, entre otros).

2.2.12.2 Gráficos:

§ Diagrama de contactos (Diagram Ladder, LD)

Tiene sus orígenes en los Estados Unidos. Está basado en la presentación gráfica de la lógica de relés.

§ Diagrama de bloques funcionales (Function Block Diagram, FBD).

Es muy común en aplicaciones que implican flujo de información o datos entre componentes de control. Las funciones y bloques funcionales aparecen como circuitos integrados y es ampliamente utilizado en Europa.

2.2.10 Sistemas hidráulicos

Según el Ingeniero Gutiérrez Quispe (2016), los sistemas hidráulicos “utilizan un fluido bajo presión para accionar maquinaria o mover componentes mecánicos.” (pág. 2)

Manteniendo la cita anterior, se entiende entonces por circuito hidráulico un sistema que comprende un conjunto interconectado de componentes separados que transporta líquido. Este sistema se usa para controlar el flujo del fluido (como en una red de tuberías de enfriamiento en un sistema termodinámico) o controlar la presión del fluido (como en los amplificadores hidráulicos).

La presión hidráulica se basa en el Principio de Pascal, establecido por el matemático francés Blaise Pascal en 1647-1648. El Principio de Pascal es un principio de la mecánica de fluidos que establece que la presión en un punto tiene una dirección infinita, y por lo tanto la presión cambiada en cualquier punto en un líquido incompresible presurizado se transmite a través del fluido, de tal forma que el mismo cambio ocurre en todas partes.

2.2.11 Prensa hidráulica

La prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferentes áreas que, mediante una pequeña fuerza sobre el pistón de menor área, permite obtener una fuerza mayor en el pistón de mayor área. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos. Esta concluye con unas de las leyes más revolucionarias. El rendimiento de la prensa hidráulica almacena similitudes con el de la palanca, pues se obtienen fuerzas mayores que las ejercidas pero se aminora la velocidad y la longitud de desplazamiento, en similar proporción.

Este tipo de prensa se puede observar en la Planta Gres de Cerámica Carabobo, municipio Guacara. La planta cuenta con dos prensas diferentes, una modelo EVO la cual puede elaborar cerámica con un tamaño de 60x60cm, y la prensa de interés para el presente trabajo modelo SACMI; dicha prensa puede trabajar con moldes de baldosas

de 15x60cm y 30x60cm. Ambas funciones con un sistema hidráulico, utilizando aceite para su principio de funcionamiento (ver Figura 11 y 12)



Figura 11: Prensa hidráulica marca EVO

Fuente: Extraído de la planta Gres, de Cerámica Carabobo, municipio Guacara



Figura 12: Prensa hidráulica SACMI modelo PH2950

Fuente: Extraído de la planta Gres, de Cerámica Carabobo, municipio Guacara

2.2.12 Secadero

Los secadores industriales son los encargados de eliminar o reducir la humedad de un producto, por medio del calor. En el secadero o cámara de secado, se realiza el proceso de secado, el cual obtiene el aire caliente por medio de los ventiladores.

La forma de los secadores puede variar, dependiendo del uso industrial que se le dé, los productos o mercancías, así como el tipo de calor que se empleará para realizar el secado.

En el proceso cerámico de la planta Gres Guacara, el bizcocho o baldosa cruda es transportada por la mesa a base de rodillos proveniente de la prensa operativa, hacia un secadero EVO, el cual se encarga de eliminar la humedad residual del bizcocho para su posterior esmaltación.

2.2.13 Interfaz Hombre-Máquina (HMI)

HMI son las siglas de human-machine interface y se refieren a un panel que permite a un usuario comunicarse con una máquina, software o sistema. Técnicamente, se puede referir a cualquier pantalla que se use para interactuar con un equipo, pero se utiliza normalmente para las de entornos industriales. Las HMI muestran datos en tiempo real y permiten al usuario controlar las máquinas con una interfaz gráfica de usuario.

La HMI se utiliza en una amplia gama de sectores. Es común en la fabricación de distintos productos, desde automóviles a comida y bebidas pasando por medicinas. Industrias como la de la energía, el agua, las aguas residuales, los edificios y el transporte también pueden usar HMI. Cargos como los integradores de sistemas, operarios e ingenieros y, en especial, los ingenieros de sistemas de control de procesos, usan frecuentemente HMI para controlar máquinas, vehículos, plantas o edificios.

2.3 Bases Legales

Entre los aspectos legales más relevantes en este proyecto, se menciona la norma Venezolana **COVENIN 1466:2003** Baldosas Cerámicas. Clasificación y requisitos (3° Revisión), la cual fue revisada de acuerdo a las directrices del

Comité Técnico de Normalización **CT29 Productos Cerámicos**, por el Subcomité Técnico **SC2 Baldosas Cerámicas** y aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del consejo Superior N° **2003 – 05** de fecha **28/05/2003**.

En la revisión de esta norma participaron las siguientes entidades: Cerámica Carabobo, Cerámica Caribe, Balgrés; Cámara de la Industria del Vidrio; Cerámica y Refractarios – CINVICRE.

Los objetivos de la Norma Venezolana COVENIN, son las siguientes:

Esta Norma Venezolana establece la clasificación y los requisitos que deben cumplirse en las baldosas cerámicas, formadas por un proceso de presado o extrusionado, esmaltadas o sin esmaltar, utilizada para el recubrimiento de paredes y pisos.

Esta Norma especifica los requisitos que deben cumplir los lotes de inspección por muestreo para la aceptación o rechazo de baldosas cerámicas.

Adicionalmente a estas bases legales se consideran los estándares internacionales IEC-61131-1, los cuales:

Se aplica a los controladores Programables (PLC) y sus periféricos asociados, tales como la programación y herramientas de depuración (PADT's), interfaces hombre máquina (HMI), que tengan como uso previsto el control y mando de las máquinas y procesos industriales.

2.4 Definición de términos básicos

- **Planta:** Es un conjunto de equipos, quizás simplemente un juego de piezas de una máquina funcionando juntas, cuyo objetivo es realizar una operación determinada. Ejemplos de plantas son: horno de calentamiento, reactor químico, etc.
- **Proceso:** Operación o conjuntos de pasos con una secuencia determinada, que producen una serie de cambios graduales que llevan de un estado a otro, y que tienden a un determinado resultado final.
- **Sistemas:** Sistema como un arreglo, conjunto o combinación de cosas conectadas o relacionadas de manera que constituyen un todo.
- **Control:** Se puede relacionar con términos como regulación, gobierno, dirección o comando.
- **Sistemas de control:** Es un arreglo de componentes físicos conectados de tal manera que el arreglo pueda comandar, dirigir o regular, asimismo o a otro sistema. Estos sistemas comandan dirigen o controlan dinámicamente.
- **Entrada a un sistema:** Es una variable del sistema elegida de tal manera que se la utiliza como excitación del mismo.
- **Salida de un sistema:** Es una variable del sistema elegida de tal manera que se la utiliza como excitación del mismo.
- **Realimentación:** Es una propiedad de los sistemas que permiten que la salida del sistema o cualquier variable del mismo sea comparada con la entrada al sistema o con cualquier componente del sistema, de tal manera que pueda establecerse la acción de control apropiada entre la entrada y la salida.
- **Perturbaciones:** Es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema.
- **Control de realimentación:** es una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir las diferencias entre la salida y la entrada del

sistema-, y lo hace sobre la base de esta diferencia, la cual se denomina señal de error.

- **Sistema de control realimentado:** Es aquel que tiende, a mantener una relación preestablecida entre la salida y la entrada de referencia, comparando ambas y utilizando la diferencia como variable de control.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Según (Palella & Martins, 2010, pág. 88) definen el tipo de investigación como “La clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios”

En virtud de la mencionado, existen diversas clases que permiten abordar un tema específico y en este caso, por sus características, se utilizó la modalidad de una investigación factible, debido a que como resultado de la investigación se pretende dar solución a una problemática a través de una creación de un proceso tangible, en este caso la adecuación de un sistema de control automatizado del sistema Conveyor que proporcione un incremento de productividad y el mantenimiento efectivo del proceso en Cerámica Carabobo.

Como afirma Balestrini (2002), “los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer” (pág. 9)

Por otro lado, un proyecto factible o investigación proyectiva, de acuerdo con Hurtado de Barrera (2005) “consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región

geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo” (pág. 28)

Bajo este criterio, en esta investigación se recurre a la observación y estudio de los elementos que interactúan en el sistema y su comportamiento obteniendo así, nuevos conocimientos en el campo de la realidad investigativa, diagnosticando las necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos.

3.2. Diseño de la Investigación

Según lo señalado por (Balestrini, 2006, pág. 103) el diseño de investigación es “Un plan global de investigación que integran de un modo coherente y adecuadamente correcto, técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos”.

De acuerdo con lo explicado por Balestrini, los datos pertinentes para desarrollar la adecuación del sistema Conveyor de la prensa SACMI, son extraídos directamente en el proceso, a través del uso de las técnicas y análisis de datos seleccionados, por ende, se establece entonces que el diseño de presente proyecto de investigación es de tipo campo.

Lo explicado anteriormente, se basa en la definición de una investigación de campo por (Silva, 2008, pág. 20) el cual señala que “la investigación de campo se realiza en el medio donde se desarrolla el problema, o en el lugar donde se encuentra el objeto de estudio, el investigador recoge la información directamente de la realidad”. En tal sentido esta investigación se orienta a un diseño de campo

3.3 Nivel de la investigación

Para (Caballero, R, 2014) El nivel de la investigación “es el grado de profundidad con la que se estudia ciertos fenómenos o hechos en la realidad

social. Estas pueden dividirse según la naturaleza del tema y el grado y tipo de complejidad con la que se desea abordar”

Siguiendo la previa definición de Caballero, se puede analizar y concluir que este proyecto de investigación engloba los 3 niveles de la investigación. Sabino coloca de manifiesto el hecho, de que la investigación explicativa, lo que busca es entablar el porqué de los fenómenos, es decir, busca descubrir porque estos suceden o se originan; o lo que es igual, este proceso de investigación tiene a lugar, estudiar el fenómeno, pero en un aspecto muy concreto, cual es el conjunto de circunstancias, hechos o demás fenómenos que lo hacen existente.

El fenómeno en este caso es el proceso de traslación de la baldosa cruda entre la prensa SACMI PH – 2950 y el secadero EVO el cual tiene ciertas decadencias en cuanto a su sistema automatización. Además, la medición y el control de las variables no se realizan de manera exacta. Es por ello que se realizó un estudio, junto con personal especializado en el proceso, con la finalidad de encontrar el por qué ocurren ese déficit de efectividad y eficiencia, llegando a la conclusión de, por la utilización de dos computadoras programables, provocan un mantenimiento engorroso del sistema, perjudicando hasta la productividad de la planta Gres. Así mismo, al no tener una interfaz para controlar y manipular las variables implicadas en el proceso, los tiempos de paradas del mismo eran más prolongados. A partir de este análisis completo del fenómeno, encontrando del porqué de las causas, se plantearon diversas soluciones para mejorar el rendimiento del proceso de traslación del bizcocho y, por consiguiente, de la planta Gres Guacara.

Así como afirma (Aria, 2006) con respecto a los niveles de la investigación:

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (Pág. 24).

“La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de *datos secundarios*, es decir, los obtenidos y

registrados por otros investigadores en fuentes documentales: *impresas, audiovisuales o electrónicas*” (Pág. 27).

“La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (Variable independiente) para observar los efectos o reacciones que se producen (Variable dependiente)” (Pág. 33).

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población

Para Arias, F. (p.81, 2006), el término población “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”

En virtud de lo mencionado, la población de estudio queda delimitada por los todos aquellos trabajadores dentro de la empresa Cerámica Carabobo que se han relacionado con el proceso de estudio, puesto que los mismo facilitaran a los investigadores la información necesaria para complementar el análisis de la problemática y el desarrollo de los objetivos específicos.

3.4.2. Muestra

Tamayo y Tamayo, M. (p.176, 2006) define la muestra como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada"

En base a lo explicado por Tamayo, la muestra es un fragmento extraído de la población a la que se le va a realizar el estudio que permitirán obtener conclusiones que sean válidas para la solución del problema. Así mismo, la muestra seleccionada se haya entre el coordinador de mantenimiento de Eléctrica y Electrónica, Rafael Araujo y, los operarios encargados de la operatividad del proceso.

3.5 Técnica e Instrumento de recolección de datos

3.5.1. Técnica

Al respecto Arias, F. (2006), señala que la técnica de recolección representa el conjunto de procedimientos o formas utilizadas en la obtención de la información necesaria para lograrlos objetivos de la investigación.

En virtud de lo mencionado, la técnica representa la forma en la que se recolecta la información para su posterior análisis, por ende, considerando que el diseño de la investigación es de tipo campo, la técnica empleada para la extracción de datos es la observación directa, ya cual, según afirman que “La observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta”.

Es decir, mediante esta técnica, el investigador puede observar y recoger datos pertinentes a la estructura del proceso para luego poder establecer una adecuación que atienda a las fallas existentes en el sistema conveyor (Comportamiento de los autómatas, tiempos de ejecución de las señales recibidas, rango de operatividad), mediante un análisis visual.

Sin embargo, también se hace uso de una entrevista, con la cual se procura obtener información de una forma oral y personalizada. La información tratará en torno a los aspectos necesarios para el levantamiento del proyecto con el fin de cumplir con los objetivos del estudio.

Según Arias (2006, p. 73), explica que “la entrevista es más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un dialogo o conversación “Cara a Cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”.

Referente a la investigación, dicha entrevista será realiza de forma oral al personal especializado en el área en cuestión, es decir, al personal de mantenimiento en la mesa transportadora a base de rodillos (conveyor) entre el

proceso de prensado y el secadero referente al funcionamiento, proceso correctivo y tiempos de, pero de planta, dicha entrevista adopta un comportamiento con una información temática, en este caso referente al sistema conveyer y a raíz de su respuesta, se analiza y se hace otras preguntas pertinentes.

De igual manera, en busca de reflejar la situación actual de las paradas de mantenimiento y con el propósito de dar un rumbo hacia las área más débiles con fin de optimar el proceso y por ende mejorar la producción, se hace uso de la técnica de 80-20 o mejor conocidos como *diagrama de Pareto*, el cual se sustenta mediante los reportes de mantenimiento suministrado por mantenimiento, con dicha técnica se organizan las áreas con mayor ocurrencia de paradas en la línea SACMI generando un orden de prioridades con el fin de atacar el 20% de las acciones que afectan la productividad y generan el 80% de las consecuencias.

3.5.2. Instrumentos

Con respecto a los instrumentos, Hurtado (2008), explica que “los instrumentos constituyen la vía mediante la cual es posible aplicar una determinada técnica de recolección de información”.

Por ende, se puede aclarar que los instrumentos serán la herramienta con la que se puede llevar a cabo la estrategia, en este caso la entrevista y la observación directa, por consiguiente, los instrumentos a utilizar serán guion de entrevista y la lista de cotejo respectivamente

Baptista (2009) explica que “el guion de entrevista debe estar claramente identificado para su entendimiento y ello implica contener datos personales del individuo que va a responder”.

Por otro lado, para elaborar el guion de entrevista se debe plantear y delimitar la situación a investigar, se debe identificar y definir los eventos de los cuales se desea obtener información y las personas que poseen la información,

si se trata de una entrevista no estructurada el siguiente paso consistiría en hacer un listado de temas relacionados con la situación o el evento a investigar y ordenarlos desde el más general hasta el más específico, de lo menos comprometedor a lo más comprometedor.

Es por ello que se realizará un guion para la entrevista con un carácter semiestructuro, coherente y organizada, para no perder el norte de la conversación y no olvidar cualquier dato importante que se desea saber para poder utilizarlo a favor en el trabajo de investigación. La entrevista al ir dirigida para el equipo de mantenimiento especializado de la planta, se pretende estructurar el guion a seguir para recolectar información referente a ¿cómo ha sido la experiencia y la tarea de realizar el mantenimiento al proceso de traslación conveyor?; así como también ¿Qué agregarían para que el proceso sea más práctico y sencillo para su operación y control?

Por otro lado, la lista de cotejo es un cuadro organizado donde se presentan los parámetros de un proceso con el fin de comprender su funcionamiento, comportamiento ante distintos escenarios y evaluar aspectos intermedios o defectuosos para determinar un plan de mejora, en una lista de cotejo a los parámetros se les asigna un criterio para determinar su valoración, bien sea “bueno”, “regular” y “malo” por ejemplo.

3.6 Fases metodológicas

En este aspecto del marco metodológico se plantea una breve descripción de los pasos a seguir con los que se espera alcanzar los objetivos específicos propuestos.

Fase I: Diagnosticar las condiciones de operación del sistema conveyor a través de técnicas de investigación y registros históricos del sistema.

Para el cumplimiento de esta fase, se realizaron varias visitas al equipo ubicado en la planta Gres Guacara, la cual consistió en la recolección de datos de campo, sobre los aspectos relacionados con el procedimiento de operación del equipo mediante

entrevista estructurada al equipo de mantenimiento, la observación de directa y un análisis de los registros de operación del proceso en cuestión.

Fase II: Analizar diferentes alternativas para la restructuración del sistema de control de la cinta transportadora con ayuda de catálogos y manuales del fabricante que permitan establecer estrategias de control.

En virtud de los datos recolectados de la fase anterior, para el éxito de la presente fase, se pretende proponer al equipo de mantenimiento de la empresa, diferentes alternativas para cumplir el mismo objetivo. Esta lista de opciones se da a partir del estudio y análisis de catálogos y manuales originales del proceso, para evitar incongruencias con el proceso de estudio

Fase III: Seleccionar un sistema de control propuesto basándose en su potencial efectividad y eficacia.

Una vez propuesto diferentes alternativas en la fase anterior al equipo de mantenimiento, se dispone al análisis de cada una de ellas y a la selección de la opción con mejor potencial basándose en su efectividad y eficacia según los recursos con los que se cuenta.

Fase IV: Incorporar una pantalla de monitoreo de variables intrínsecas del sistema de transporte conveyor.

Además de la actualización tecnológica en el sistema automatizado el proceso, se desea implementar una pantalla HMI sincronizada con las variables implicadas en el proceso en cuestión. Esto permitirá un constante monitoreo y control a virtud del operador de manera más práctica y sencilla; haciendo más fácil la detección de fallas dentro del proceso.

Fase V: Determinar la factibilidad económica técnica y operativa del proyecto.

Para el cumplimiento de esta fase, se dispone a realizar una comparación tanto operativa como técnica en un antes y un después de la actualización tecnológica. En cuanto operativa, se realizará la comparación de rendimiento de la maquinaria. Para la factibilidad técnica, se realizará una inspección de los equipos utilizados en un antes y

un después hecho el proyecto; y por último, se realizará un estudio económico para tener conocimiento si la inversión será o no rentable.

CAPÍTULO IV

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADO

4.1 Fase I: Diagnosticar las condiciones de operación del sistema conveyor a través de técnicas de investigación y registros históricos del sistema.

Para comenzar con el diagnóstico de las condiciones del proceso protagonista de esta investigación, se organizaron unas visitas programadas con equipo de mantenimiento de la planta Gres Guacara y con los investigadores del presente proyecto. Estas tuvieron lugar los días Jueves desde el mes de enero hasta la fecha.

Durante la primera visita, el gerente de mantenimiento Ing. Luis Mendoza junto con el coordinador de mantenimiento eléctrico-electrónico Rafael Araujo, dieron un recorrido general a los autores a través de las instalaciones explicando el proceso de la transformación de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. Al final de este recorrido se hizo énfasis en el proceso de transporte conveyor, ubicado entre la prensa SACMI y el secadero EVO, el cual se encuentra dominado por dos autómatas programables, un Logo de Siemens y un Siemens Simatic 100U.

A lo largo de este primer recorrido se desarrolló una conversación abierta para solventar dudas puntuales con respecto al proceso del transporte conveyor, esto con la finalidad de levantar una base informativa para un posterior diagnóstico. Como resultado de esta primera visita se decidió por la observación directa como instrumento principal para extraer información junto

con la entrevista semiestructura como apoyo para una mejor recolección de datos.

Mediante el uso de la observación directa, se visualizó el funcionamiento del proceso en vivo, se realizaron pruebas de cómo funciona el sistema conveyer bajo ciertas condiciones con el apoyo del Coordinador Rafael Araujo, de dicha observación se llena una lista de cotejo con la intención de estudiar el comportamiento del proceso, evaluar los puntos débiles e identificar factores a mejorar.


