



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA

TESIS

MIGRACIÓN DEL SISTEMA PLC-5 AL SISTEMA
CONTROLLOGIX PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE
COMUNICACIÓN ENTRE LOS CONTROLADORES Y
SCADA DE LA PLANTA DE SEPARACIÓN DE GASES DEL
AIRE, PISCO 2019

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTOR:

Bach: DE PAZ MOYANO VICTOR HUGO

LIMA – PERÚ

2019

ASESOR DE TESIS

Ing. Edwin Hugo Benavente Orellana

JURADO EXAMINADOR

MG. BARRANTES RÍOS EDMUNDO JOSÉ

Presidente

MG. OVALLE PAULINO DENIS CHRISTIAN

Secretario

MG. SURCO SALINAS DANIEL

Vocal

DEDICATORIA

A las personas que siempre creyeron en mí.

A mis Padres José Félix De Paz Salazar y Anita Georgina Moyano Sueldo quienes me incentivaron siempre a ser cada día mejor.

A mi esposa Ana Lucia Silva Santisteban Ríos por apoyarme y tener paciencia en el tiempo que demando la tesis.

A mis hijos por ser la causa motor que se requiere para llegar a lograr el objetivo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme salud y bienestar.

A mi familia por el apoyo incondicional.

A mi asesor Ing. Edwin Hugo Benavente la escuela profesional de Ingeniería de sistemas.

A la Universidad Privada Telesup, por guiarme durante el proceso de titulación.

RESUMEN

El reciente estudio plantea mejorar el sistema de comunicación de los equipos automatizados hacia un sistema Scada y View que supervisa y opera todo el proceso de separación de una planta de gases del aire migrando a un sistema de comunicación actual y compatible; las fallas en la comunicación y la discontinuidad en el mercado de los equipos PLC's instalados, permitieron analizar posibles pérdidas económicas si no se proyecta una alternativa.

El objetivo del presente trabajo de investigación propone migrar el sistema de comunicación de los controladores obsoleto por un nuevo sistema compatible y acorde a las nuevas exigencias tecnológicas, así mismo se pueda contar con los repuestos vigentes en el mercado evitando grandes pérdidas económicas.

Para la presente investigación se ha utilizado el tipo de investigación aplicada, con nivel de investigación explicativa y el diseño de investigación no experimental del tipo longitudinal.

La planta de separación de gases del aire del Perú en la actualidad opera con una plataforma de comunicación sistema PLC5 de ALLEN BRADLEY, siendo un núcleo de la arquitectura de control que combina los sistemas existentes y futuros mediante redes abiertas y conectividad a otros dispositivos; el sistema de control para las funciones de control y distribución se efectúan a través de una red Data Highway+; las características de estos PLC-5 son perfectas en muchos procesos industriales como, minería, petroquímicas, metalúrgicas, hidrocarburos, etc.

Este sistema ofrece rendimiento en tiempo real, es compatible entre dispositivos similares, se conecta a controladores programables, computadores, etc.

Para la compañía, la confiabilidad y disponibilidad de este sistema viene a ser un factor clave en la optimización de la producción ya que logra satisfacer a los clientes la demanda en intervalos más reducidos optimizando los recursos paralelamente; en ese sentido la reducción de costo se vería afectada significativamente si no se consigue dar una solución a esta evidente probabilidad de falla.

Palabras claves: Sistema de comunicación, sistema Controllogix, PLC's, costos, confiabilidad, disponibilidad.

ABSTRACT

The recent study proposes to improve the communication system of the automated equipment towards a Scada and View system that supervises and operates the entire process of separation of a gas plant from the air by migrating to a current and compatible communication system; The communication failures and the discontinuity in the market of installed PLC equipment, allowed to analyze possible economic losses if an alternative is not projected.

The objective of this research work proposes to migrate the obsolete controller's communication system by a new compatible system and according to the new technological requirements, likewise it is possible to have the spare parts in force in the market avoiding large economic losses.

For this research, the type of application research has been used, with explanatory research level and the design of non-experimental research of the longitudinal type.

The air gas separation plant in Peru currently operates with a communication platform PLC5 system from ALLEN BRADLEY, being a core of the control architecture that combines existing and future systems through open networks and connectivity to other devices; the control system for the control and distribution functions is carried out through a Data Highway + network; The characteristics of these PLC-5 are perfect in many industrial processes such as mining, petrochemical, metallurgical, hydrocarbons, etc.