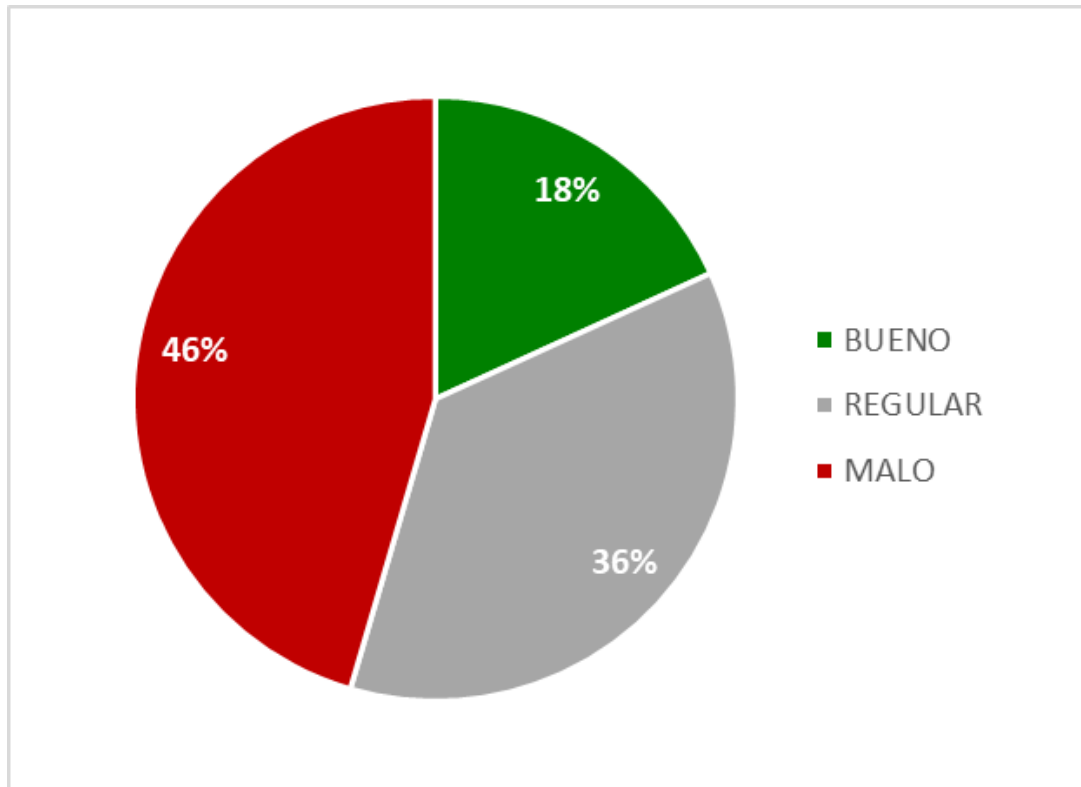
ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO 			
Criterio a evaluar	BUENO	REGULAR	MALO
¿Se considera el sistema conveyer funcional?			
¿La incompatibilidad del sistema de control ocasiona paradas del proceso?			
¿La ausencia de planos eléctricos del proceso incide en los tiempos y dificultad mantenimiento del equipo?			
¿Es importante para el operador monitorear el proceso?			
¿El sistema conveyer es funcional?			
La interacción y sincronización entre los automatados, PLC y LOGO, es...			
¿Existen planos eléctricos de las conexiones de la extensión del LOGO al proceso?			
La efectividad de la extensión de la prensa SACMI al secadero EVO es...			
El estado de los sensores de detección dentro del sistema es...			
El acceso a la programación de los automatados presentes en el proceso es...			
¿Cómo es la visualización de las variables intrínsecas del proceso?			
¿El sistema conveyer es eficaz?			
¿Cómo es el acceso a los dispositivos automatados del proceso?			

Tabla 1:Lista de Cotejo

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



Grafica 1: Resultado lista de cotejo

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

En base a la gráfica obtenida, se puede determinar que el estado del sistema conveyor, aun siendo efectivo, no es eficaz. Este proceso presenta un número elevado de fallas, las cuales van desde incongruencias en la comunicación de los autómatas, sensores con alta latencia a una falsa señal, hasta la poca accesibilidad a la programación de los dispositivos que, en conjunto, traen la necesidad de una adecuación tecnológica con el fin de facilitar el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

Por otro lado, se desarrolló un guion de entrevista de carácter semiestructura para los posteriores recorridos, como el que se muestra continuación:

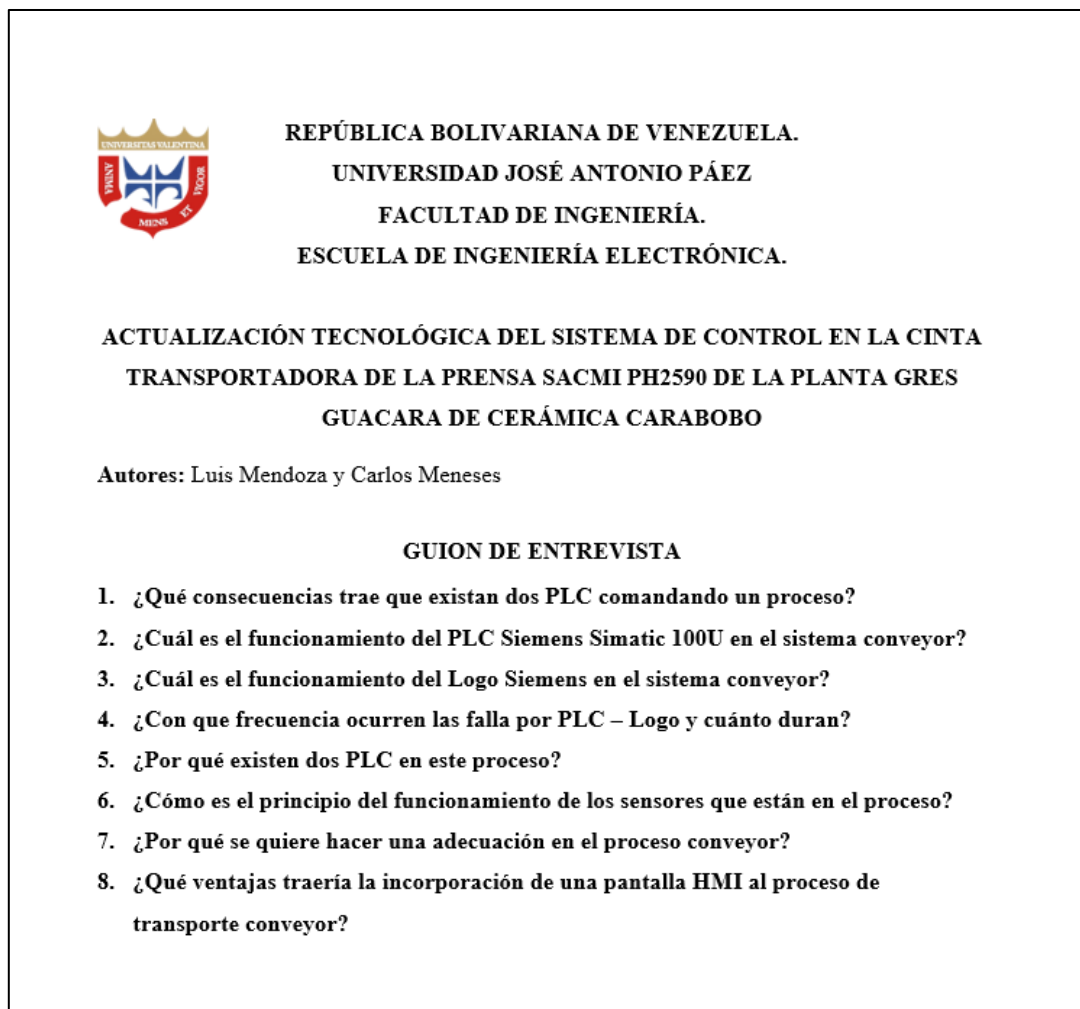


Figura 13: Modelo de Guion de Entrevista semiestructurada

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Las respuestas obtenidas de este guion darán pie a nuevos temas referentes al proceso que nutrirán el desarrollo de esta investigación, de la cual, durante el desenlace de la misma, es importante resaltar que, el coordinador de mantenimiento eléctrico-electrónico Rafael Araujo (2021), expresó lo siguiente:

Si la señal de acción entre ambos autómatas programables no es comunicada entre ellos, el proceso se detiene, debido a que la adaptación del Logo Siemens va después de la mesa transportadora a base de rodillos controlado por PLC Siemens 100U, haciendo este último dependiente de la operatividad del Logo. Si la computadora de la adaptación falla, no se emitirá la señal al PLC 100U, estancando el proceso.

A partir de las respuestas de esta entrevista, se diagnosticó que la problemática existente en el proceso debido a la presencia de dos autómatas programables compromete las cifras estimadas de producción a causa raíz de los tiempos prolongados de paradas por mantenimiento correctivo.

Con la finalidad de sustentar todo lo mencionado anteriormente y dar validez a lo explicado por el coordinador Rafael Araujo, se aplicó la técnica del diagrama de Pareto para estratificar las diversas causas de paradas no planificadas dentro del proceso de transporte lateral. Para ello, se pudo extraer la data de paradas por mantenimiento del mes de Julio, año 2021, y se analizó la frecuencia del fenómeno causante de la parada (Ver tabla 3)

Resumen de Paradas				
Tipo	Frecuencia	%	Acumulado	% Acum.
Mecanica	60	63,16%	60	63,16%
Electrica	24	25,26%	84	88,42%
Electronica	9	9,47%	93	97,89%
Ajuste de Equipo	2	2,11%	95	100,00%
Total	95	100%		

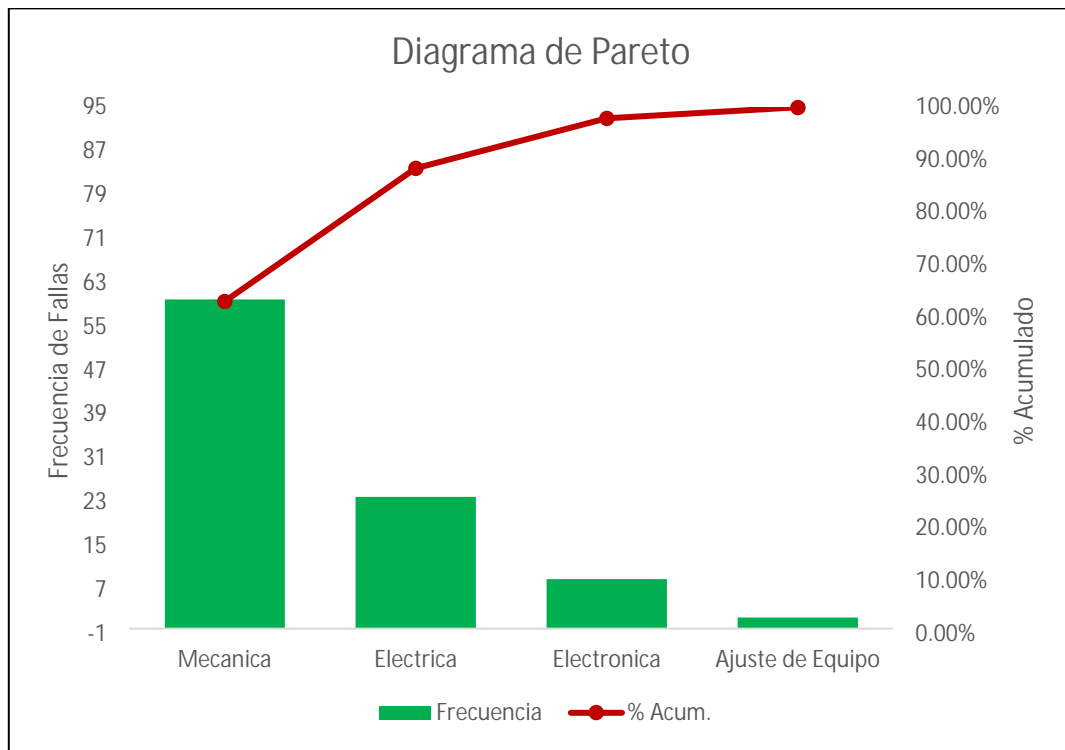
Tabla 2: Resumen de paradas de mantenimiento en SACMI. Julio

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

En la presente tabla se puede observar que la mayor ocurrencia de fallas que se presentaron en la línea SACMI fueron mecánicas y eléctricas, es importante destacar que la gran mayoría de las fallas eléctricas son generadas por la PRENSA SACMI PH2590 por incongruencias en las señales del proceso, ajustes de parámetros, por

cambio de formato o cambios de velocidad, la cual desencadena fallas mecánicas en los motores y su arrastre a los rodillos.

En virtud de esto, se levanta una gráfica de Pareto, con el fin de establecer las prioridades en cuanto a las fallas a atender en la línea SACMI en este mes de producción.



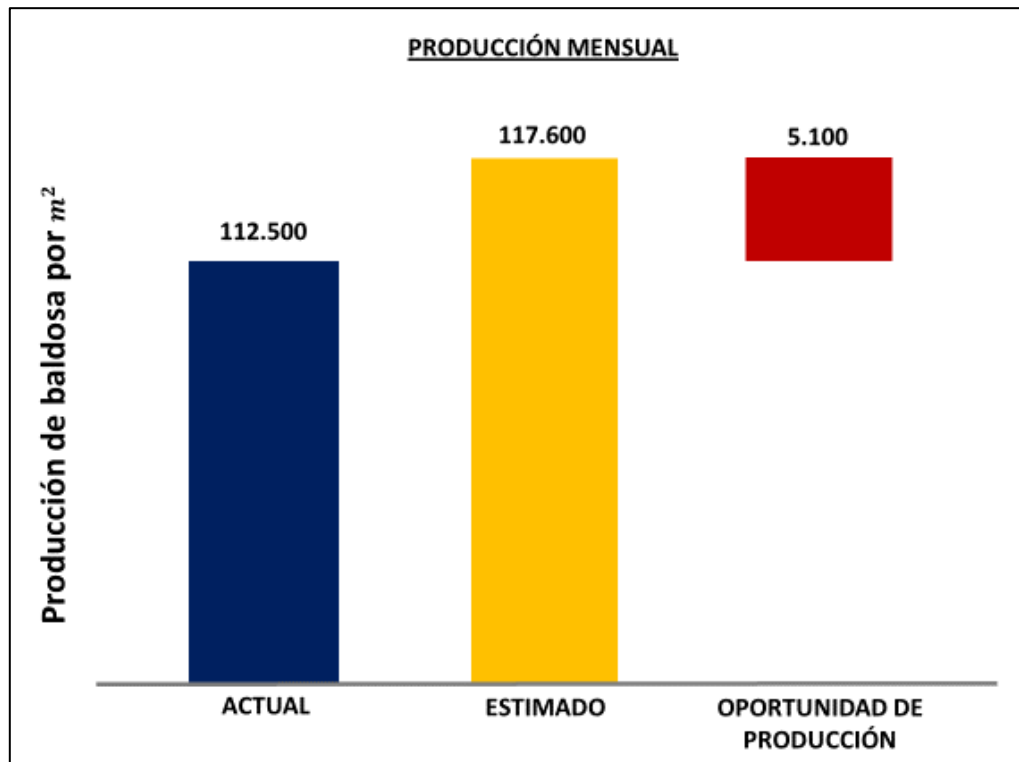
Grafica 2: Pareto 80-20 de las paradas de mantenimiento SACMI. Julio

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Efectivamente, tal como muestra el resumen de paradas de la tabla 3, en la gráfica 5 del Pareto, se presenta que el 80% de las fallas son producto de los problemas mecánicos y eléctricos presentes en la línea SACMI, de forma que una de las opciones para atacar ese 80% es a través de una adecuación tecnológica para minimizar ese porcentaje de ocurrencia de falla por parte del transporte conveyor.

Es de fácil conclusión que, dentro de toda empresa industrial, si no existe un mantenimiento eficiente esto afectará directamente el rendimiento de

producción de la línea, provocando inalcanzar las metas propuestas por la planificación de producción de Cerámica Carabobo. A continuación se expone el comportamiento de producción sin la adecuación tecnológica del proceso de transporte lateral (Grafica 6)



Grafica 3: Producción mensual. Planta Gres, Guacara. Cerámica Carabobo.

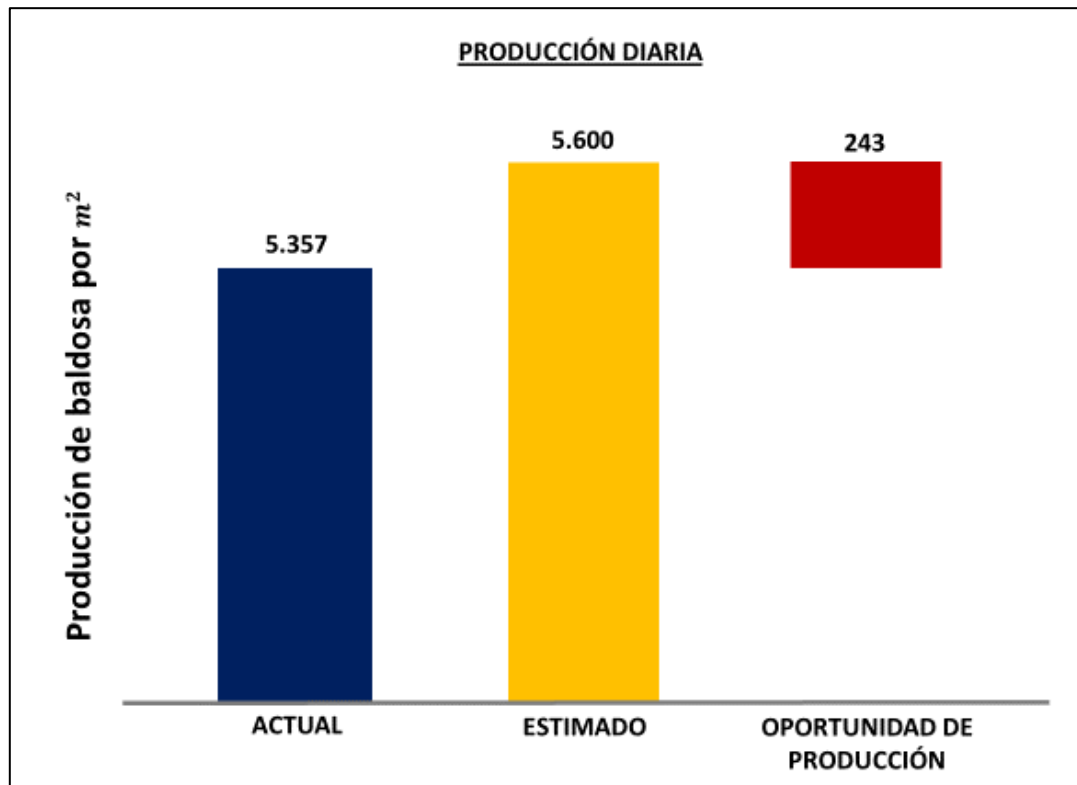
Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Con ayuda de la gráfica previamente adjuntada, se contempla visualmente la problemática planteada. Se evidencia, gracias a la previa comparativa, la existencia de una oportunidad de producción que no se está aprovechado actualmente en la planta.

Visto esto, se plantea una interrogante ¿Por qué la producción de la planta Gres, Guacara no alcanza una manufactura estimada? Como se sabe, ningún proceso productivo es perfecto; entre la transformación de la materia prima hasta el producto terminado, ocurren una serie de eventos que perjudican una producción preestablecida. Para este caso, la oportunidad de producción no aprovechada equivalente a 5.100m²,

es provocada por diversas fallas dentro de los procesos de manufactura que ralentizan la elaboración de la cerámica, disminuyendo el indicador de producción actual.

De igual manera se puede observar el comportamiento de producción a nivel diario (ver Grafica 3)



Grafica 4: Producción diaria - Planta Gres, Guacara. Cerámica Carabobo

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Se concluye entonces que sí existe una producción que no se está pudiendo aprovechar producto de los atrasos del proceso productivo; perjudicando no solo los metros cuadrados que despacha diariamente la empresa, sino también que esto afecta directamente los ingresos a la organización.

Como se mencionó anteriormente, parte del porcentaje de la brecha de perdida corresponde a las paradas referentes al sistema del transporte dominado por dos autómatas programables; donde, una parada promedio dura aproximadamente entre 40 y 90min, y la frecuencia de estas son de alrededor de

2 a 3 veces por semana. Si se llevan estas cifras a los 21 días hábiles de producción por mes, estos tiempos de parada representa 1.895m² de cerámica que no está produciendo, siendo este un impacto económico de la empresa, que se puede mejorar realizando una adecuación tecnológica al proceso productivo.

4.2 Fase II: Analizar diferentes alternativas para la restructuración del sistema de control de la cinta transportadora con ayuda de catálogos y manuales del fabricante que permitan establecer estrategias de control.

Con el objetivo de realizar la adecuación tecnológica al sistema de transporte conveyor, se plantearán diferentes alternativas para evaluar la factibilidad de cada una de ellas. Las siguientes opciones se tuvieron en discusión con el departamento de mantenimiento de la empresa y, todas ellas contemplan una característica en común la cual es, eliminar la operación de dos autómatas programables en el proceso y garantizar el correcto funcionamiento del mismo utilizando un solo PLC. Estas alternativas son:

1. Sustitución de los autómatas existentes, por la compra de uno nuevo de fabrica
2. Sustitución de los autómatas existentes, por uno de un dispositivo en fuera de servicio
3. Migrar las funciones del LOGO Siemens al PLC Siemens 100U, con la finalidad de eliminar un autómata programable del proceso
4. Migrar las funciones del PLC Siemens 100U al LOGO Siemens, con la finalidad de eliminar un autómata programable del proceso

4.3 Fase III: Seleccionar un sistema de control propuesto basándose en su potencial efectividad y eficacia.

Ya con las propuestas para la adecuación tecnológica previamente enumeradas, se procede al estudio y análisis para descartar cuales no son factibles y emplear la opción con mayor oportunidad al éxito. Claro está que este análisis se encuentra sujeto a las consideraciones internas y externas que se experimentan durante el proceso investigativo, así como también las limitaciones mencionadas a lo largo del desarrollo del trabajo de grado.

Avanzando con el previo razonamiento, el resultado de los análisis de las alternativas propuestas fue:

1. El planteamiento de la primera opción fue la más evidente para su selección, ya que la idea de esta era reemplazar los dos autómatas programables existentes actualmente en el proceso, por un PLC nuevo. Para realizar dicha propuesta, primero se conversó tanto con el departamento de mantenimiento como el de finanzas de la Panta Gres de Cerámica Carabobo. El tema de la reunión fue las posibilidades de una inversión para la compra de un Controlador Lógico Programable que se adecuara a las exigencias del proceso. El resultado de dicha reunión no fue positiva para la implementación de la presente idea, pues la empresa en cuestión no cuenta con los ingresos suficientes para la inversión de un repuesto nuevo. Siendo esto entonces una gran limitante, se descartó el empleo de la primera alternativa. (ver Anexo 1, 2 y 3)

2. La segunda opción se tuvo en estudio junto con el departamento de mantenimiento. En este punto, debido a que no se puede realizar la compra del dispositivo necesario, se plantea la idea de tomar un PLC que se encuentre en una maquinaria fuera de servicio. Para ello, se hizo un recorrido por la planta Gres Guacara para evaluar los diferentes procesos y maquinarias que estuviesen fuera de servicio, con el fin de analizar el estado y la compatibilidad de los autómatas de dichas maquinarias que actualmente no se utilizan. El resultado de esto no fue de provecho, debido a que no se encontró ningún dispositivo dentro de la planta con las características necesarias para su implementación en el sistema de transporte conveyor.

3. La imposibilidad de la compra o de la sustitución de un autómata programable, simplificó las opciones para que se tuviera que trabajar con los mismos PLC que actualmente se encuentran dentro del proceso. Llegados a este punto, la idea de la tercera opción fue eliminar el autómata programable tipo LOGO, no si antes, migrar sus funciones al PLC original del proceso. La principal limitante de esta propuesta fue la obsolescencia que caracteriza el PLC original del proceso, que recordamos es un controlador lógico programable de gama S5, marca Siemens, modelo 100U. Debido a

esto, se carecía de el puerto serial característico del PLC, imposibilitando la manipulación del código de programación. Además, para la programación de este tipo de PLC, se necesita el software Step 5, que el mismo no se contaba en la planta. Las mencionadas limitaciones fueron suficientes para el descarte de la tercera opción.

4. Por último, la opción con mayor factibilidad y con mayor índice a realizarse es la presente. La idea de esta alternativa es bastante similar a la anterior, pero siendo el caso contrario. Se quería eliminar el PLC Siemens S5-100U, sin antes migrar sus funciones al autómata programable tipo LOGO. A diferencia de la opción anterior, el LOGO Siemens es un dispositivo más novedoso y genérico a nivel de mercado, trayendo con esto las posibilidades de la manipulación del código de programación. El equipo de mantenimiento sí contaba con el puerto de comunicación del LOGO y, además, se pudo descargar de manera muy sencilla y gratuita el software compatible para el diseño del código de programación. Todo esto sin mencionar, que la aplicación de la cuarta propuesta se caracterizaba por tener una inversión igual a cero, pues se estaba utilizando un dispositivo ya existente en la planta.

SIMATIC S5-100U	
Módulos digitales de entrada y salida	Con 4, 8 ó 16/16 canales
Memoria RAM	1024 instrucciones
Capacidad de procesamiento	128 entradas y salidas digitales
Tiempo de ejecución	70 us
Tiempo de vigilancia	300ms
Alimentación de módulos	24VDC
Impulsos de módulos	500Hz
Adecuados para tareas de mando sencillas en las cuales solo aparecen los estados de señal "0" y "1".	
Permite ajustar temporizaciones sin modificar el programa.	
Módulo de comparadores	
Permite generar señales digitales de entrada y visualizar señales digitales de salida.	
Procesador de comunicaciones (CP)	
Permite controlar el funcionamiento del bus periférico	

Figura 14: Especificaciones del PLC SIMATIC S5-100U

Fuente: Manual del PLC SIMATIC S5-100U

LOGO SIEMENS	
Fuente de alimentacion	115/224V CA/CC
Frecuencia de red admisible	47...63HZ
Entradas digitales	8
Salidas digitales	4
Frecuencia de conmutacion mecanica	10Hz
Frecuencia de conmutacion Carga ohnica	2Hz
Frecuencia de conmutacion Carga inductiva	0,5Hz
Tiempo de retardo	50ms
Corriente Constante	máx. 10A por relé
Proteccion de un relé de salida	max. 16A. Caracteristicas B16

Figura 15: Especificaciones del LOGO SIEMENS

Fuente: Manual del LOGO SIEMENS

Así mismo, realizando una comparativa entre los dispositivos disponibles en la línea (ver figura 14 y 15) se concluye que el LOGO Siemens cuenta con las especificaciones técnicas necesarias para automatizar todo el proceso conveyor. Se observa que el LOGO cuenta con 8 entradas digitales y 4 salidas digitales; sin embargo, a este dispositivo se le puede instalar hasta 3 módulos de expansión para aumentar la cantidad de entradas y salidas digitales, cumpliendo entonces con las exigencias del proceso en cuanto a entradas y salidas se refiere.

Una vez completa la selección de la propuesta a realizar la adecuación tecnológica, se procede al desarrollo de la misma. El primer paso que se cumplió fue estudiar el proceso de transporte de la baldosa cruda desde la prensa SACMI PH2590 hasta el secadero, separando las regiones del proceso dominas por cada autómeta programable (ver Figura 16)

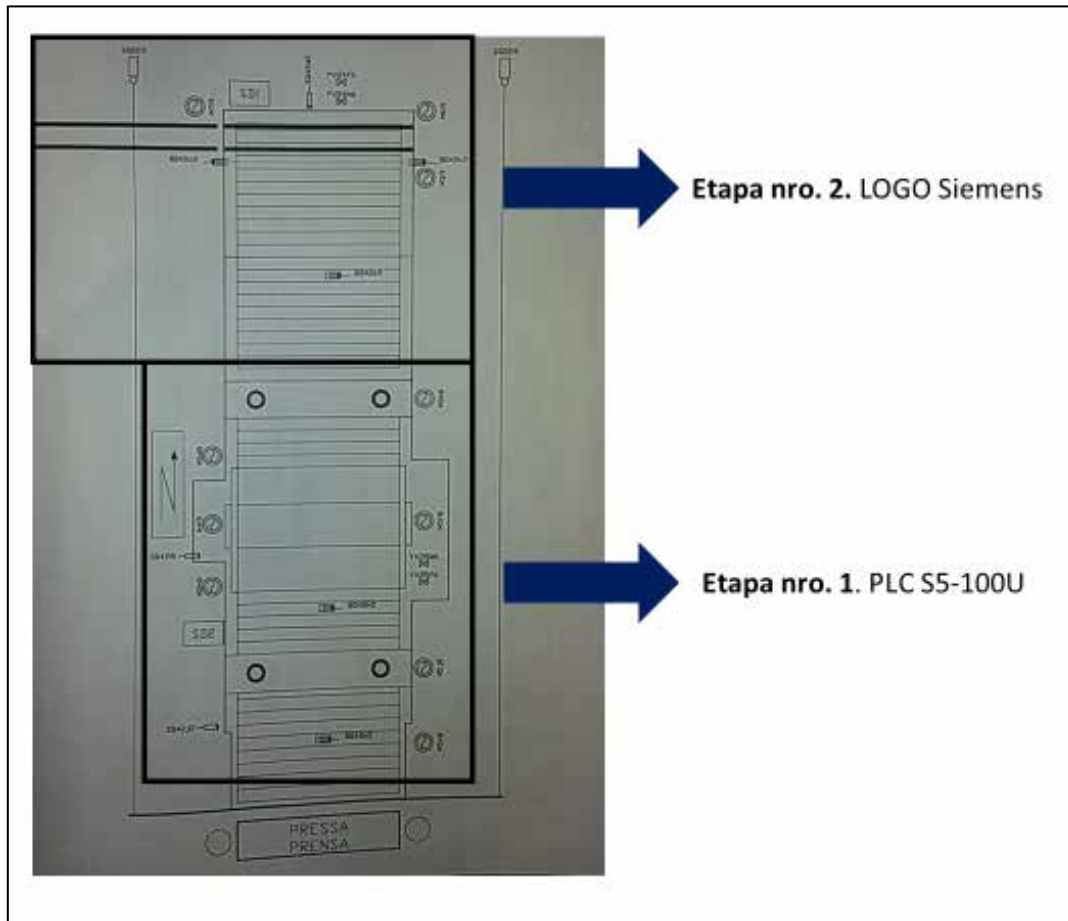


Figura 16: Diagrama del proceso de transporte lateral - Separación por etapas
 Fuente: Diagrama eléctrico original del proceso transporte lateral

Se observa entonces que la primera etapa del proceso es dominada por el PLC original de la máquina, mientras que la segunda etapa es gobernado por el LOGO Siemens.

La primera etapa del proceso de transporte conveyor cuenta con una serie de mesas a base de rodillos, las cuales su principio de funcionamiento es en base de la tracción del motor accionado por el PLC Siemens 100U y las bandas acopladas a su eje, permitiendo entonces el movimiento de los rodillos a una determinada velocidad. Además de esto, en esta primera etapa también se cuenta con la mesa volteadora, la

cual es la encargada de invertir la baldosa cruda, para que su entrada al secadero sea con la parte a esmaltar y decorar hacia arriba. Cabe mencionar que, dentro de esta primera etapa, se cuenta con una serie de sensores de tipo fotocélula, los cuales representan entradas al PLC Siemens 100U, indicándole si hay o si se aproxima baldosa cruda. Las especificaciones de las entradas y salidas del proceso son las siguientes:

1. Sensor BQ42j2: El presente es un sensor fotoeléctrico difuso. El cual da un consenso al proceso de la posición de la mesa flotante a base de rodillos. Esta mesa flotante es la conexión entre la prensa hidráulica SACMI PH2590 y el sistema de transporte lateral.

2. Sensor SQ42k5: Este sensor de tipo fotocélula se encuentra inmediatamente después de la prensa SACMI PH2590, es decir, dentro del rango de acción de la mesa flotante. Su función es indicar al autómatas programable que la prensa despachó una fila de baldosas crudas. También funciona como consenso a la prensa en el caso de que el proceso se encuentre con tipo de parada, imposibilitando el normal transporte de la baldosa, provocando la detención de la prensa hidráulica SACMI.

3. Motor M5m8: El presente motor domina la tracción de la mesa flotante, provocando el movimiento de los rodillos próximos de la prensa SACMI. Cabe mencionar que a esta mesa flotante se le conoce dentro del proceso como “Arrastre 4”.

4. Motor M5h8: El presente motor domina la tracción de la mesa a base de rodillos previa al volteador y posterior a la mesa flotante. Gracias a esta tracción, permite la carga de la fila de baldosas al volteador. Cabe mencionar que a esta mesa a base de rodillos se le conoce dentro del proceso como “Arrastre 3”.

5. Sensor BQ42h2: Sensor de tipo fotocélula. Este sensor se encuentra previo a la mesa volteadora, es decir, dentro del rango de acción del arrastre 3. El presente se encarga de indicar a la mesa volteadora que se acerca una fila de baldosas crudas para su posterior volteo. Además, sirve como señal de consenso al arrastre 4 para evaluar si

se debe detener o no su tracción; claro está que esto dependerá del tiempo que dure la baldosa cruda bajo el censado del BQ42h2.

6. Sensor SQ442i5: Sensor de tipo fotoeléctrico modo difuso. Este sensor permite indicar al PLC Siemens 100U el estado o estatus de la mesa de volteadora, es decir, si se encuentra en estado de reposo (Permitiendo una carga nueva de baldosas) o si se encuentra en estado de vuelco (Impidiendo la carga de baldosa). Claro está que dicho sensor se encuentra sincronizado con el motor que posibilita el vuelco de la mesa volteadora, así como también las electroválvulas que provocan la apertura y cierre de las compuertas del volteador y de los rodillos de la mesa volteadora para la descarga de la baldosa volteada y la carga de la nueva baldosa cruda. Básicamente es un sensor que comunica la posición de la mesa volteadora, generando un consenso para los demás accionamientos del proceso.

7. Motor M5f8: Este motor permite el accionamiento del volteo de la mesa volteadora. Esta máquina giratoria se encuentra acoplada a una estructura a base de correas y piñones que generan el vuelco una vez accionado el motor. Claro está que dicho motor se encuentra sincronizado tanto con las compuertas de cierre y apertura de la mesa volteadora, así como también los rodillos de la misma mesa, permitiendo el correcto accionamiento de estos en el momento correcto.

8. Motor M4j9: En el caso de este motor, permite el accionamiento de tracción de los rodillos que se encuentran dentro de la mesa volteadora. Este motor siempre estará encendido, pues permite la descarga de baldosa previamente volteada y la carga de una nueva fila de baldosas; este motor sólo se detendrá en el momento de que se haya completado la carga de baldosas a la mesa volteadora, permitiendo el correcto comportamiento del proceso.

9. Electroválvulas YV25d6 y YV25f6: Ambos accionadores eléctrico permiten el cierre y la apertura de las compuertas de seguridad, generando que las baldosas crudas no se desprendan de la mesa volteadora al momento de que esta se encuentre girando. Claro está que estas electroválvulas se encuentran sincronizadas tanto con el

sensor de posición Sensor SQ442i5 como con los rodillos de la mesa volteadora, permitiendo el correcto accionamiento dentro del comportamiento del proceso.

10. Motor M5d8: El presente motor domina la tracción de la mesa a base de rodillos posterior al volteador. Gracias a esta tracción, permite la descarga de la fila de baldosas del volteador. Cabe mencionar que a esta mesa a base de rodillos se le conoce dentro del proceso como “Arrastre 2”.

Todas estas entradas y salidas en forma de sensores y elementos de accionamiento (motores y electroválvulas) corresponden a la primera etapa del proceso de transporte lateral, que se recuerda, este es dominado por el controlador lógico programable del proceso original, el PLC S5 Siemens 100U.

Especificaciones técnicas	
Marca	MOTOVARIO
Modelo	71A4
Voltaje (VAC)	280/480
Corriente (A)	1,45/0,84
Frecuencia (Hz)	60
Potencia (Kw)	0,3
RPM	1620
Cantidad motor por etapa	5

Tabla 3: Especificaciones técnicas de los motores de la etapa 1 del proceso

Fuente: Elaborado por Luis Mendoza y Carlos Meneses – Información extraída de la placa de características del motor

Especificaciones técnicas	
Tipo	Fotoelectrico
Funcionamiento	Difuso
Modelo	42JT-D2LAT1
Temperatura de funcionamiento (°C)	De -20 a 60
Rango de deteccion	0,12 a 31,5 pulg.
Voltaje	De 10 a 30 VCC
Consumo de corriente	30mA max.
Tipo de salida	Ajustable NPN o PNP
Tiempo de respuesta	0,5ms
Corriente de salida	10mA max
Cantidad por etapa	2

Tabla 4: Especificaciones técnicas de los sensores difusos de la etapa 1 del proceso

Fuente: Instrucciones de instalación Sensores fotoeléctricos difusos 42JT VisiSight

Especificaciones técnicas	
Tipo	Fotoelectrico
Funcionamiento	De barrera
Modelo	QS18EK6XLPC
Temperatura de funcionamiento (°C)	De -40 a 70
Rango de deteccion	50 a 3000mm
Voltaje	De 10 a 30 VCC
Consumo de corriente	30mA max.
Tipo de salida	Ajustable NPN o PNP
Tiempo de respuesta	100ms
Corriente de salida	10mA max
Cantidad por etapa	2

Tabla 5: Especificaciones técnicas de los sensores de barrera de la etapa 1 del proceso

Fuente: Instrucciones de instalación Sensores fotoeléctricos modelo TURCK

Todavía cabe señalar la segunda etapa del proceso del transporte lateral. En este momento hace acto de presencia el LOGO Siemens, el cual, se recuerda, se añadió al proceso debido a una extensión de la prensa SACMI PH2590 al secadero EVO 3608.

Como se puede observar, esta segunda etapa ya sería la fase final de este proceso de transporte lateral, es decir, ya se estaría involucrando el secadero EVO 3608. En esta etapa también se encuentran involucrados una serie de mesas a base de rodillos que permiten el transporte de la baldosa cruda a partir de la tracción del motor involucrado y de la banda acoplada a su eje. Además, un elemento importante dentro de esta segunda etapa sería el bancalino que permitirá la entrada de la baldosa cruda al secadero.

Detallando un poco más cada una de las entradas y salidas correspondientes a esta segunda etapa, se encuentra con:

1. Sensor BQ42e2: Sensor de tipo fotoeléctrico. Este se encuentra ubicado luego de la mesa volteadora. Su finalidad es servir como verificador de la tracción que ocurre bajo en censado de este elemento. El BQ42e2, se encuentra sincronizado con las tracciones o arrastres previos y posteriores a él, ya que, en el caso de censar baldosa por un tiempo considerable, entenderá que el proceso se frenó por algún acontecimiento posterior a este, frenando los motores de las mesas de rodillos que se encuentran previo a su rango de acción.

2. Motor M3i9: El presente motor domina la tracción de la mesa a base de rodillos posterior al arrastre 2. Gracias a esta tracción, permite la carga de la fila de baldosas al bancalino que da pie a la carga del secadero. Cabe mencionar que a esta mesa a base de rodillos se le conoce dentro del proceso como “Arrastre 1”. Es importante mencionar que dicho motor se encuentra conectado a dos Drive, los cuales generan el cambio de velocidad en un determinado momento. Básicamente, cuando la fila de baldosas cruza el umbral de los sensores BQ42c2, luego de un tiempo el Drive se acciona para reducir la velocidad de giro del motor, por ende, la banda que provoca el movimiento de los rodillos, provocando que la fila de baldosas no sufra daños al momento de que esta llegue al tope de la mesa de rodillos.

3. Sensores BQ42c2: Sensores de tipo fotoeléctrico, uno de ellos asignado como emisor y otro como receptor. Estos sensores se ubican previo al bancalino que carga la

fila de baldosas al secadero. La función de los mismo es de alertar la proximidad de una nueva fila de bizcochos al bancalino. Estos estos sensores que representa entradas al LOGO Siemens, se encuentran sincronizados con temporizadores para, posterior al censado de la fila de baldosas, activar la modificación de frecuencia del Drive que domina al motor M3i9, para reducir la velocidad del arrastre 1 y evitar deterioros en el producto. También, sirve como consenso a los arrastres previos para detener el proceso en el caso de alguna aglomeración posterior al rango de acción de los presentes sensores.

4. Sensor SQ42d5: Sensor de tipo fotoeléctrico en modo difuso. El presente sensor se encuentra en el bancalino, pues su función es comunicar al proceso la posición del mismo. Es decir, este elemento censa si el bancalino se encuentra en una posición de reposo, lo que quiere decir que está “esperando” una nueva camada de baldosas, o por el contrario si se encuentra accionado, es decir, que se encuentra descargando la fila de baldosas al puente del secadero.

5. Electroválvulas YV24f6 y YV24h6: Ambos accionadores eléctricos permiten el recorrido de la carrera del pistón que mueve el bancalino. Al estar hablando de un pistón de doble efecto, se necesita una electroválvula para el recorrido vertical del bancalino y otra para el recorrido del mismo a su posición de reposo.

6. Motor M6i9: El presente motor domina la tracción de las correas del bancalino Gracias a esta tracción, permite la carga de la fila de baldosas del bancalino al puente del secadero. Esta tracción se accionará, si y solo si, el bancalino es activado, es decir, el pistón realiza su recorrido vertical para subirlo; una vez ocurrido esto, el motor se enciende, accionando la tracción de las correas, cargando la camada de baldosas al puente del secadero.

7. Motor M7i9: El presente motor domina la tracción de las correas del puente de la entrada del secadero. Estas correas se encuentras previas al secadero y posterior a las correas del bancalino. Este motor siempre se encuentra accionado, salvo en el caso

de que ocurra algún acontecimiento que ocasione la parada del proceso, frenando a su vez dichas correas.

Como es de notar, el proceso de transporte lateral no es un proceso de alta complejidad como para que dos autómatas programables dominen sus funciones y accionamientos. También es evidente que una etapa del proceso depende directamente de otra, trayendo el riesgo de, si los dos autómatas no se encuentran en perfecta sincronía, puede ocasionar fallas dentro del proceso productivo, tanto pérdida de producto como atrasos en la producción debido a la solvencia de las fallas que trae este arreglo de dos autómatas.