This system offers real-time performance, is compatible between similar devices, connects to programmable controllers, computers, etc.

For the company, the reliability and availability of this system becomes a key factor in the optimization of production since it manages to satisfy customers' demand at smaller intervals optimizing resources in parallel; in that sense the cost reduction would be significantly affected if a solution to this obvious probability of failure is not achieved

Keywords: Communication system, Controllogix system, PLCs, costs, reliability, availability.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
ASESOR DE TESIS.....	ii
JURADO EXAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INDICE DE CONTENIDOS.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Planteamiento de Problema.....	18
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Justificación del estudio.....	21
1.4. Objetivos de la investigación.....	23
II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	24
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	24
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	28
2.2. Bases teóricas de las variables.....	33
2.2.1. Variable Independiente.....	33
2.2.1.1. Concepto de Controladores Lógicos programables.....	33
2.2.1.2. Concepto de Automatización.....	34
2.2.1.3. Concepto de sistemas de Sistema PLC-5.....	35
2.2.1.4. Sistema Controllogix.....	37
2.2.1.5. Concepto de transmisión.....	38

2.2.1.6. Señal de comunicación.....	38
2.2.1.7. Programación.....	39
2.2.1.8. Scada.....	40
2.2.2. Variable Dependiente.....	42
2.2.2.1. Confiabilidad de Proceso.....	42
2.2.2.2. Sistema de Control Automático.....	42
2.2.2.3. Registro de Producción.....	44
2.2.2.4. Programa de Mantenimiento.....	45
2.2.2.5.Tendencias.....	46
2.3. Definición de términos básicos.....	47
III. MÉTODOS Y MATERIALES.....	51
3.1. Hipótesis de la investigación.....	51
3.1.1. Hipótesis general.....	51
3.1.2. Hipótesis específicas.....	51
3.2. Variables de estudio.....	51
3.2.1. Definición conceptual.....	51
3.2.2. Definición Operacional.....	53
3.3. Tipo y nivel de la investigación.....	54
3.4. Diseño de la investigación.....	55
3.5. Población y muestra de estudio.....	55
3.5.1. Población.....	55
3.5.2. Muestra.....	56
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	57
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	58
3.6.3. Validez y confiabilidad del instrumento.....	58
3.6.4. Confiabilidad del Instrumento por Alfa de Cron Bach.....	58

3.7.	Métodos de análisis de datos.....	59
3.8.	Aspectos Éticos.....	59
IV.	RESULTADOS.....	59
4.1.	Resultados.....	59
4.2.	Propuesta de Valor.....	104
4.2.1.	Propuesta de migración del sistema PLC-5 al Sistema Controllogix..	104
4.2.2.	Análisis costo beneficio pre aprobatorio del Sistema Controllogix.....	105
4.2.3.	Plan de migración por etapas al nuevo sistema Controllogix.....	112
4.2.4.	Arquitectura del sistema de control PLC-5.....	112
4.2.5.	Migración por Etapas según arquitectura de control.....	113
4.2.6.	Instalación y configuración del Sistema.....	135
4.2.7.	Resultado de la solución.....	143
V.	DISCUSIÓN.....	144
5.1.	Análisis de discusión de resultados.....	144
VI.	CONCLUSIONES.....	146
VII.	RECOMENDACIONES.....	148
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
	ANEXOS.....	152
	Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	153
	Anexo 2. Matriz de Operacionalización.....	154
	Anexo 3. Instrumentos.....	156
	Anexo 4. Validación de Instrumentos.....	159
	Anexo 5. Matriz de datos.....	165
	Anexo 6. Propuesta de Valor.....	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Validación de expertos.....	58
Tabla 2. Criterios de decisión para la confiabilidad del instrumento.....	59
Tabla 3. Análisis estadístico fiabilidad de las variables.....	59
Tabla 4. ¿En ocasiones, tienes problemas con el proceso de la planta por causa de tu sistema de comunicación del PLC?.....	61
Tabla 5. ¿Crees que el problema de comunicación se ha incrementado este último año?.....	62
Tabla 6. ¿Crees Tú que debes tener los conocimientos sobre el sistema de comunicación y automatización aplicado al proceso de la unidad?.....	63
Tabla 7. ¿Es muy importante una buena señal de comunicación entre el PLC y el Scada para tu proceso?.....	64
Tabla 8. ¿En algunos casos, al ejecutar una orden desde el Scada hacia un dispositivo de control; este no respondió?.....	65
Tabla 9. ¿Cuándo ha parado la planta, en ocasiones fue por alguna mala señal de comunicación del proceso?.....	66
Tabla 10. ¿Los problemas de señal comunicación con el PLC-5, influyen el arranque de tu proceso, demorándolo más de lo normal?.....	67
Tabla 11. ¿En algún momento la señal de tu Scada se alteró y mostro valores anormales?.....	68
Tabla 12. ¿Tener fallas en la señal de comunicación, afecta directamente tu producción?.....	69
Tabla 13. ¿Consideras constante la mala de señal de comunicación en tu proceso?.....	70
Tabla 14. ¿Crees que tener una mejor señal de respuesta en tu operación mejoraría tu producción?.....	71
Tabla 15. ¿Consideras necesario la migración del sistema comunicación DH+ PLC-5 al sistema de comunicación Ethernet Controllogix?.....	72
Tabla 16. ¿Consideras que la empresa debería migrar no solo a un nuevo sistema sino con nuevos paneles?.....	73
Tabla 17. ¿Consideras que la migración debería ser de la misma patente Rockwell y no otra?.....	74