Especificaciones técnicas	
Marca	MOTOVARIO
Modelo	71A4
Voltaje (VAC)	280/480
Corriente (A)	1,45/0,84
Frecuencia (Hz)	60
Potencia (Kw)	0,3
RPM	1620
Cantidad motor por etapa	3

Tabla 6: Especificaciones técnicas de los motores de la etapa 2 del proceso

Fuente: Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021) – Información extraída de la placa de características del motor

Especificaciones técnicas	
Tipo	Fotoelectrico
Funcionamiento	Difuso
Modelo	42JT-D2LAT1
Temperatura de funcionamiento (°C)	De -20 a 60
Rango de deteccion	0,12 a 31,5 pulg.
Voltaje	De 10 a 30 VCC
Consumo de corriente	30mA max.
Tipo de salida	Ajustable NPN o PNP
Tiempo de respuesta	0,5ms
Corriente de salida	10mA max
Cantidad por etapa	1

Tabla 7: Especificaciones técnicas de los sensores difusos de la etapa 2 del proceso

Fuente: Instrucciones de instalación Sensores fotoeléctricos difusos 42JT VisiSight

Especificaciones técnicas	
Tipo	Fotoelectrico
Funcionamiento	De barrera
Modelo	QS18EK6XLPC
Temperatura de funcionamiento (°C)	De -40 a 70
Rango de deteccion	50 a 3000mm
Voltaje	De 10 a 30 VCC
Consumo de corriente	30mA max.
Tipo de salida	Ajustable NPN o PNP
Tiempo de respuesta	100ms
Corriente de salida	10mA max
Cantidad por etapa	3

Tabla 8: Especificaciones técnicas de los sensores de barrera de la etapa 2 del proceso

Fuente: Instrucciones de instalación Sensores fotoeléctricos modelo TURCK

Una vez teniendo claro cada etapa del proceso y cuál de ellas domina cada PLC, el próximo paso fue el diseño del código de programación adecuado al propósito de la actualización tecnológica. Para ello, se procedió a la descarga del software compatible al autómata programable tipo LOGO Siemens; el mismo se pudo descargar de manera gratuita por el portal online oficial. Posteriormente, se procedió a la descarga del código programación que se encontraba operativo en el LOGO dentro del panel eléctrico principal del proceso. A partir de ese momento ya se tenía una visual de cómo era la lógica y la estructura de la programación que dominaba este autómata programable, que se recuerda, corresponde a sólo la segunda etapa del proceso del transporte conveyor (ver Figura 17, 18 y 19)

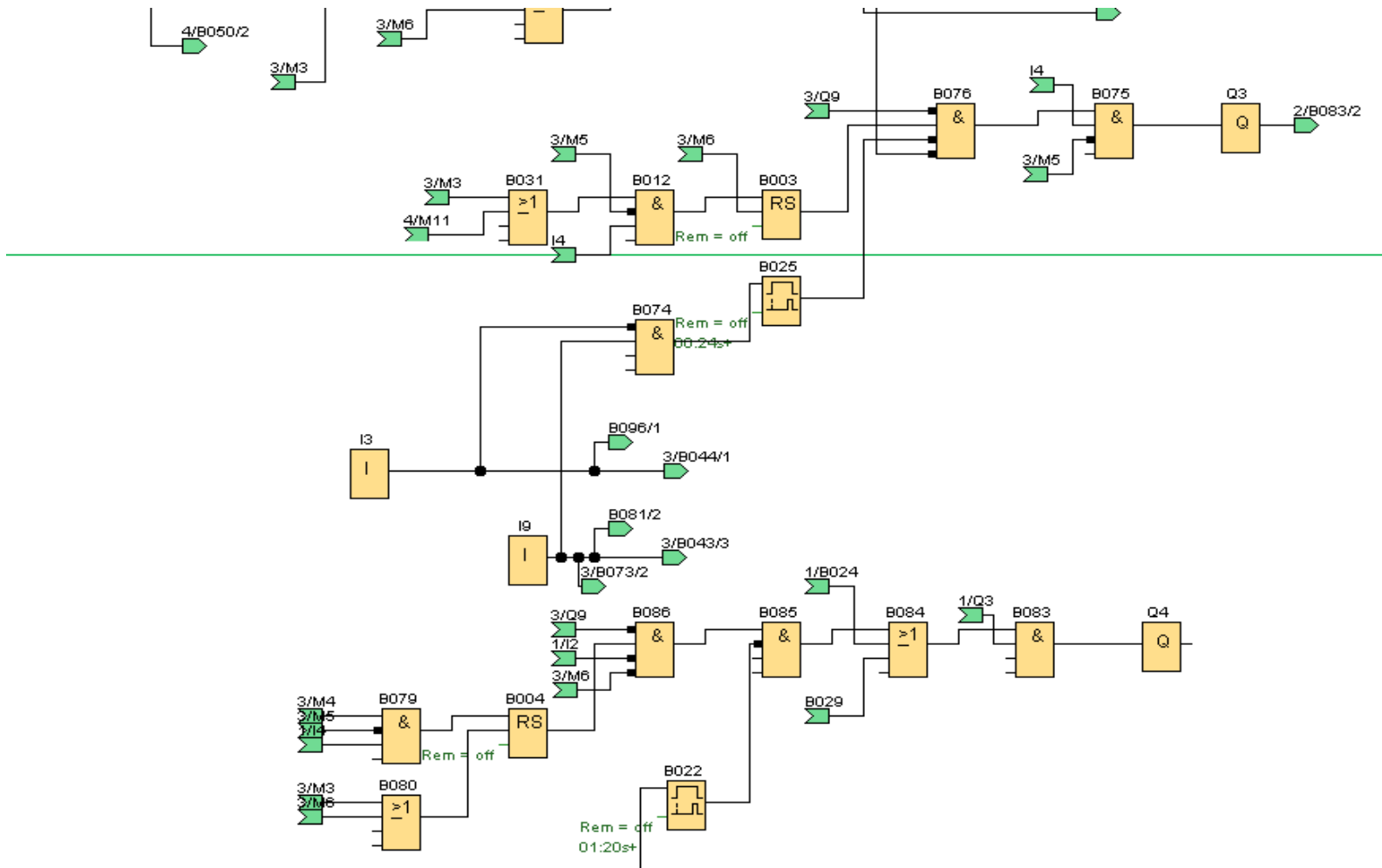


Figura 18: Programación descargada del LOGO Siemens (Continuación)

Fuente: Captura del software LOGO! Soft Comfort V8.0 – Programación extraído del autómata operativo en línea

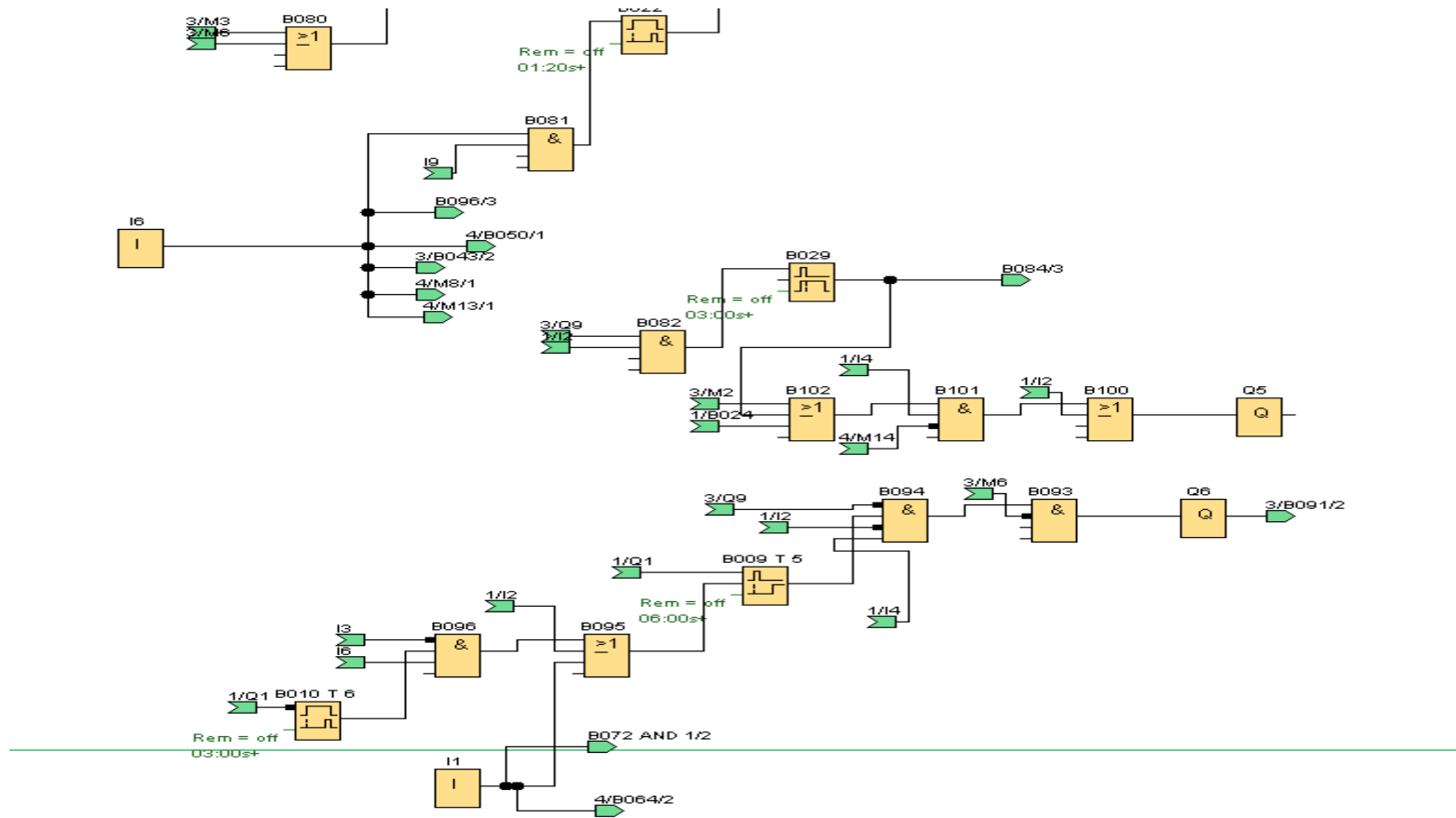


Figura 19: Programación descargada del LOGO Siemens (Continuación)

Fuente: Captura del software LOGO! Soft Comfort V8.0 – Programación extraído del autómata operativo en línea

Como se puede apreciar en las figuras anteriores se aclaran dos puntos: el primero es el tipo de lenguaje utilizado. El software LOGO! Soft Comfort V8 trabaja con dos tipos de lenguaje para la programación de PLC, el lenguaje Ladder (escalera o contacto) y el lenguaje de bloque. En este caso, el LOGO Siemens se encontraba programado en el lenguaje lógico de bloques. El segundo punto a aclarar es el mismo no cumplía con una estructura ordenada y lógica, dificultando el entendimiento del mismo para su modificación. Por ello, se decidió rediseñar el código ya existente para que su lectura y manipulación se realizara de una manera más práctica y sencilla (Ve Figura 20 y 21).

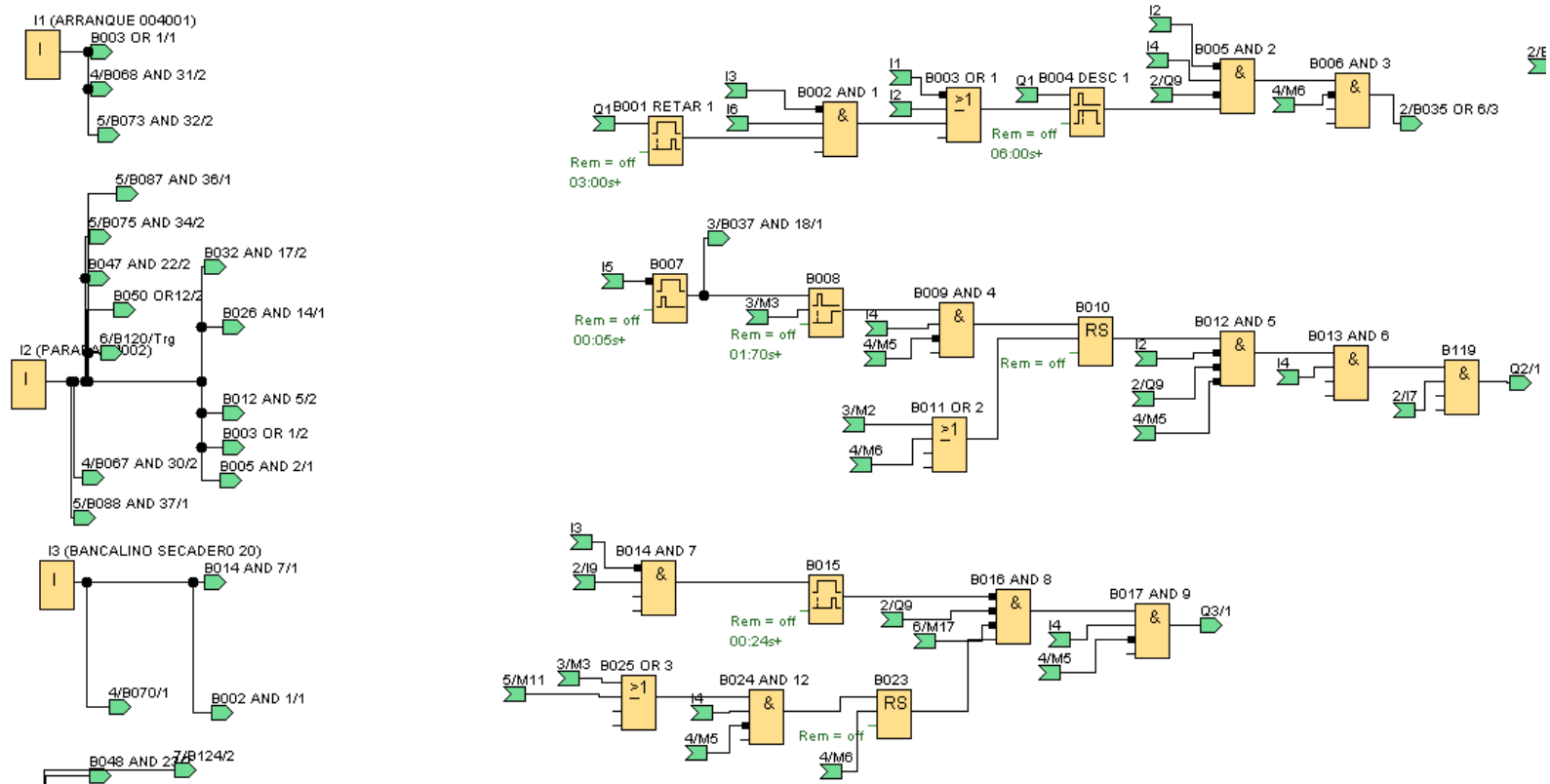


Figura 20: Programación rediseñada del LOGO Siemens

Fuente: Captura del software LOGO! Soft Comfort V8.0 – Programación rediseñada del autómata LOGO. Elaborado por Mendoza y Meneses

(2021)

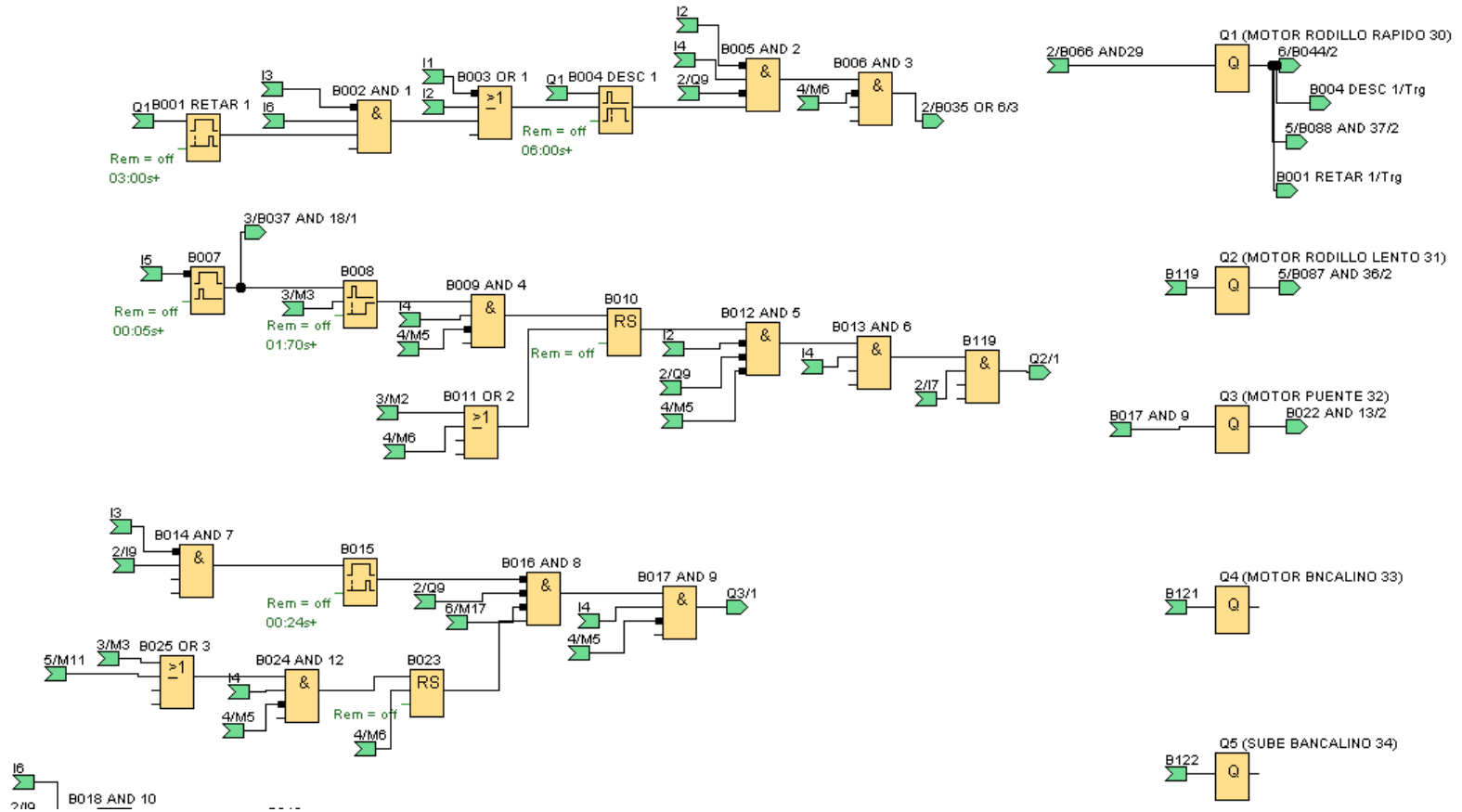


Figura 21: Programación rediseñada del LOGO Siemens (Continuación)

Fuente: Captura del software LOGO! Soft Comfort V8.0 – Programación rediseñada del autómata LOGO. Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Para el rediseño del código existente, se decidió organizar los bloques de entradas a la izquierda del área del trabajo del software, los bloques lógicos en la parte central y las salidas en el extremo derecho. Además, se le añadió una nomenclatura y comentarios a cada bloque de entrada y salida para que su análisis sea de una manera más agradable, evitando que el entendimiento del código sea un inconveniente.

El rediseño realizado suma a la adecuación tecnológica del proceso, pues si se necesita en un futuro modificar parámetros a nivel de programación, la persona encargada podrá ubicarse y entender el código de una manera más práctica, previniendo posibles errores debido a la desorganización existente anteriormente.

Ya llegados a este punto, se puso manos a la obra con la migración de las funciones del PLC S5-100U al autómatas que se dejará operativo en planta, el LOGO Siemens. Para ello, fue vital conocer la naturaleza de los dispositivos del proceso que representan entradas y salidas al programa; es decir, saber si los sensores fotorreceptores componían una estructura PNP o NPN, el estado de reposo de los pistones, tipo de accionamiento de motores, entre otras. Debido a eso, se tuvieron varias visitas al proceso mientras este no se encontraba operativo y se estudió cada aspecto necesario del proceso para el correcto diseño de la programación. La metodología para la programación fue representar el proceso que realizaba el PLC 100U en el lenguaje de bloques dentro del LOGO! Soft Comfort V8.0.

No está de más mencionar que el lenguaje por bloques implica entrelazar piezas prediseñadas (como en un rompecabezas) de forma tal que se genere una lista de pasos o acciones a seguir para solucionar un problema planteado o creado por el mismo usuario. Es una manera práctica y visual de programar en entornos gráficos. En este caso, las piezas a entrelazar son bloques de operación lógica (and, or, xor, entre otros), bloques representando entradas y salidas y, bloques representando señales de control por intervalo de tiempo (temporizadores y contadores). Se contaba entonces con estas herramientas para representar el procedimiento lógico del PLC 100U en el LOGO Siemens (ver Figura 22 y 23)

PLC SIMATIC 100U

PILOTO AUTOMATICO. 0=MANUAL 1=AUTOMATICO

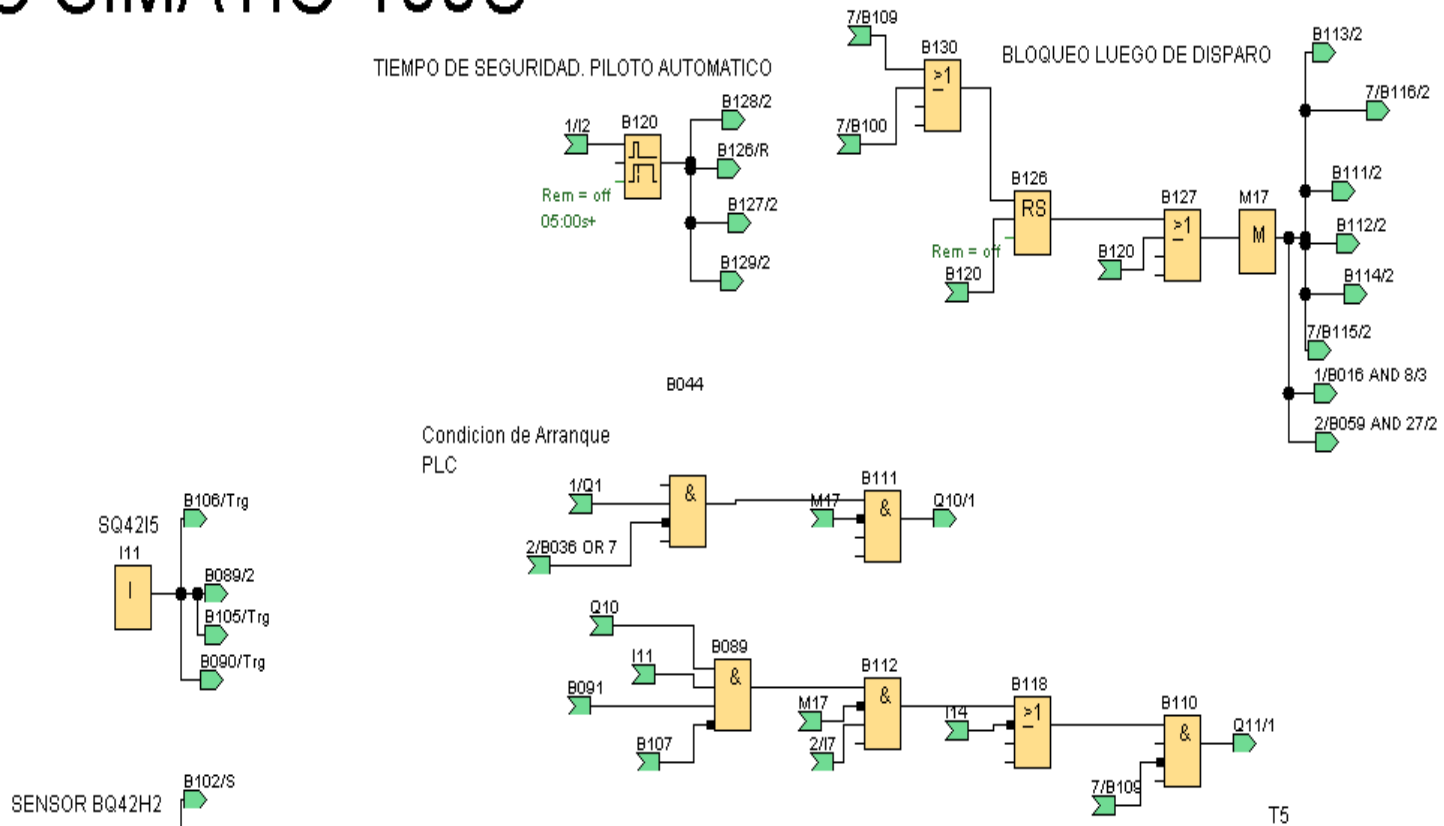


Figura 22: Programación para la migración de las función del S5-100U al LOGO Siemens