Tabla 18. ¿Consideras que pensar en migrar debió haberse pensado con anterioridad?.....	75
Tabla 19. ¿Si se llegase migrar a un nuevo PLC, los nuevos paneles con sus módulos Controllogix deberían estar ubicados en un solo lugar y no como están actualmente?.....	76
Tabla 20. ¿En algún momento los datos en el Scada se alteraron y mostro valores fuera de rangos?.....	77
Tabla 21. ¿Si el Scada fallara, no existiría otra forma de operar el proceso de producción?.....	78
Tabla 22. ¿El mal funcionamiento del Scada seria crítico para el sistema de automatización?.....	79
Tabla 23. ¿Tu sistema Scada actual almacena y muestra la información de forma confiable de tu proceso?.....	80
Tabla 24. ¿El proceso de configuración de un nuevo sistema Scada NO ocasionaría alguna perdida en la producción?.....	81
Tabla 25. ¿Crees complicado realizar la migración a un nuevo sistema?.....	82
Tabla 26. ¿Crees tú que migrar a un nuevo sistema tiene que ser por etapas según el proceso?.....	83
Tabla 27. ¿El costo por la migración al nuevo sistema NO demandaría mucho gasto ya que la recuperación de la inversión retornaría a corto plazo?.....	84
Tabla 28. ¿Consideras que tu sistema Scada actual envíe información del estado de operatividad de tus instrumentos en tiempo real?.....	85
Tabla 29. ¿Consideras importante que tu sistema Scada pueda gestionar el mantenimiento de tus instrumentos del proceso?.....	86
Tabla 30. ¿Reparar los equipos dañados generaría más gasto que migrar a un sistema vigente, ya que la reparación no garantiza la confiabilidad?	87
Tabla 31. ¿Crees importante tener actualizado en tu almacén el stock de repuestos críticos para el sistema PLC?.....	88
Tabla 32. ¿Tu programa de mantenimiento cumple con la confiabilidad y disponibilidad que requiere el proceso?.....	89
Tabla 33. ¿Es difícil adquirir los repuestos de tu sistema actual en el mercado mundial?.....	90
Tabla 34. ¿Consideras elevado el costo por la adquisición de los repuestos críticos	

para tu proceso?.....	91
Tabla 35. ¿El stock actual de tus repuestos críticos para tu sistema PLC-5 es insuficiente?.....	92
Tabla 36. ¿Consideras que tendencias de Scada es el medio por el cual se registran y obtienen los datos de producción?.....	93
Tabla 37. ¿En ocasiones has tenido problemas con el ingreso de reporte en el registro de producción por mala información de las tendencias del proceso en tu Scada?.....	94
Tabla 38. ¿Si tu Scada fallara NO tendrías como obtener las tendencias de tu proceso?	95
Tabla 39. ¿El registro de producción es un indicador de falla en el sistema de proceso?.....	96
Tabla 40. ¿Si el sistema PLC-5 fallase, afectaría el consumo específico diario de la Planta?.....	97
Tabla 41. ¿En tu registro de producción existen reportes que confirman fallas de su sistema actual PLC-5?.....	98
Tabla 42. ¿Consideras al registro de producción necesario para determinar la confiabilidad de tu sistema?	99
Tabla 43. ¿Consideras que migrar al nuevo sistema Controllogix influirá en la mejora de tu consumo específico en el registro de producción?.....	100
Tabla 44. Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.....	101
Tabla 45. Correlaciones.....	101
Tabla 46. ¿Consideras necesario la migración del sistema comunicación DH+ PLC-5 al sistema de comunicación Ethernet Controllogix? ¿Si el sistema PLC-5 fallase, afectaría el consumo específico diario de la Planta?.....	102
Tabla 47. Pruebas de chi-cuadrado.....	103
Tabla 48. Producción de diseño.....	106
Tabla 49. Promedio de producción día.....	106
Tabla 50. Costo de servicio.....	106
Tabla 51. Indicadores.....	106
Tabla 52. Producción promedio de costos.....	107
Tabla 53. Costo de la inversión.....	107
Tabla 54. Costo activos sistema PLC5	108