Fuente: Captura del software LOGO! Soft Comfort V8.0 – Programación diseñada por Luis Mendoza y Carlos Meneses (2021)

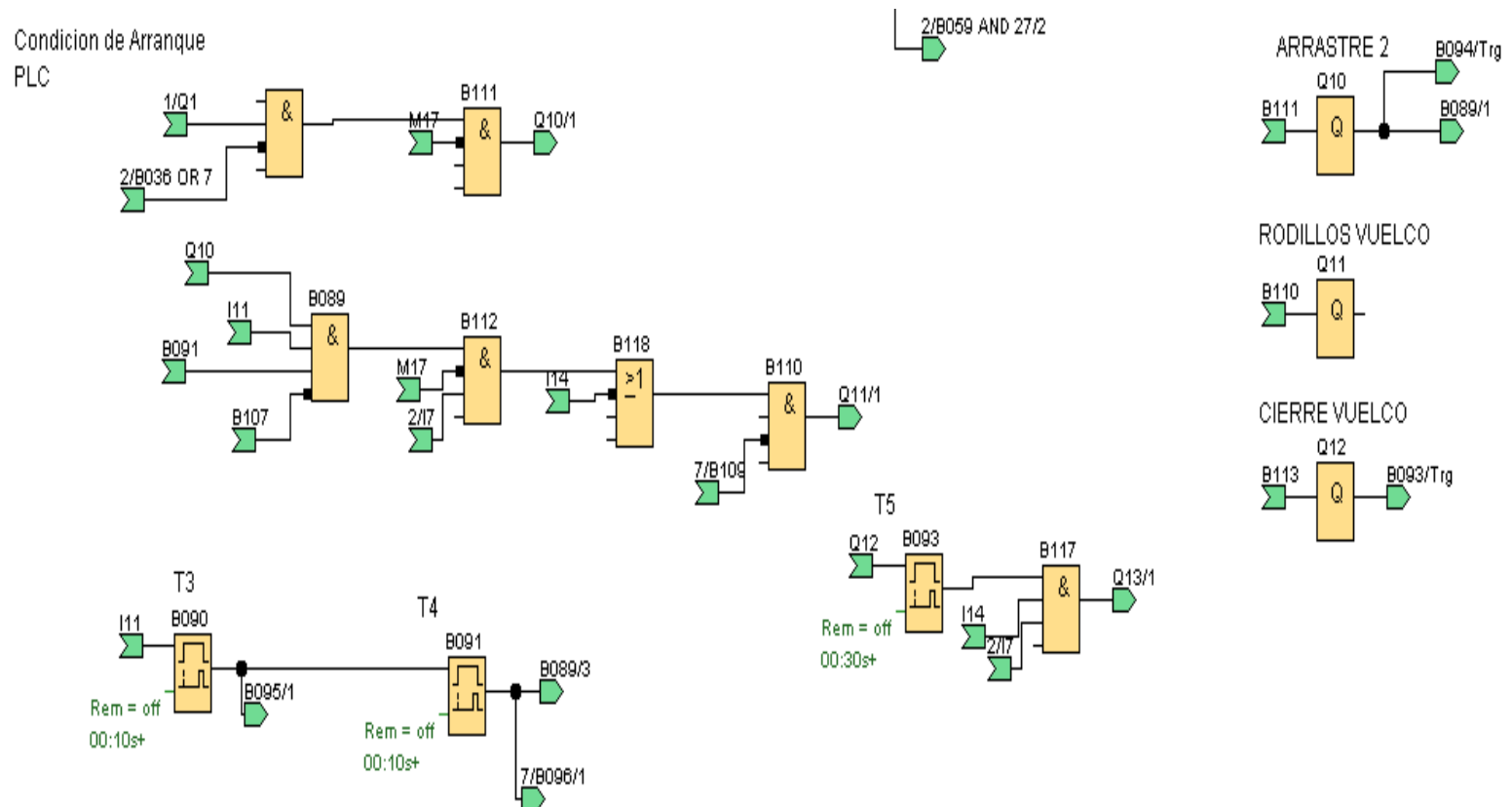


Figura 23: Programación para la migración de las funciones del S5-100U al LOGO Siemens (Continuación)

Fuente: Captura del software LOGO! Soft Comfort V8.0 – Programación diseñada por Luis Mendoza y Carlos Meneses (2021)

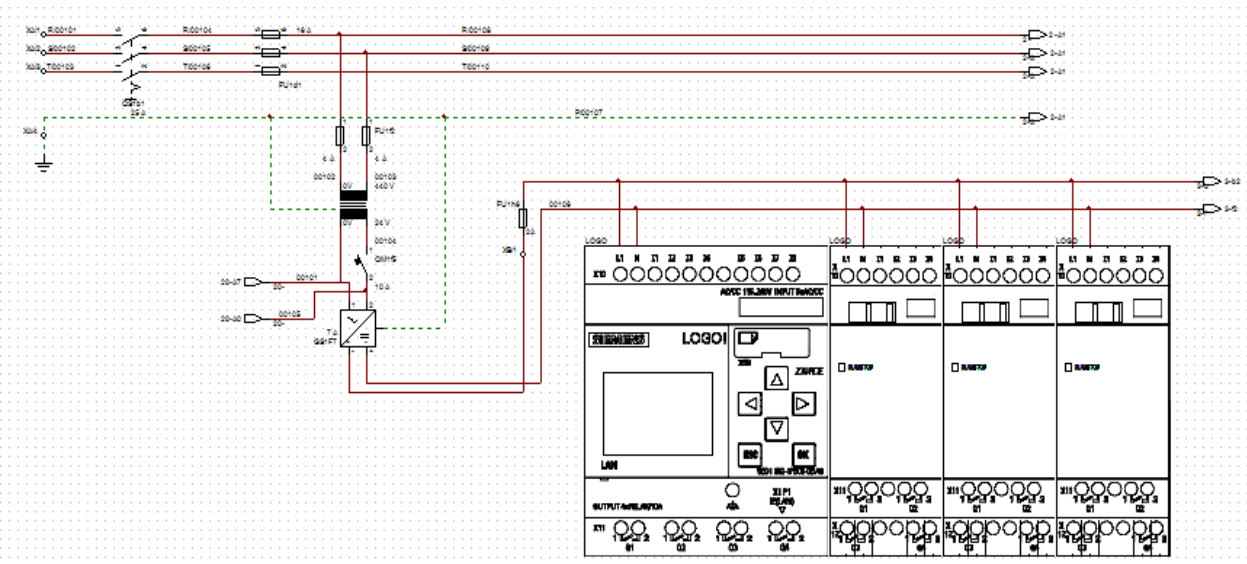
Para la validación de la correcta funcionabilidad del código de programación, el software LOGO! Soft Comfort V8.0 cuenta con un módulo de simulación el cual fue constantemente utilizado para evaluar el proceso lógico de la programación realizada. Considerando que la simulación funciona para realizar pruebas sin comprometer los dispositivos propios del proceso, básicamente se realizó una práctica de ensayo y error hasta encontrar la lógica, parámetros de tiempo y orden correctos para la exitosa migración de las funciones del PLC 100U al LOGO Siemens, trayendo por consecuencia el correcto traslado del baldoso de prensa SACMI PH2590 al secadero EVO 3608.

El último paso para completar con la tercera fase y con la adecuación tecnológica propuesta, era descargar la programación diseñada al LOGO Siemens que se encontraba en línea y realizar las conexiones eléctricas correspondientes; es decir, las señales de sensado a las entradas correspondientes en el LOGO y las señales de salida del autómatas al relé para el accionamiento de los motores y electroválvulas presentes en el proceso. Una vez hecho esto, solo faltaba realizar diversas pruebas en frío correspondiente al funcionamiento común que debe tener el sistema conveyor, así como también al sistema de seguridad propio del proceso. A estas pruebas se le evaluaría su respuesta para realizar ajustes mínimos en caso de ser necesario.

En contraste con lo anterior, la empresa Cerámica Carabobo, cuenta con una planificación trimestral, donde a inicios de mes de Julio se pretende iniciar el arranque de la prensa SACMI para cumplir con la planificación establecida. Este factor tiempo genera una limitante importante para la implementación del código a la línea, la realización de conexiones eléctricas necesarias y ejecución de las pruebas en frío. Todo esto, añadiendo el poco personal disponible y la poca regularidad con que se efectuaban visitas a la planta, imposibilita la oportunidad de la implementación de dicha adecuación tecnológica.

No está demás añadir, una vez culminado el periodo de entrega del presente trabajo de grado, se pretende implementar la adecuación tecnológica, pudiendo dejar operativa el proceso una vez efectuado el proyecto.

Con respecto a la falta de tiempo debido a la planificación de cerámica se plantea la carta de certificación (ver Anexo 4 y 5), la cual afirma la funcionalidad de la adecuación desarrollada, ya que no se dispuso de un plazo adecuado para su respectivo montaje.



Dibujado	Fecha	Nombre	Proy.	Entidad	Título	Fecha	Núm.
Comprobado	20-JU-2021	Mendoza Luis Meneses Carlos		CERAMICA CARABOBO C.A	ESQUEMA ELECTRICO Transportador Lateral	20-JU-2021	1 de 1
		T. S. U. Rafael Araujo				Unidad	Página

Figura 24: Plano Eléctrico: Conexión Logo

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

4.4 Fase IV: Incorporar una pantalla de monitoreo de variables intrínsecas del sistema de transporte conveyor

Para el desarrollo de este objetivo, se plantea, referente al sistema conveyor que transporta la baldosa desde la prensa SACMI hasta el secadero EVO, las siguientes preguntas ¿Qué mueve los rodillos haciendo posible el traslado de la baldosa?, como afectan las señales transmitidas de Logo Siemens o PLC Siemens a los autores de este movimiento? Y ¿Qué ventajas trae al proceso esta pantalla de visualización?

Para una mejor comprensión de las respuestas a estas interrogaciones, se explica primeramente lo siguiente:

Un motor es una maquina giratoria que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, ya que una vez que se aplica voltaje a las terminales del estator, este induce un voltaje sobre los conductores del rotor y por ende empieza circular corriente a través del mismo, esto genera que en el electroimán del rotor excita un campo magnético, ejerciendo sobre él un movimiento rotativo. En otras palabras, el voltaje aplicado sobre el estator del motor genera en el rotor un movimiento mecánico proporcional a la energía aplicada, pero ¿esto que tiene que ver con el transporte conveyor?, pues a un motor que se encuentre en movimiento y en vacío (sin carga), se le puede acoplar una carga a su eje mecánico y este se ve interpretado como carga eléctrica por parte del motor, ya que antes de la carga la única fuerza que se oponía al movimiento de giro del motor, era la fuerza de roce, el cual es mínimo, pero al acoplar alguna carga a través una correa, el motor traduce esa carga como una fuerza extra que lo retrasa por lo que la corriente de carga o consumo aumenta en una magnitud suficiente para vencer a esa fuerza y girar ahora con esa carga acoplada a velocidad, esa carga son los rodillos

En base a esto, se expresa que existen un conjunto de motores situados en posiciones específicas del proceso de la mesa transportadora conveyor que una vez energizadas desde un tablero eléctrico, estas proporcionarán un torque con una fuerza mecánica suficiente para hacer girar los rodillos acoplados a estos.

Es importante resaltar que el sistema conveyer es ciego en ciertos aspectos, debido a que no hay sensores que detecten la baldosa cuando pasa por partes específicas de la mesa transportadora, en este punto, la acción del mecanismo de arrastre del proceso es comandados únicamente por contadores y temporizadores. No obstante, en los espacios donde existe un sensor de detección, dicha señal puede activar una siguiente etapa luego de un contador o desactivar alguna otra en caso de cumplir alguna condición de seguridad durante un tiempo específico, como es el caso de que cuando un sensor detecta mucho tiempo una baldosa, emite una señal que desactiva el motor que genera el arrastre o movimiento de los rodillos, esto se hace así con fines de seguridad ya que puede haber una falsa señal, una baldosa atorada que pone en riesgo la producción, o en el peor de los casos algún problema con el motor que no permita el giro de los rodillos para mover la baldosa.

Llegando a la conclusión de que el cuándo activar los motores para el transporte de las baldosas es vital para el correcto funcionamiento de la mesa transportadora, es cuando el autómata programable actúa, ya que, de acuerdo a su configuración interna programada, este emite una señal lógica accionando algún relé, que permite activar o desactivar un contactor con el fin de energizar o desenergizar algún motor según sea el proceso.

Con todo lo explicado anteriormente, se determina que los motores son los responsables del movimiento de giro de los rodillos acoplados a ellos y el Autómata se encarga de emitirá las señales de activación de esos motores, en otras palabras, el Autómata es el director, que se encarga de accionar en un determinado momento el motor respectivo para que la baldosa llegue al secadero.

Entrando más en la configuración del autómata, es importante resaltar que, una vez analizadas todas las alternativas, la opción más viable y efectiva es migrar las funciones del PLC Siemens Simatic 100U al Logo Siemens, considerando que, no se cuenta con un presupuesto para invertir en un autómata nuevo que suplante los dos actuales y no

se cuenta con acceso al programa STEP 5 para la programación del PLC Siemens Simatic 100U.

Considerando la alternativa plantea, ahora ¿Cómo acceder de las variables de tiempo para monitoreo y ajuste de una manera efectiva en caso de un chequeo o mantenimiento?, la respuesta a esta pregunta, es la base del desarrollo de esta objetivo, ya que los párrafos anteriores sirvieron para explicar cómo funciona el sistema conveyor y que elemento se encarga de dictar, según una señal, cuando activar dichos motores, pero el cómo acceder a esos valores y manipularlos es trabajo de la pantalla TDE de Siemens compatible con Logo.

Características Técnicas	
Monitor	64 x 38 mm, contraste ajustable
Líneas	6 Líneas
Caracteres	20/10 caracteres por línea 40/20 en modo Tucker (dependiendo del juego de caracteres seleccionados)
Colores de Fondo Controlables	3 (Blanco, naranja, rojo)
Características Especiales	14
Idiomas del menú	Inglés, alemán, francés, italiano, español, holandés, ruso, turco, chino y japonés
Conjunto de Caracteres	6
Tensión de alimentación Polaridad independiente	12-24 Vcc/24 V CA
Consumo de energía	tip. 145 mA (12 V CC), tip. 70 mA (24 V CC), tip. 75 mA (24 V CA) Ethernet y luz de fondo blanca activa

Entradas	6 teclas estándar, 4 teclas de función (botones de superficie táctil)
Interfaz	2 puertos Ethernet RJ45
Longitud del cable de conexión	30 m
Dimensiones	(Ancho x alto x profundidad) 128,2 x 86 x 38,7 mm
Dimensiones de corte	119,5 x 78,5 x 1,5 - 4,0 mm para montaje en panel
Protección	IP 20, IP65 frontal (4X / 12)

Tabla 9: Características Técnicas de Pantalla TDE Siemens

Extraído de la página de equipos Siemens New.Siemens.com

Basándose en el tabla de especificaciones técnicas de la pantalla TDE de Siemens es importante resaltar que, principalmente este monitor es alimentado por 12/24 VDC o 24 V CA y su comunicación es transmitida a través de un cable tipo "Patch Cord RJ45" en comunicación Ethernet como medio de transporte y además, debe estar configurado a una "IP" fija elegida por el usuario, este equipo junto con el Logo trabajan bajo una LAN (Local Área Network) y los rangos de IP Pública de 192.168.x.x.



Figura 25: Cable Ethernet RJ45

Fuente: Extraído de Internet

La imagen 14, hace referencia al cable Ethernet RJ45, usado comúnmente en hogares y oficinas para conexiones a internet LAN (Local Área Network) como medio de transporte con los paquetes de información en un rango de conexión corto, este tipo de medio es un estándar para facilitar el intercambio de información y compartir recursos, como discos comunes, impresoras Láser Referente, etc.

Por otro la pantalla TDE y logo utiliza el protocolo TCP/IP en su conexión LAN, pero ¿en qué consiste este protocolo? Pues, este protocolo permite el envío tanto de un correo electrónico como un video, o cualquier información con miles de paquetes de información, ya que a través del protocolo TCP (Protocolo de control de transporte), la información de X tamaño se monta sobre un paquete de un tamaño estándar, donde existe información con la dirección del transmisor y del receptor, una vez el paquete es entregado, el protocolo IP se encarga de reconocer la norma del mensaje, el idioma, y lo traduce a un modo que sea comprensible con el sistema de red del receptor.

Un punto clave a mencionar es, una vez entendido el funcionamiento del tipo de conexión que utiliza el Logo y la pantalla TDE, en la planta Gres Guacara Ceramica Carabobo, es un LOGO Siemens 6, el cual no cuenta con una conexión para cables Ethernet por lo que no es compatible con la Pantalla TDE, dicho monitor es válido para las Nueves versiones de Logo Siemens 8, el cual posee conexión a internet y puertos para cables Ethernet RJ45.

Como toda propuesta de ingeniería, es importante verificar su viabilidad a través del estudio económico, técnico y operativo de la misma, por ende, a continuación de agrega una tabla con los costos económicos a invertir para la implementación de dicha pantalla.

Costos de Equipos Requeridos	
Equipo	Costo
Logo Modulo Logico Siemens V8 - 6ED1052-1MD08-0BA0	\$ 250,00
Fuente Alimentacion Siemens Salida 24vdc 10amp Sitop	\$ 4,00
Display de texto TD para Siemens LOGO! - 6ED1055-4MH08-0BA0	\$ 185,60
Cable Utp Cat 5 (5 metros)	\$ 10,00
	\$ 449,60

Tabla 10: Costos de inversión de implementación de Pantalla Logo TDE

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Es importante resaltar que la tabla 10, muestra un consolidado de costo de los equipos necesarios para llevar a cabo la propuesta, pero con respecto al personal que lo va a implementar, se tiene un promedio de 100\$ extra por mano de obra por parte de un personal especializado tales como SANZEUS C.A, Ingerlogic C.A para realizar la programación y el montaje de los elementos pertinentes con una duración de 3 días, alcanzando un total de 549,60\$ aproximadamente en equipos y personal necesarios para su realización.

El resultado de dicha propuesta provee una forma práctica y sencilla de monitorear y controlar el flujo de ceramica que es transportada por el sistema conveyor, esto a través de ajuste de tiempo de los temporizadores, contadores y bloques de texto a los que la pantalla TDE tiene acceso desde su interfaz hasta el logo, la recuperación de esta inversión puede verse reflejados a través de la adecuación tecnológica en 21 días de producción, que es el periodo de trabajo habitual de ceramica Carabobo.

4.5 Fase V: Determinar la factibilidad económica técnica y operativa del proyecto.

La finalidad de toda empresa consiste en proveer algún bien o servicio a la sociedad u organización satisfaciendo sus necesidades, pero la eficiencia y la eficacia con la que dicha entidad genera los recursos que van al público, marca la diferencia entre una empresa exitosa de una deficiente, porque ¿cómo se genera el producto?, a través de materia prima, la cual se extrae de un capital

que siguiendo un conjunto de lineamientos, métodos de operación y coordinación de los trabajadores, ese capital invertido en materia prima es recuperado con el comportamiento de las ventas del producto terminado.

En otras palabras, con capital, hay materia prima, con materia prima hay producción, pero que ¿tan efectiva es la producción en Ceramica Carabobo Gres Guacara? La respuesta a esta pregunta engloba un entorno muy alto dentro de la empresa, pero este proyecto de investigación se centra en la afectación a la producción de cerámica producto de la poca eficiencia que actualmente se vive en el sistema conveyor entre la prensa SACMI y el secadero EVO.

Ya que, más importante que la producción, es como se administra dicha producción, por lo que al inicio de cada mes de producción se estima un Target o cifras aspiradas equivalente a la cantidad de materia prima que llega a la empresa ese mes. Es vital resaltar que ningún proceso es perfecto, las fallas se pueden reducir, pero no eliminar, a veces ocurren imprevisto y un sinfín de factores que afectan a la producción, pero ¿qué tanto se puede garantizar la mayor productividad?

Es aquí donde se plantea y se implementa la propuesta de una adecuación del sistema de control automatizado del sistema conveyor, el cual actualmente posee un PLC Siemens Simatic 100U que se encarga de procesar las señales de los sensores y gestionar las secuencias lógicas para las salidas correspondiente desde la salida de la prensa SACMI hasta poco después del volteador (imagen)

Seguido de eso, se encarga un Logo Siemens que gobierna hasta la continuación del proceso, puente de adaptación al secadero y la entrada al secadero EVO (imagen)

Pero entre ambos autómatas existe gran incongruencia entre sus señales, ya que solo hay una señal de consenso de parte del logo al Simatic que le indica “Todo bien por aquí” para que el proceso pueda funcionar, pero cualquier cambio en la configuración de los contadores y temporizadores del PLC Siemens

no se le transmiten al Logo, esto puede representar problemas en el transporte de baldosa, ya que existe la posibilidad de que el tiempo de accionamiento entre los dos autómatas sea distinto, por lo que la baldosa al someterse a ese cambio puede dañarse.

Dicho eso, la adecuación consiste en migrar las entradas referentes a los sensores de presencia de la salida de la prensa SACMI:

1. **Sensor BQ42k5:** Sensor de presencia de baldosa en la salida de la prensa
2. **Sensor BQ42h2:** Sensor de presencia de baldosa antes de ingresar al volteador
3. **Sensor SQ42j2:** Sensor de posición de la mesa flotante

Dichas Entradas son ahora enviadas a las entradas del logo con el fin de eliminar el PLC Siemens del proceso y que todo del sistema opere con un solo autómatas.