Tabla 55. Costo activos sistema Controllogix.....	108
Tabla 56. Diferencia costos entre activos.....	109
Tabla 57. Producción Mensual Diciembre con operación de Planta normal.....	110
Tabla 58. Producción Mensual Diciembre con 7 días parada de planta / falla de PLC.....	110
Tabla 59. Diferencia de costos entre producciones.....	111
Tabla 60. Recuperación de inversión sistema Controllogix.....	111
Tabla 61. Detalle de paneles según estructura de PLC-5.....	114
Tabla 62. Panel EM1 etapa 1.....	114
Tabla 63. Panel BOC etapa 2.....	116
Tabla 64. Panel SGA etapa 3.....	118
Tabla 65. Panel AC etapa 4.....	120
Tabla 66. Panel PP etapa 5.....	122
Tabla 67. Panel B etapa 6.....	123
Tabla 68. Panel CBR etapa 7.....	124
Tabla 69. Panel NFR etapa 8.....	126
Tabla 70. Panel LR etapa 9.....	128
Tabla 71. Panel L1 etapa 10.....	130
Tabla 72. Panel LO etapa 11.....	131
Tabla 73. Panel LN etapa 12.....	133
Tabla 74. Paneles del proceso existentes.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #1.....	61
<i>Figura 2.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #2.....	62
<i>Figura 3.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #3.....	63
<i>Figura 4.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #4.....	64
<i>Figura 5.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #5.....	65
<i>Figura 6.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #6.....	66
<i>Figura 7.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #7.....	67
<i>Figura 8.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #8.....	68
<i>Figura 9.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #9.....	69
<i>Figura 10.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #10.....	70
<i>Figura 11.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #11.....	71
<i>Figura 12.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #12.....	72
<i>Figura 13.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #13.....	73
<i>Figura 14.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #14.....	74
<i>Figura 15.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #15.....	75
<i>Figura 16.</i> Gráfico porcentaje Comunicación #16.....	76
<i>Figura 17.</i> Gráfico porcentaje Programación #17.....	77
<i>Figura 18.</i> Gráfico porcentaje Programación #18.....	78
<i>Figura 19.</i> Gráfico porcentaje Programación #19.....	79
<i>Figura 20.</i> Gráfico porcentaje Programación #20.....	80
<i>Figura 21.</i> Gráfico porcentaje Programación #21.....	81
<i>Figura 22.</i> Gráfico porcentaje Programación #22.....	82
<i>Figura 23.</i> Gráfico porcentaje Programación #23.....	83
<i>Figura 24.</i> Gráfico porcentaje Programación #24.....	84
<i>Figura 25.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #25.....	85
<i>Figura 26.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #26.....	86
<i>Figura 27.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #27.....	87
<i>Figura 28.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #28.....	88
<i>Figura 29.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #29.....	89
<i>Figura 30.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #30.....	90
<i>Figura 31.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #31.....	91
<i>Figura 32.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #32.....	92