La propuesta tiene como finalidad aumentar el índice de productividad, aprovechando de la brecha de producto que no se genera, esto se hace atacando el estado deficiente de la mesa transportadora conveyor, de la cual se pretenden reducir los tiempos de paradas por mantenimiento y la frecuencia de ocurrencia de las fallas por la incongruencia entre los Autómatas. Para esta estimación, se tiene como referencia la prensa gemela EVO, la cual posee un solo PLC que gobierna el sistema de control en el traslado de baldosa con una ocurrencia aproximada de 1 a 2 veces en todo el mes de productividad y unas paradas de producción de 15 hasta 30 minutos máximo. En virtud de eso y conversado con el coordinador de mantenimiento Rafael Araujo, el resultado de la alternativa seleccionada para la adecuación del sistema de control estima que, al dejar operativo el Logo Siemens se pretenda reducir tanto el tiempo de paradas como su frecuencia en un 70. Dicha disminución en tiempo de parada, por otro lado representa un aumento equivalente en producción, ya que de los 5.100 m² de cerámica que no se produce, se está recuperando las que se pierden por el

transporte conveyor aumentando la productividad y por ende los ingresos, todo sin invertir un centavo.

Esta mejora se ve reflejada de forma que el personal de mantenimiento no dedicara tiempo y hombres en el chequeo de dos autómatas en busca del error y una vez detectada, realizar el ajuste pertinente a ambas maquinas, sino que es un solo dispositivo que se encargara de gestionar las entradas recibidas de los sensores y realizar la secuencia lógica del proceso para un traslado de baldosa exitoso.

Como empresa, el buscar la mejora continua en sus procesos es vital para el crecimiento de la organización, para llegar a eso, es importante intentar alcanzar lo más posible o superar las cifras estimadas, para ello no solo se debe tener en cuenta los recursos que se disponen, tanto humano, como los de los equipos, repuesto, sino también es importante saber cómo administrarlo. El cual es un problema que actualmente se presenta cuando ocurren fallas a causa del PLC – Logo, debido a que se malgasta personal de mantenimiento atendiendo una falla que dura de entre 40 a 90 minutos por la presencia de dos autómatas, en comparación de la línea con prensa EVO la cual si posee un solo PLC y sus paradas son de 15 a 30 min, haciendo evidente que la opción más practica es dejar un solo autómata gobernando el proceso, que es en lo que se basa la mejora planteada en este proyecto de investigación.

La factibilidad de la presente se debe a la necesidad de disminuir las paradas por mantenimiento de este tipo de fallas, debido a las mismas la productividad se ve afectada gracias al tiempo de paro de producción en el turno y el personal invertido en solventar la falla

4.5.1 Factibilidad Económica

En este aspecto, la empresa no requiere inversión para la realización de la adecuación, ya que la estrategia selecciona bien se explicó anteriormente, no requiere inversión inicial para su desarrollo debido a que se están migrando las

funciones del PLC Siemens Simatic 100U al Logo Siemens existente en el proceso. Al ser muchas entradas ahora que el logo se pretende dejar como único operador del proceso, este requiere la habilitación de nuevas entradas, haciendo un total de 13 entradas operativas, en virtud de eso se necesitan 3 módulos de expansión de 4 entradas alimentado con 12/24 Voltios DC, dichos módulos se pretenden extraer de la empresa Ceramica Carabobo Lisandro Alvarado por lo que tampoco se requiere de gastos de la empresa para su obtención

Todo lo contrario, con la disminución de las paradas de mantenimiento, se dispone ahora de un tiempo de producción que no se estaba considerando

COMPARATIVA			
Sin adecuacion	1895,83	m^2	de Ceramica perdidas
Con Adecuacion	170,63	m^2	de Ceramica perdidas
RECUPERADO	1725,21	m^2	de Ceramica Recuperado

Tabla 11: Ganancia de Producción

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Según la tabla de producción, antes de la adecuación se está perdiendo una producción de 1885,83 m^2 de cerámica al mes, ósea es un ingreso que la empresa no está aprovechando; una vez aplicada la adecuación se estima unas pérdidas de 170,63 m^2 de cerámica al mes, es decir, se está ganando una producción extra de 1725, 21 m^2 de cerámica.

La caja de Ceramica, contiene 8 piezas 0,30 x 0,60 metros, dando un total de 1,44 m^2 de cerámica por caja, está se vende en 15,50 \$ aproximadamente, por lo tanto, basándose en la tabla 9 de ganancia de producción, sin la adecuación se está perdiendo actualmente 20.406,50 \$ al mes, lo que equivale a 1317 cajas de cerámica que no se producen. Una vez adecuado el sistema de control se estima una reducción de perdida a 118 cajas perdidas, equivalente a 1.8386,64 \$, pudiendo recuperar 1198 Cajas de cerámicas equivalente a 18.569,86 \$ al mes sin inversión alguna.

M2 de ceramica			Precio		
	1,44 m2	>>>>>>>>	\$	15,50	
SA	1895,83 m2		\$	20.406,50	m2 de ceramica Perdido
CA	170,63 m2		\$	1.836,64	m2 de ceramica Perdido CA
Recuperado	1725,2 m2		\$	18.569,86	Al mes de produccion

Tabla 12: Precios de Ceramica

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

1,44 m2	>>>>>>>>	1 Caja	
1895,83	m2	1317	Cajas perdidas
170,63	m2	118	Cajas perdidas CA
1725,2	m2	1198	Cajas Recuperdas

Tabla 13: Cajas de Ceramica

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

4.5.2 Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica indica si se dispone de los conocimientos y habilidades en el manejo métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del proyecto. Además, indica si se dispone del equipo y herramientas para llevarlo a cabo, de no ser así, si existe la posibilidad de generarlos o crearlos en el tiempo requerido por el proyecto.

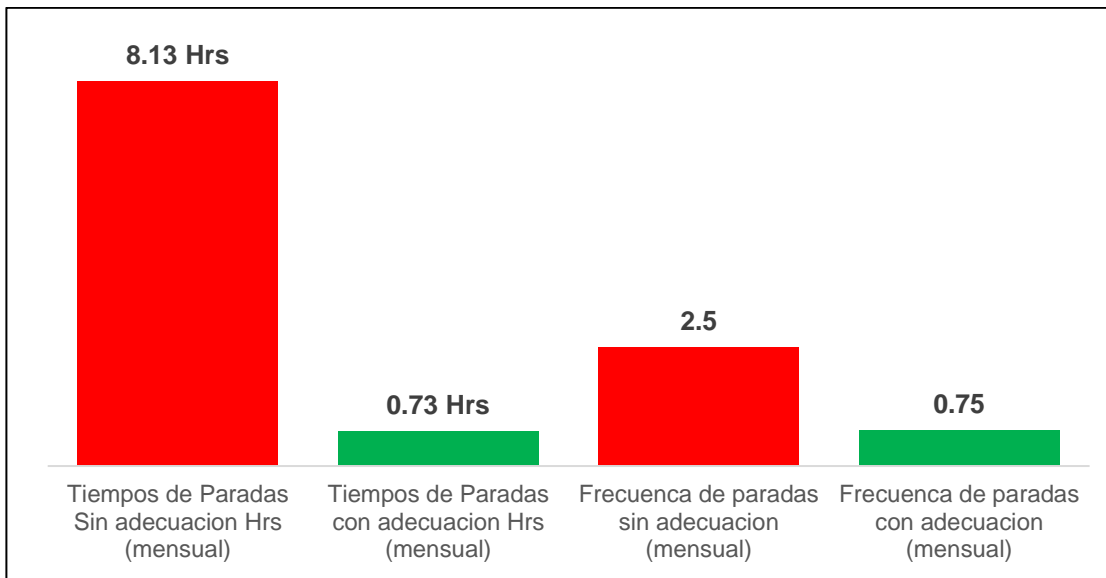
En base al párrafo anterior, se expresa que esta adecuación del sistema de control del transporte conveyor de la empresa Ceramica Carabobo Gres Guacara es factible técnicamente, ya que debido que en la alternativa seleccionada no se necesita de la inversión en repuesto o equipos necesarios para llevarla a cabo, debido a que en la empresa Gres Guacara se cuenta con los componentes y dispositivos necesarios para la adecuación.

No obstante, a nivel de la incorporación de la pantalla TDE Siemens, al optar por la alternativa de dejar operativo el LOGO Siemens, dicha pantalla no está entre el inventario de mantenimiento y, de estarlo, la misma no sería compatible

con este modelo de LOGO, por consiguiente, la incorporación de la pantalla no es factible.

4.5.2 Factibilidad Operativa

La Factibilidad operativa consiste en una medida del correcto funcionamiento de una posible solución a los problemas dentro de una organización, así mismo considerando la factibilidad económica y técnica, ya que si bien no se necesita de inversión alguna para llevar a cabo este proyecto y además, se cuenta los recursos técnicos para el montaje de la misma, se expresa que la adecuación planteada es operativamente factible.



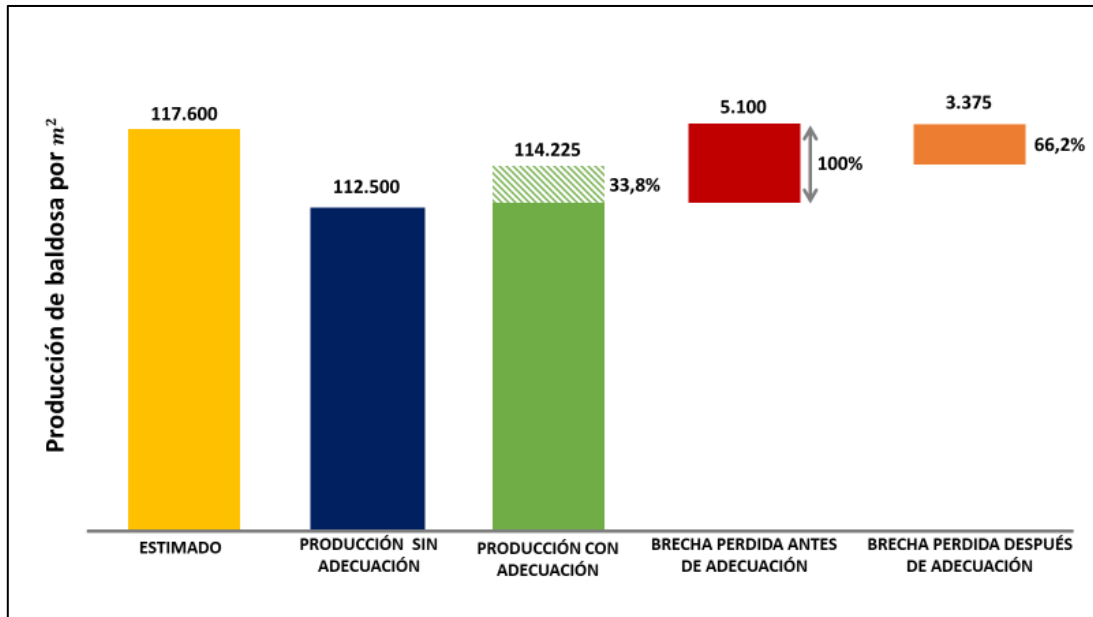
Grafica 5: Tiempos de paradas por fallas PLC – LOGO

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

En la presente grafica se puede apreciar una comparativa en los tiempos que demora el personal de mantenimiento en solventar las fallas por incongruencia de PLCs, nótese que antes de la adecuación, el tiempos de parada acumulado es aproximadamente de 8,13 horas al mes, es decir, la sumatoria de todas las paradas dan un periodo de 8,13 horas donde no se produce, esto es un tiempo bastante alto con respecto a la naturaleza de la falla, ya que estas duran de entre

40 a 90 minutos mientras que la línea de la prensa gemela EVO demora máximo 30min.

Pero una vez adecuado el sistema, se estima una mejora en la efectividad para solucionar los problemas que se puedan presentar en la prensa, al punto de reducir al lapso no productivo de 8,13 horas a 0,73 horas en todo el mes de producción, pudiendo afirmar que la propuesta de adecuación es operativamente efectiva



Grafica 6: Grafica de Producción

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Como sustento de lo anteriormente explicado, en la gráfica 5, se puede apreciar de forma visual el comportamiento de la producción actual y luego de aplicar la adecuación, ya que actualmente se presenta una producción mensual de 112.500 m² de cerámica la cual es con unas paradas mensuales por PLC – LOGO de 8,13 horas, lo que equivale a 1.895,83 m² de cerámica perdida, pero su factibilidad operativa estima una mejora en la solución de fallas en el sistema

de control de la mesa conveyor a un total de 0,74 horas al mes lo que direcciona a una posible producción mensual de ahora 114.225,21 m^2 de cerámica, recuperando 1.1725,21 m^2 de cerámica del total de fallas que afectan las cifras estimadas de cerámica

CONCLUSIÓN

Lo expuesto anteriormente permite concluir que, la finalidad del trabajo de grado fue demostrar si una adecuación tecnológica podría funcionar para generar un impacto importante a la empresa Cerámica Carabobo, no solo a nivel operacional y técnico dentro del proceso de transporte de la baldosa cruda, sino también económico, pues unos resultados positivos significarían un aumento productivo en la organización.

El propósito de todo trabajo de investigación es poder solventar el fenómeno expuesto en el planteamiento del problema, el cual el mismo se puede resumir con la formulación planteada ¿Una adecuación tecnológica al sistema de transporte conveyor garantizaría una mejora en productividad y una disminución de tiempos de parada por mantenimiento? Lo interesante del asunto es que la interrogante se responde sola, a partir del análisis de los resultados obtenido. Gracias al desarrollo de las fases planteadas a lo largo del proyecto, se pudo ir alcanzando objetivos para cumplir con la meta principal. Primero se logró realizar una evaluación de qué está bien y qué está mal dentro del proceso productivo, así como también se levantó la información necesaria del proceso para su correcto y preciso diagnóstico. Esto dio pie a solventar una interrogante importante ¿Cuál alternativa es la más factible a desarrollar? y ¿Por qué? Pues bien, la opción seleccionada tuvo tres puntos importantes a favor:

- 1 El primero es la normalización del proceso, pues gracias a la adecuación realizada, provocó el aumento de la gama de repuestos que se pueden necesitar en un determinado momento, debido a que el autómata programable tipo LOGO marca Siemens es más accesible a nivel de mercado. Esto tomando en cuenta que el equipo original de la maquina se considera obsoleto hoy día.

- 2 El segundo punto va más de la mano con la practicidad de la adecuación. Considerando que se contaba con un tiempo limitado, la alternativa seleccionada se acoplaba de la mejor manera para su correcto desarrollo, teniendo en cuenta las limitantes existentes a lo largo del trabajo de grado.
- 3 Y, por último, pero no menos importante, el factor económico. Se tuvo que invertir una cantidad nula de dinero para poder disminuir el indicador de oportunidad de producción un 33,8%, representado hasta 1725m² aprox. de producción de baldosa extra, después del desarrollo de la adecuación tecnológica.

Todavía cabe señalar que se dejó pie, como propuesta, la incorporación de una pantalla TDE para poder monitorear y modificar los parámetros de tiempo que gobierna el proceso de transporte conveyor. Considerando que el tiempo de ejecución de las etapas para el traslado de baldosa es importante para su correcto funcionamiento, dichas configuraciones se encuentran limitadas dentro de la programación del autómatas, pero ¿Cómo acceder a ellas?, tradicionalmente con el Logo Siemens actual en planta dicha acción se logra, ¡accediendo a la programación a través de una PC con el software LOGO Soft! Comfort, es aquí donde la propuesta de la pantalla TDE es beneficiosa, ya que esta se conecta directamente con Logo y acceder a la programación y permite interactuar con la configuración interna de los temporizadores, contadores, retardos a la conexión, retardos a la desconexión para su simple observación o manipulación. En caso de contar con la pantalla TDE compatible con logo 8, significaría una mejora operacional hacia los obreros y técnicos encargados de la operación y mantenimiento de la máquina.

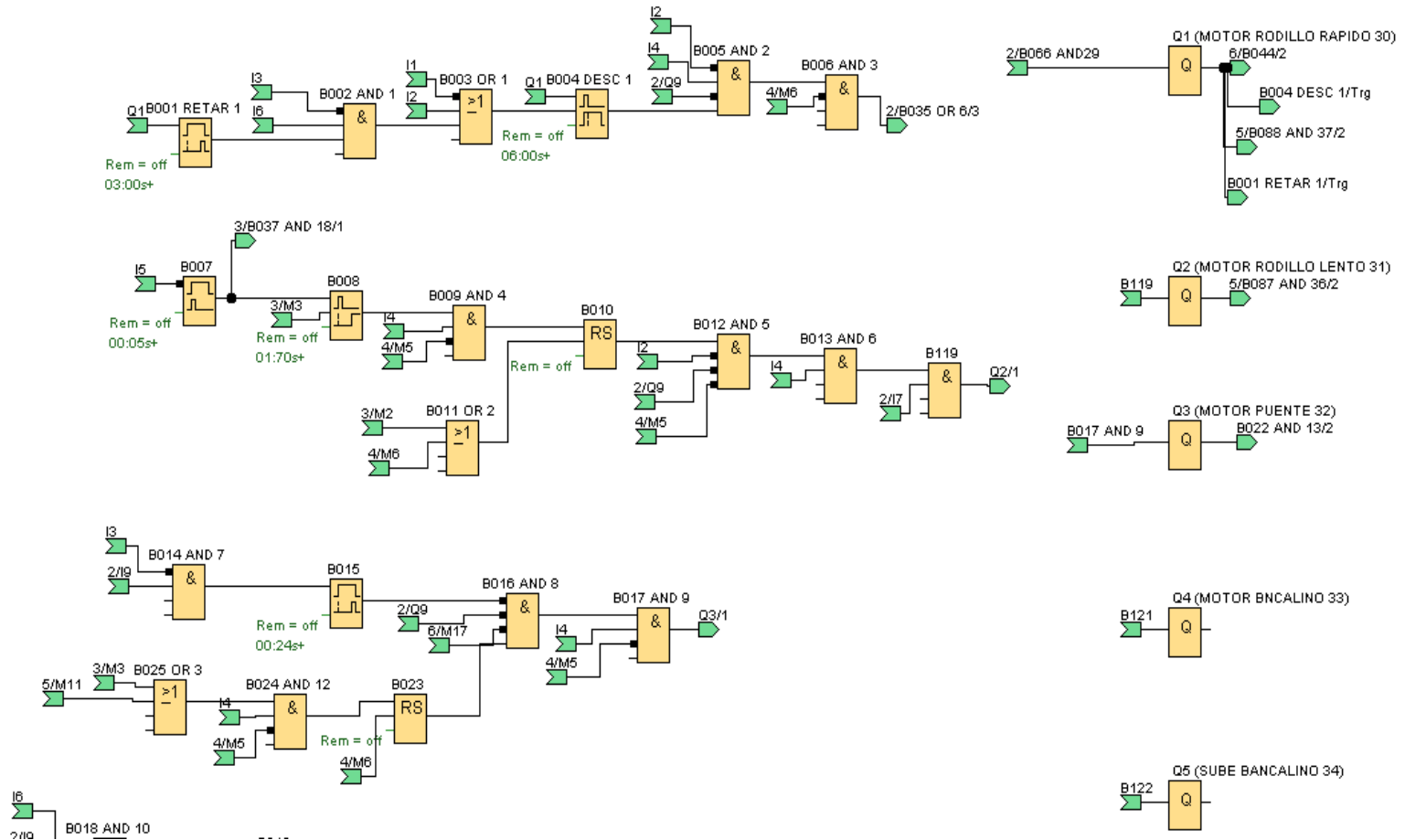
En definitiva, gracias al presente trabajo de grado, se pudo demostrar que hay situaciones en las que, no se necesita inversiones cuantiosas para generar un gran impacto; se pueden generar grandes cambios con ideas ingeniosas, bien estructuradas y desarrolladas. Es por eso, que el legado que se pudo dejar a Cerámica Carabobo gracias al trabajo de investigación, más allá del aumento del indicador productivo, es

la idea de implementar proyectos donde, con pequeños pero ingeniosos cambios, pueden generar grandes impactos.