<i>Figura 33.</i> Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #33.....	93
<i>Figura 34.</i> Gráfico porcentaje Confiabilidad #34.....	94
<i>Figura 35.</i> Gráfico porcentaje Confiabilidad #35.....	95
<i>Figura 36.</i> Gráfico porcentaje Confiabilidad #36.....	96
<i>Figura 37.</i> Gráfico porcentaje Confiabilidad #37.....	97
<i>Figura 38.</i> Gráfico porcentaje Confiabilidad #38.....	98
<i>Figura 39.</i> Gráfico porcentaje Confiabilidad #39.....	99
<i>Figura 40.</i> Gráfico porcentaje Confiabilidad #40.....	100
<i>Figura 41.</i> Prueba de Hipótesis con Chi-Cuadrado.....	103
<i>Figura 42.</i> Análisis Costo Beneficio.....	105
<i>Figura 43.</i> Reporte diario de producción operación normal.....	109
<i>Figura 44.</i> Reporte diario de producción con 7 días de parada de Planta.....	110
<i>Figura 45.</i> Arquitectura de sistema PLC5 de Planta de Separación de Gases del Aire80.....	113

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la mayoría de los procesos industriales son automatizados electromecánicamente y gobernados por sistemas inteligentes, el más conocido y usado son los controladores lógicos programables, conocidos por sus siglas en Ingles PLC (Programmable Logic Controller) y facilitan el manejo de cualquier proceso en comparación con las computadoras de uso general, estos sistemas que están compuesto con un sistema operativo y un entorno de programación; reciben diversas señales de entradas y salidas en tiempo real provenientes de equipos que conforman todo un proceso industrial. La función principal de un PLC es de ejecutar una acción dependiendo de la señal que reciba de otro proceso y de esta forma aumenta la eficiencia y la productividad de una compañía u organización.

Dentro de las ventajas principales es que dichos equipos realizan operaciones en tiempo real por el reducido tiempo de respuesta a cualquier tarea, así como también una comunicación inmediata entre controladores, ordenadores realizando operaciones en red.

Para lograr que estos sistemas PLC sean eficientes respecto a las señales de respuesta de información es importante que también se cuente con un sistema de red adecuado para el control y administración de equipos.

Conforme la tecnología avanzó, las marcas buscan dar soluciones a las nuevas exigencias en el mercado industrial. Uno de los problemas principales que tienen las empresas que cuentan con estos sistemas PLC está relacionado con la discontinuación del producto y la baja velocidad de información que exige el proceso.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento de Problema

En el mundo industrial uno de los grandes problemas son los activos presentes en los procesos de producción, estos se ven comprometidos con la evolución de la tecnología; la confiabilidad y disponibilidad de dichos procesos se puede ver afectada por ello; ya que el tiempo de vigencia de los equipos electrónicos son cada vez más reducidos, las industrias se ven en la necesidad de idear un plan de migración a estos nuevos cambios tecnológicos de la mano con las grandes compañías que los fabrican.

En un artículo, Mejía Cruz; Josefina (07 de Setiembre, 2018). La vida útil de los equipos dentro de una planta Industrial. Recuperado de <https://www.logicbus.com.mx/Vida-util-equipos.php> “Para una planta industrial la vida útil de los equipos empleados para las labores diarias es de suma importancia, ya que son los principales medios con los cuales se cumple con los objetivos de la industria, independientemente del rango industrial. Este lapso de vida está determinado por los factores de uso y ambientales a los cuales está expuesto.

Siendo uno de los problemas a resolver más importantes para la planta industrial, debido a que el problema consiste, para cada equipo que compone la instalación en determinar en qué periodo de tiempo sucederá esa obsolescencia, una vez que un equipo este obsoleto, debe haber un plan para reemplazarlo, ya que la obsolescencia lleva implícito, por un lado, que no es rentable seguir explotándolo, y por el otro, que ha perdido todo su valor. ¿Cuándo sucede esto para cada equipo? Es muy difícil estimar una cifra exacta qué funcione bien en todos los casos”.

En la actualidad a nivel nacional existen compañías que operan con sistemas automatizados discontinuados, por los años de funcionamiento van originando que empiecen a fallar los procesos en las industrias ocasionando paradas de planta no programadas por problemas de Hardware o señales de comunicación en campo.

Los activos básicamente atraviesan por 3 etapas o estados dentro de su ciclo de vida el cual ayuda a determinar la etapa actual en la que se encuentra funcionando, de la misma forma ayuda a determinar si el activo se encuentra todavía vigente en el mercado con el fin de iniciar un plan de migración, teniendo en cuenta que todo cambio demanda un proceso de ejecución.

Gestionar los activos de un proceso en base al ciclo de vida es un trabajo arduo; adquirir los repuestos obsoletos podría ser intrincado; como se menciona líneas anteriores, el acelerado avance tecnológico lo hace más dificultoso hoy en día, no obstante, los repuestos, equipos reparados, Ingenieros y Técnicos capacitados son cada vez más escasos.