RECOMENDACIONES

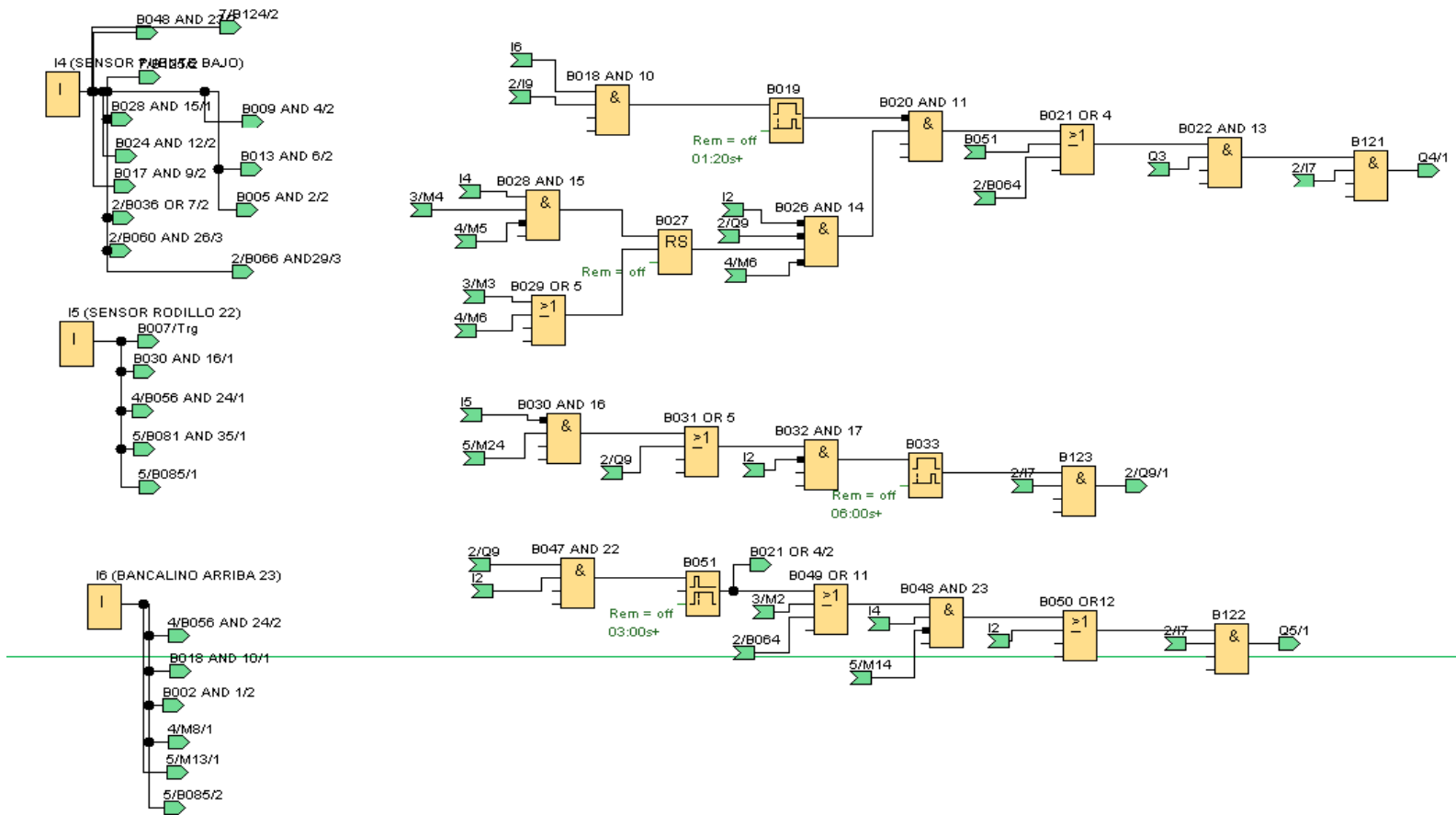
Es importante resaltar que a pesar de la finalidad de este proyecto de investigación por mejorar el sistema de control del sistema conveyor de la presa SACMI PH2590, cabe mencionar que la idea de mantener el proceso operativo para garantizar la mejor productividad en el mes es vital para alcanzar la máxima eficiencia de esta adecuación, por lo tanto, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Mantenimiento preventivo a la línea, con la verificación del correcto funcionamiento de los contactores, relés, motores y todos los elementos presentes en el sistema de fuerza y de control para procurar evitar en la mejor medida inconvenientes en señales de control o truncamiento de los equipos de arrastre.
2. Chequeo de los tiempos de temporizado, relés de barridos, retardos tanto a la conexión y a la desconexión programadas en el autómata, con la finalidad de adecuar los tiempos de ejecución a los tiempos de producción para las cifras aspiradas.



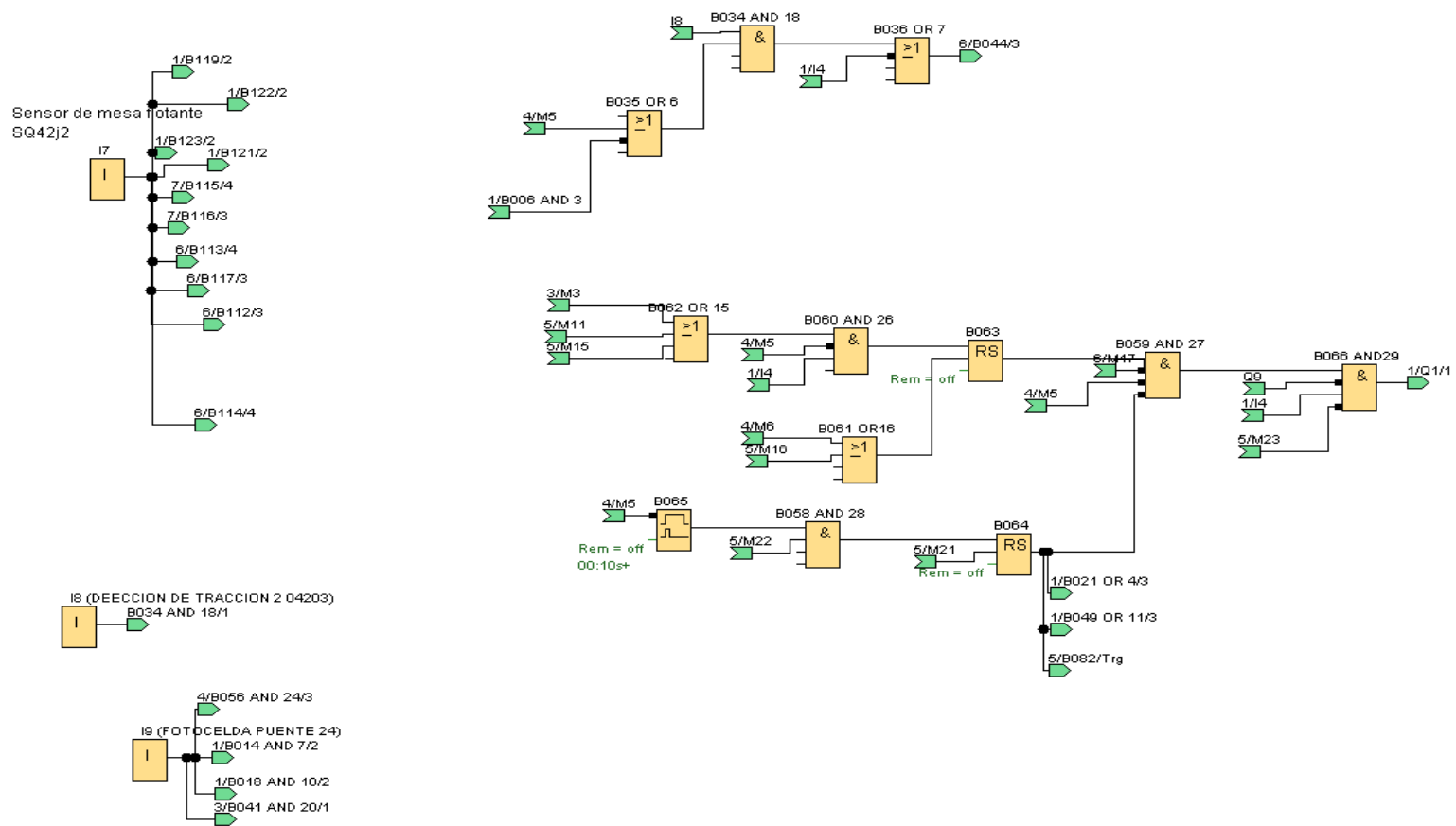
Anexo 2: Programación de Logo - PLC (Parte 2)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



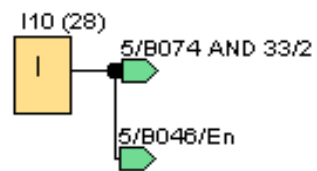
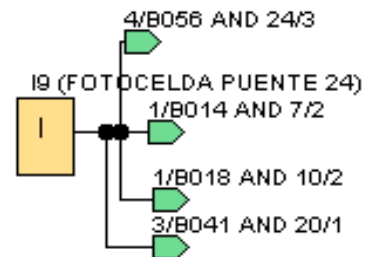
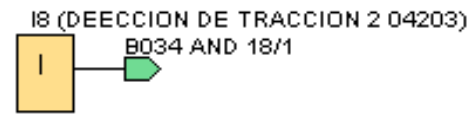
Anexo 3: Programación de Logo - PLC (Parte 3)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



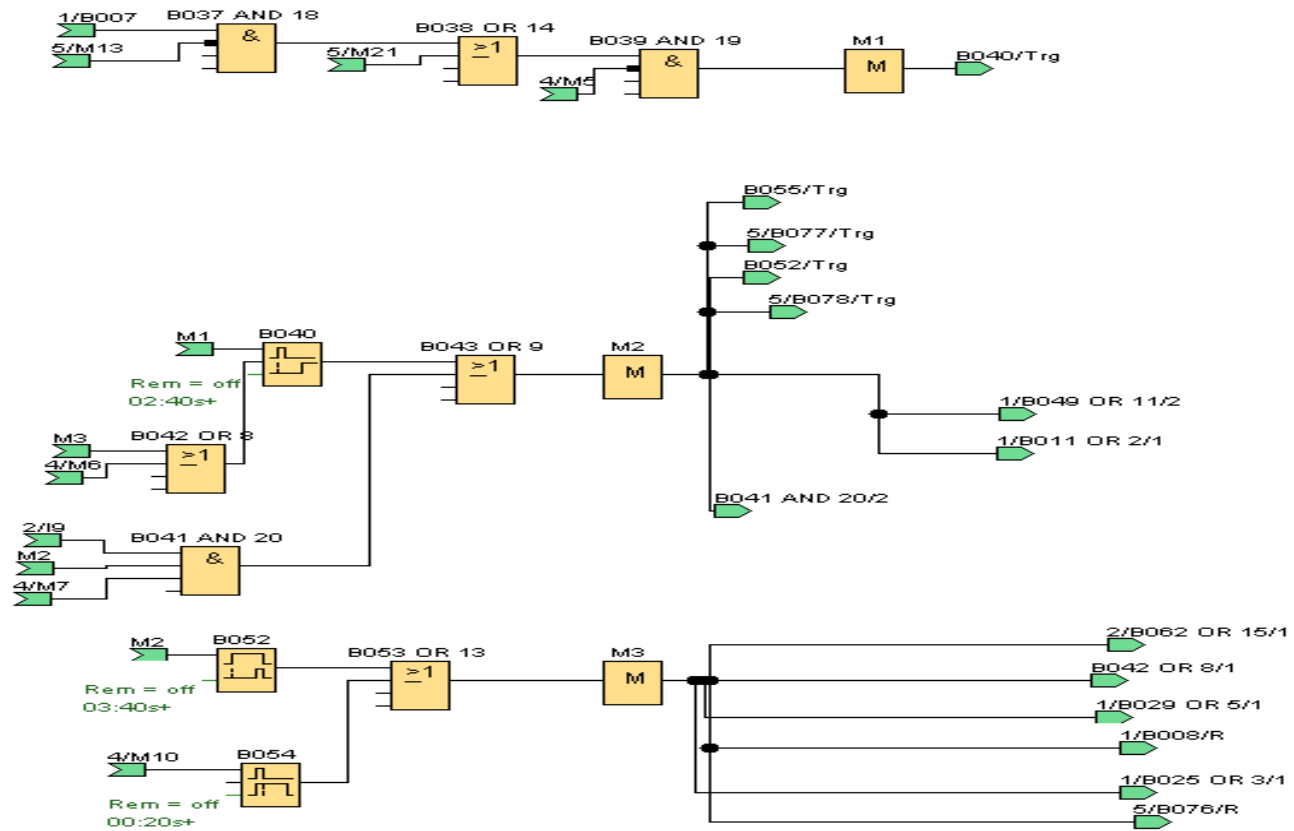
Anexo 4: Programación de Logo - PLC (Parte 4)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



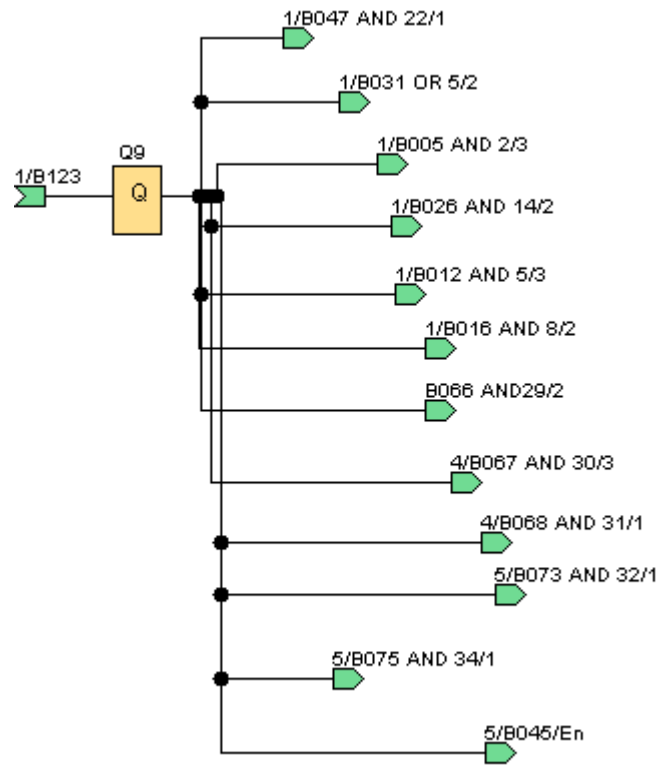
Anexo 5: Programación de Logo - PLC (Parte 5)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



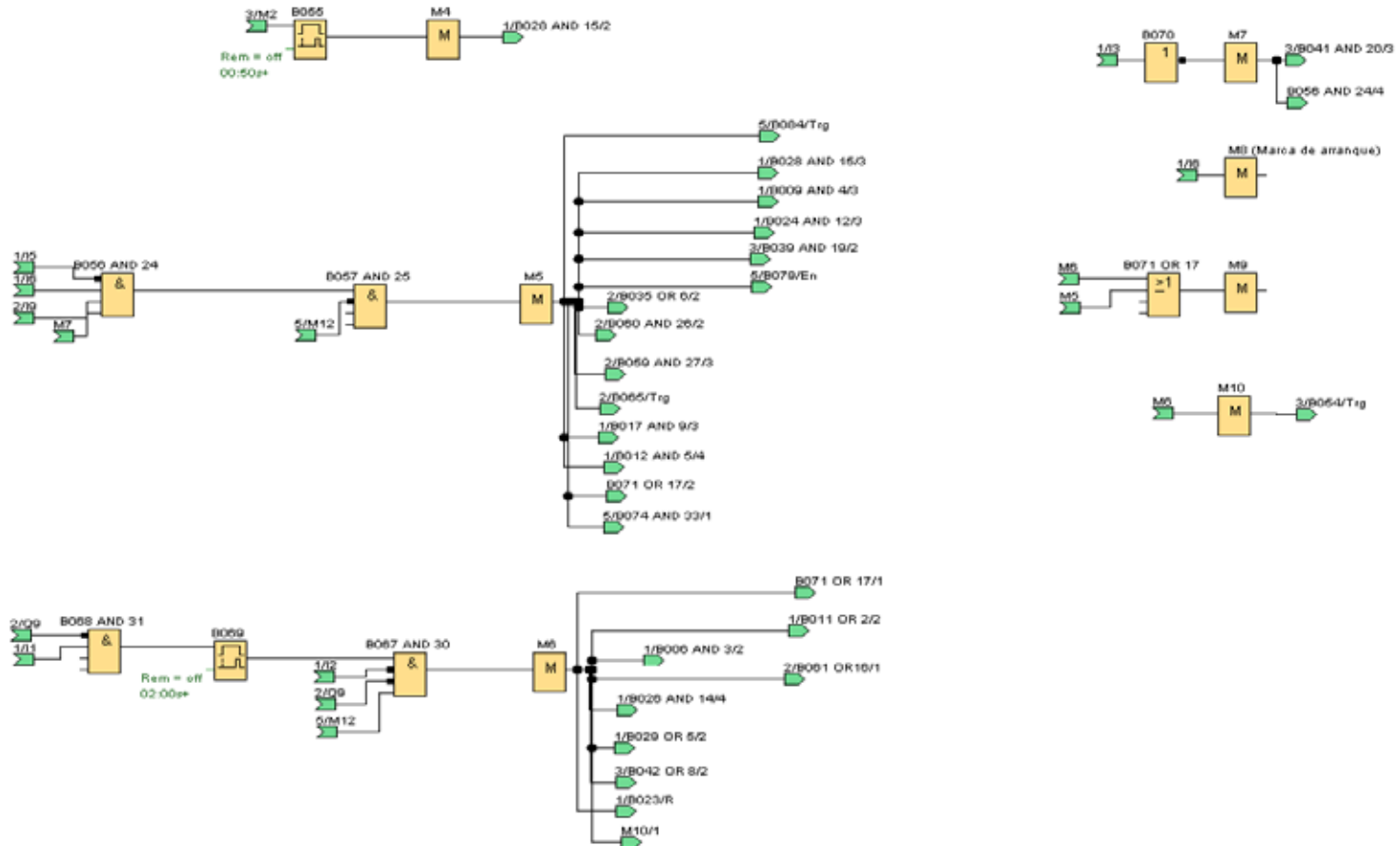
Anexo 6: Programación de Logo - PLC (Parte 6)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



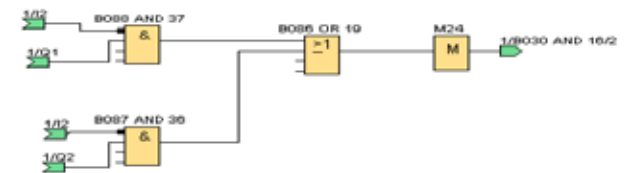
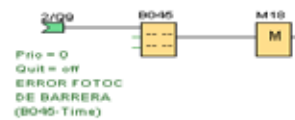
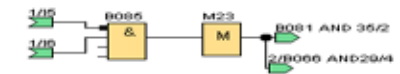
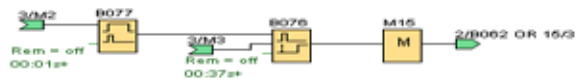
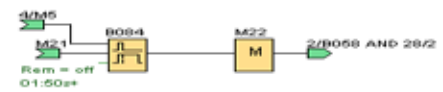
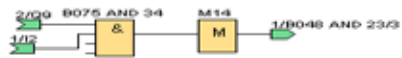
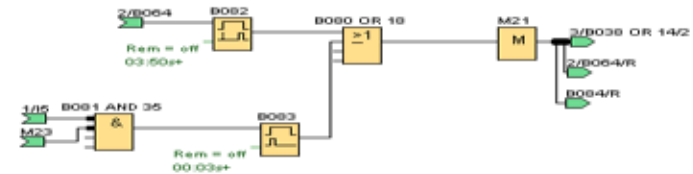
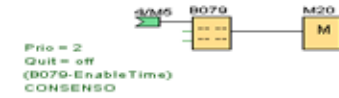
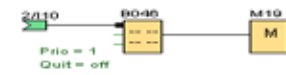
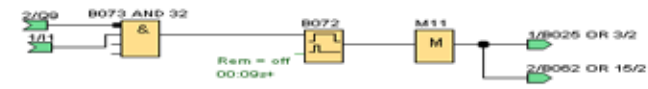
Anexo 7: Programación de Logo - PLC (Parte 7)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



Anexo 8: Programación de Logo - PLC (Parte 8)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

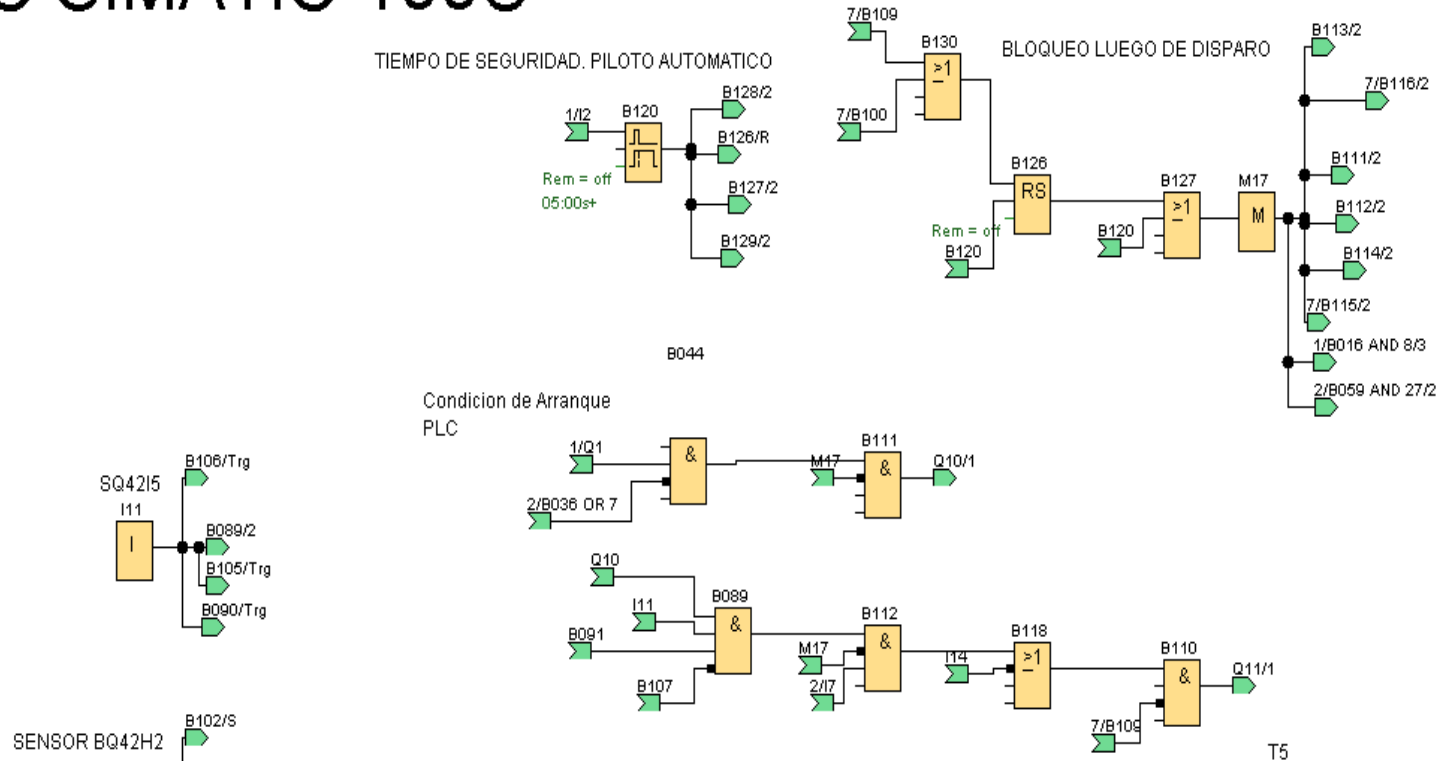


Anexo 9: Programación de Logo - PLC (Parte 9)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

PLC SIMATIC 100U

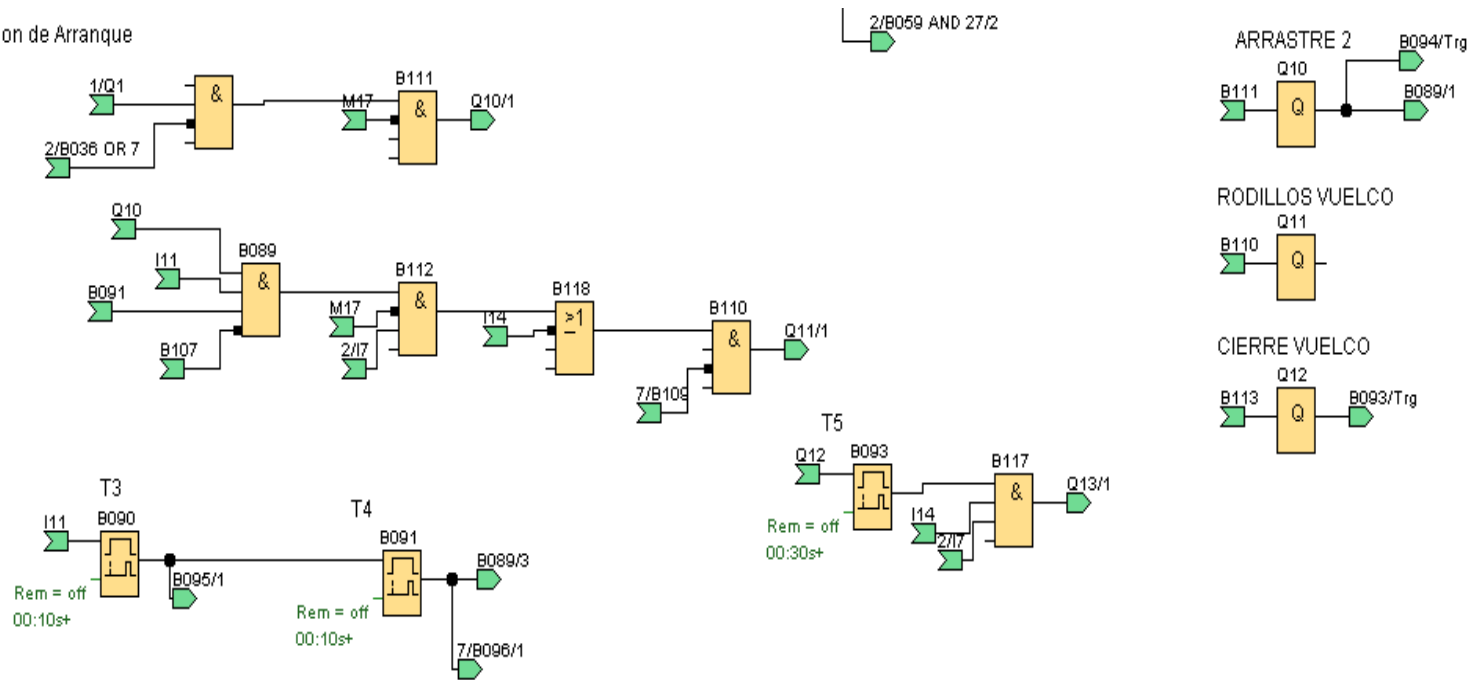
PILOTO AUTOMATICO. 0=MANUAL 1=AUTOMATICO



Anexo 10: Programación de Logo - PLC (Parte 10)

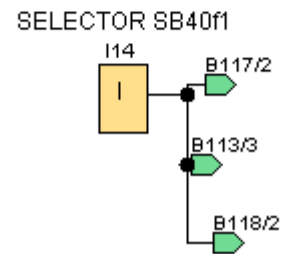
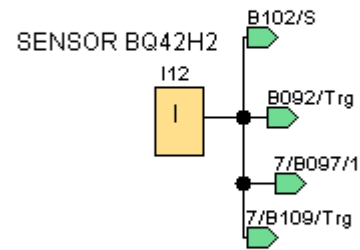
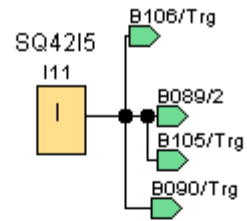
Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)

Condicion de Arranque
PLC



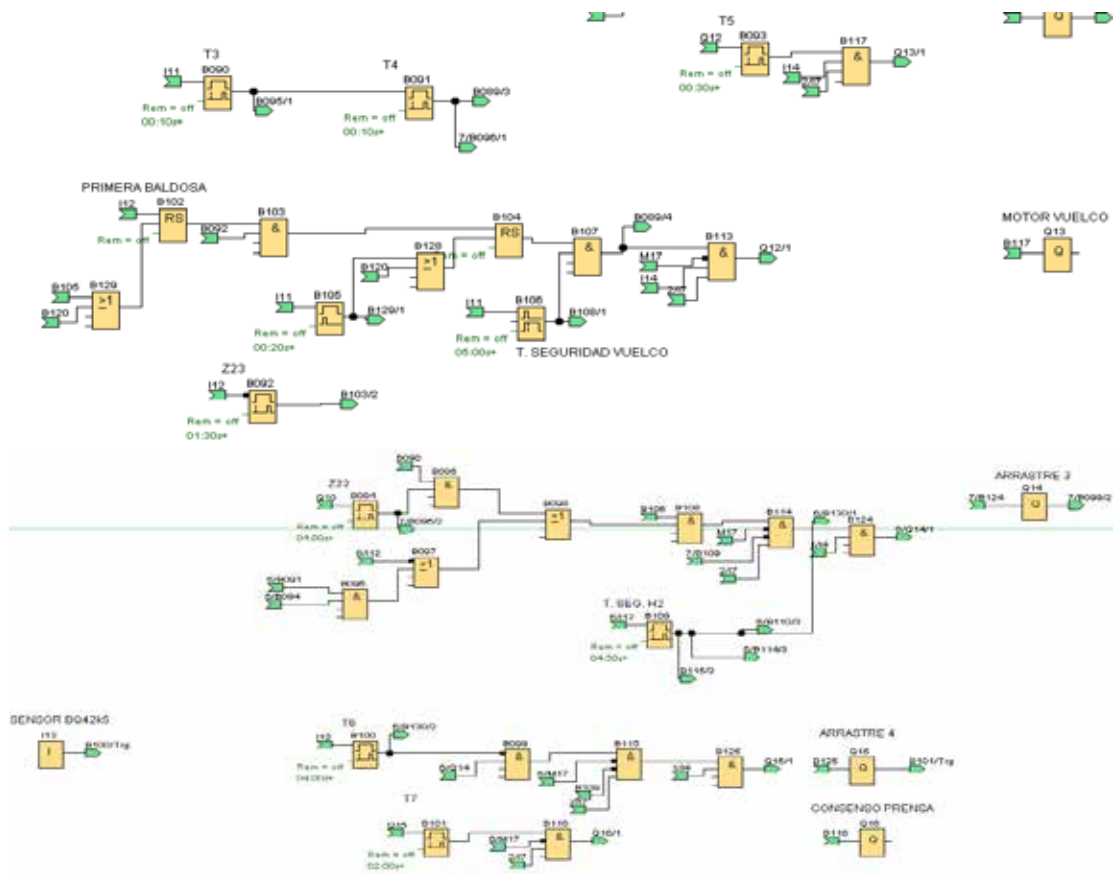
Anexo 11: Programación de Logo - PLC (Parte 11)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



Anexo 12: Programación de Logo - PLC (Parte 12)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



Anexo 13: Programación de Logo - PLC (Parte 13)

Fuente: Elaborado por Mendoza y Meneses (2021)



PROPUESTA PARA INVERSION

Por medio de la presente carta, se hace constar la alternativa planteada por los bachilleres Luis Mendoza portador de la cedula de identidad de N.º 28.380.009 y Carlos Meneses portador de la cedula de identidad de N.º 28.204.456, referente a la adecuación tecnología del sistema de control de la mesa conveyor de la prensa SACMI PH2590 al Secadero EVO, la cual se plantea con el propósito de mejorar la producción de Ceramica mensual en la empresa, dicho proyecto es realizado por los bachilleres para optar por el título universitario de Ingeniería Electrónica.

Referente a los procedimientos específicos para lograr con éxito los fines propuestos en la investigación, se propuso a la empresa Ceramica Carabobo, la inversión requerida para la compra de alguna de estas opciones:

1. PLC Siemens S7 – 200, con CPU 226, dicho PLC, se utiliza para rendimientos a pequeña escala, como el caso del control de la mesa transportadora conveyor, este tipo de autómatas de gama baja es ideal para comandar el proceso correctamente y a un costo menor que los de gama media o alta, considerando que el CPU 226, consta de las siguientes características:

Anexo 14: Propuesta de Inversión

Fuente: Mendoza y Meneses (2021)

E/S integradas	24 DI / 16 DO
Max. N.º E/S con EMs	128/120
Max. N.º de canales	248
Canales Analógicos	28/14/35
Tiempo de ejec/instruc.	0,37 uS
Mem. De programa/datos	8 KB / 5 KB
Marc./Contad./Temp	256/256/256
Contadores rápidos	6 X 30Hz
Reloj en tiempo real	Integrado
Salidas de impulso	2 x 20Hz
Puertos de común	2 x RS 485
Potenciómetro anal	2

Características Técnicas de los PLCs s7- 200 CPU 226

2. LOGO 8 Siemens, este autómata de nueva generación

Tensión	24 V DC /24 V AC
Rango admisible, límite inferior DC	20,4 V
Rango admisible, límite superior DC	28,8 V
E/S digitales	8/4; Relé
Protección Externa Requerida	Si
Temperatura de trabajo	0 – 55 °C
Memoria	400
Sistema de Comunicación	Ethernet
Acceso a Micro SD	Si

Características Técnicas de Logo 8 Siemens.

Anexo 15: Propuesta de Inversión (Continuación)

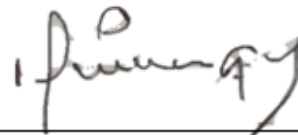
Fuente: Mendoza y Meneses (2021)

Es importante considerar que a diferencia de la opción anterior, el LOGO 8 cuenta con conexión ethernet compatible con la pantalla TDE para monitoreo de variables, pero dispone de menos entradas y salidas digitales que el Simatic S7-200, por ende, esta elección debe considerarse la compra de 3 módulos de expansión compatible con el logo, para abarcar las 13 entradas y las 16 salidas.

A pesar de las opciones planteadas por los Bachilleres Mendoza, Luis y Meneses Carlos, es imperativo mencionar la inquietante situación económica por la cual atraviesa el país, misma que ha afectado la industria de Ceramica nacional, a tal punto que la empresa Ceramica Carabobo no está considerando invertir en la compra de los autómatas anteriormente planteadas, a pesar de que este aporte un factor positivo en la producción de Ceramica.



T.S.U Rafael Araujo
C.I. 8.719.578
Coordinador de Mantenimiento
Eléctrico – Electrónico



Ing. Luis Mendoza
C.I. 7.103.110
Gerente de Mantenimiento

Anexo 16: Propuesta de Inversión (Continuación)

Fuente: Mendoza y Meneses (2021)



CARTA DE CERTIFICACION

La finalidad de la presente carta es proporcionar por escrito la funcionalidad al código de programación interno del LOGO Siemens Modelo **LOGO! 12/24RC** y su operatividad a nivel de las secuencias lógicas correspondientes al accionamiento de las etapas respectivas para el traslado de baldosa en la mesa transportadora conveyor, la programación cumple con los parámetros de seguridad pertinentes en caso alguna falsa señal, atasco de baldosa o alguna falla en el accionamiento de alguno de los motores de arrastre.

Parte de la programación fue extraída del autómatas Logo Siemens referente a su segmento de mando para ser reescrita y reprogramada, el resto del código que correspondiente a la sección de rodillos desde la salida de la prensa SACMI PH2590 hasta después del volteador fueron realizadas por los bachilleres Luis Mendoza portador de la cedula de identidad de N.º 28.380.009 y Carlos Meneses portador de la cedula de identidad de N.º 28.204.456 bajo la supervisión y el apoyo del TSU y Coordinador de Mantenimiento Eléctrico-Electrónico Rafael Araujo portador de la cedula de identidad N.º 8.719.578 y el Ingeniero y Gerente de Mantenimiento Luis Mendoza portador de la cedula de identidad N.º 7.103.110.

Como una adecuación tecnología del sistema de control de la mesa conveyor de la prensa SACMI PH2590 al Secadero EVO de la empresa Ceramics Carabobo Gres Guacara, la cual ya tenía prevista un cronograma de arranque de la línea SACMI y por ende no se contó con el tiempo

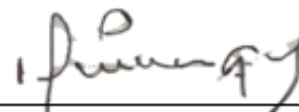
Anexo 17: Carta de Certificación

Fuente: Mendoza y Meneses (2021)

suficiente para su implementación en planta. A pesar de la falta de tiempo para efectuar dicha adecuación, los Bachilleres Mendoza, Luis y Meneses Carlos, Cumplieron con los requisitos, parámetros y especificaciones durante la elaboración de la programación del Autómata LOGO Siemens Modelo **LOGO! 12/24RC** por lo que la finalidad de esta carta de certificación es de plasmar por escrito que dicha programación se considera funcional.



T.S.U. Rafael Araujo
C.I. 8.719.578
Coordinador de Mantenimiento



Ing. Luis Mendoza
C.I. 7.103.110
Gerente de Mantenimiento

Además de la certificación donde se afirma la funcionalidad de la programación realizada, el proceso en si no consta con un plano eléctrico referencia a la adaptación actualmente existente de PLC y LOGO, por ende y basándose en el esquema original del transporte Lateral de la SACMI, se desarrolla la representación esquemática del sistema eléctrica, con la intención de facilitar el mapeo en los circuitos existente en busca de algún tipo de falla eléctrica, mecánica o cualquier mantenimiento bien sea preventivo, predictivo o correctivo.

Anexo 18: Carta de Certificación (Continuación)


Fuente: Mendoza y Meneses (2021)

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, P. J. (1961). Productos cerámicos. En *Geology and Ceramics* (pág. 28). London: The Geological Museum.
- Araujo, R. (Febrero de 2021). Sincronización entre automatizadores programables. (L. Mendoza, & C. Meneses, Entrevistadores)
- Aria, F. (2006). *La Metodología de la Investigación* (5ta ed.). (C. EPISTEME, Ed.) Caracas.
- Arias, F. (2012). Las bases teóricas. En *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 5ta. Edición* (pág. 74). Caracas: Episteme.
- Armesto Quiroga, J. I. (2008). La automatización. En *Automática e instrumentación* (págs. 60-64). Madrid: CETISA.
- Armesto Quiroga, J. I. (2008). La automatización. En *Automática e Industria* (págs. 35-39). Vigo.
- Balestrini, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigación*. (B. C. Editorial, Ed.) Caracas.
- Bullon, O. (2009). La automatización. En *Automatización Industrial* (pág. 96). Cuenca.
- Caballero, R. (2014). *Metodología Integral Innovadora para planes y tesis: La metodología del como formularlos*. (C. Learning, Ed.) Lima.
- Carrillo Paz, J. (2011). Sistema de control a lazo abierto. En *Sistemas Automáticos de Control. Fundamentos básicos de análisis y modelado* (pág. 24). Zulia: UNERMB.
- Carrillo Paz, J. (2011). Sistema de control a lazo cerrado. En *Sistemas de automáticos de control. Fundamentos básicos de análisis y modelado* (pág. 24). Zulia: UNERMB.
- Carrillo, D., & Vásquez, J. (2008). La automatización. En *Automatización de un invernadero con el PLC S7-200* (págs. 41-45). Mexico.
- Creus, A. (1997). Definiciones elementos de control. En *Instrumentación Industrial* (pág. 13). Mexico: Alfaomega.
- Creus, A. (1997). Elementos de un sistema de control. En *Instrumentación Industrial. Sexta edición* (pág. 12). Mexico: Alfaomega .
- Creus, A. (2010). Elementos finales de control. En *Instrumentación Industrial. Séptima edición* (pág. 22). Mexico: Alfaomega.

- Domingo, J., Gamiz, J., & Grau, A. (2003). Automatas programables. En *Introducción a los automatas programables* (pág. 107). Barcelona: UOC.
- Fernandez, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista, L. (2006). *Metodología de la Investigacion (4ta Edicion)*. (M. Hill, Ed.) DF, Mexico.
- Finol, & Camacho. (2008). *El proceso de investigacion cientifica*. Maracaibo.
- Geithe. (1999). Clasificación de la automatización. En *Automatización de procesos industriales* (pág. 163).
- Gomariz, S. (2000). Sistema de control. En *Teoría de Control* (pág. 15). Cataluña: UPC.
- Gonzalo, L. (2007). La automatización. En *Automatización de una planta industrial* (págs. 25-26). Alicante.
- Gutiérrez Quispe, D. (2016). Sistemas hidraulicos. En *Física general aplicada para mecánica automotriz* (pág. 2). Perú.
- Hernandez, R. (2010). Clasificación de los sistemas de control. En *Introducción a los sistemas de control* (pág. 5). Mexico: Pearson.
- Hernandez, R. (2010). Sistemas de control a lazo cerrado. En *Introducción a los sistemas de control* (pág. 5). Mexico: Pearson.
- Marino Sanjurjo, G. (2019). *Optimización de un Proceso de Carga de Inyectables Farmacéuticos mediante Brazo Robótico: Diseño, Programación del PLC e Implementación*. Barcelona.
- Nise, N. (1992). Sistemas de control. En *Control System Engineering* (pág. 7). Reedwod.
- Ogata, K. (2010). Sistemas de control a lazo abierto. En *Ingeniería moderna. 5ta edición* (pág. 2). Madrid: Pearson.
- Ogata, K. (2010). Sistemas de control a lazo cerrado. En *Ingeniería de control moderna* (pág. 7). Madrid: Pearson.
- Palella, S., & Martins, F. (2010). *Metodología de la investigacion cualitativa* (FEDUPEL ed.). Caracas.
- Pino Gotuzzo, R. (2010). El problema. En *Metodología de la Investigación* (págs. 78-79). Lima: San Marcos.
- Rodríguez Torres, A. R. (2014). *Sistema de Control Automatizado para la Secuencia de llenado de Glicerina en las Tolvas del Holding Tank integrando tecnologías HMI-PLC*. San Diego.

- Salazar Velarde, D., & Villacreses Pita, A. (2015). *Diseño e Implementación de un Sistema SCADA para el monitoreo de Flujo y Temperatura del sistema de llenado aséptico de jugo de maracuyá en la AGRO – Industria frutas de la pasión C. LTDA.* Guayaquil.
- Silva, J. (2008). *Metodología de la investigación: Elementos Básicos.* Caracas.
- Tamayo y Tamayo, M. (2012). El marco teórico. En *El proceso de la investigación científica* (pág. 148). México: Limusa.
- Universidad Pedagógica, E. (2016). *Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales.* (FEDUPEL, Ed.) Caracas.
- Xavier Alberto, R. (2015). *Diseño e implementación de un sistema de control y supervisión HMI para máquina barnizadora de la empresa "El Telégrafo".* Guayaquil.


UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍAS Y TRABAJO DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE APROBACIÓN DEL INFORME DE PASANTÍA O TRABAJO DE GRADO

El jurado de Pasantías de la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado, conformado por:

ACTUANTE: CARLOS MENeses CERDEÑA
TRABAJADOR: CARLOS MENeses CERDEÑA
TRABAJO: ANÁLISIS DE LA PLANTA SACMI PFD 500 DE LA PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICAS PARAGUAY

Resultado de la Evaluación: **BUENO** O **MENESSES**

Categoría	Descripción	Nota	Observaciones
1	Contenido de la Pasantía o Trabajo de Grado	20	El contenido de la pasantía o trabajo de grado es pertinente y relevante, hace constar que reúne los méritos suficientes.
2	Forma de la Pasantía o Trabajo de Grado	20	El formato de la pasantía o trabajo de grado es adecuado y cumple con los requisitos establecidos.
TOTAL		40	(20) PUNTOS

Firma del Actuario: *Carlos Meneses*

Firma del Trabajador: *José Ramón Pérez Colón*

Jurado (1)	
Nombre	José Pérez Colón
C.I.	8.829.008

Firma del Actuario: *Carlos Meneses*
 Nombre: Carlos Meneses
 C.I.: 10.223.443

Fecha: 10/09/2021

COORDINACIÓN DE PASANTÍAS Y TRABAJO DE GRADO

Nombre: _____ C.I.: _____ Fecha: _____	Firma: <i>Carlos Meneses</i> Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado SEMESTRE: 2021-102
--	--

Acta de aprobación – Carlos Meneses



EL-E-006-2021-CRUG

Valencia, 21 de julio de 2021

Ciudadanos:
Mendoza López, Luis Enrique,
Cl. 28.380.009
Meneses Alvarado, Carlos Javier
Cl. 28.204.456
Presente:

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2021 de fecha 25-05-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado *ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA CINTA TRANSPORTADORA DE LA PRENSA SACMI PH2590 DE LA PLANTA GRES GUACARA DE CERÁMICA CARABOBO*, presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación del Ing. Gerson Sánchez C.I: 7.143.386 como Tutor Académico que los asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (I).