Ica como zona industrial es una región que posee una de las actividades más dinámicas del Perú; siendo las principales la Fundición, elaboración de perfiles de Acero; fabricación de Harina y Aceite de Pescado; tratamiento producción y exportación de gas natural, etc.; muchas de estas grandes compañías todavía operan con sistemas de automatización discontinuados, indudablemente podrían empezar a tener estos problemas; está en ellos poder plantear un plan de migración en función a sus procesos y evitar grandes pérdidas.

El PLC como un sistema integral es fundamental en la industria hoy en día, ya que tiene la capacidad y funcionalidad de ejecutar instrucciones para controlar los procesos y maquinas; dentro de sus funciones principales esta de almacenar datos en la memoria, realiza cálculos matemáticos, toma decisiones en base a su programación, genera ciclos de tiempo; esto se traduce en ganancias por el bajo costo de mano de obra, optimización del proceso, detectando a tiempo posibles fallas evitando perdida del activo, etc. Si este sistema falla, las perdidas en algunos procesos podrían ser perjudiciales.

Una de las más importantes empresas en el segmento de arquitectura y software "Rockwell Automation" ofrece elementos de sistemas de información, control y componentes de automatización, siendo el PLC-5 uno de sus controladores programables valiosos durante más de 30 años; este sistema de

control esta entre las mayores bases instaladas de cualquier plataforma de control; la Planta de Gases del Aire del Perú es una de ellas, ya que en la actualidad la automatización de su sistema es comandado por la familia de los procesadores PLC-5 modelo 1771; las funciones de control y administración están distribuidas en toda la planta, estos multiprocesadores manejan dichas funciones usando una red Data Highway (DH+) para la comunicación.

El ciclo de vida de la plataforma PLC-5 está actualmente discontinuado desde junio del 2017. La Planta de Separación de Gases del Aire ya está presentado algunas deficiencias en el proceso de comunicación, esto debido a que cuenta con más de 20 años operando continuamente; en el transcurso del tiempo solo se han ido cambiando repuestos como, fuentes, módulos de entradas y salidas, fuente de alimentación, etc.; los cables de comunicación desde el montaje inicial nunca fueron cambiados; en almacén no se cuenta con la totalidad de repuesto en caso de requiera reemplazar y el adquirir un repuesto no solo por el alto costo es significativo, si no que localizar repuestos en esas condiciones es complicado en el mercado mundial.

Para la Planta de Separación de Gases del Aire, tener el sistema de PLC en perfectas condiciones es esencial ya que el proceso es completamente automatizado, no solo porque optimiza la producción y la eficiencia de los equipos, sino también como factor clave en la seguridad operacional; por ser una planta de alto riesgo; bajo esos aspectos es importante considerar la migración a un sistema de PLC vigente en el mercado y que se adecue a los estándares de calidad y confiabilidad de la planta.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué aspecto la migración del sistema PLC5 al sistema Controllogix influye en la confiabilidad del proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019?

1.2.2. Problemas específicos

¿En qué medida la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix mejora la señal de respuesta hacia el SCADA en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019?

¿De qué manera se reduce los costos por la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019?

¿Cómo se realiza el proceso de migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix hacia el SCADA en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019?

1.3. Justificación del estudio

La planta de separación de Gases del Aire del Perú lleva operando más de 20 años con un sistema de PLC creado en la época de los 80's, siendo el más utilizado en esos años, los equipos instalados no solo perdieron eficiencia, en algunos casos se han deteriorados siendo irrecuperables muchos de ellos; se ha llegado a reparar algunos dispositivos, pero estos no presentan ninguna garantía de funcionalidad; adquirir los equipos del actual sistema no solo demandaría un alto costo, sino que estaríamos operando con un sistema antiguo pudiendo mejorar en términos de eficiencia y productividad el proceso actual de la Planta de Separación de Gases del Aire.

Justificación teórica.

La planta ha presentado 2 problemas puntuales en algún momento del proceso; la primera es la falsa señal de respuesta entre el controlador y el Scada, en caso de ocurrir algún problema en el proceso, la señal de respuesta entre el controlador y el Scada debe ser inmediata y confirmada; no tener certeza en el lazo de la

programación podría alterar y o retrasar el proceso, teniendo como posibles consecuencias, retraso en los tiempos establecido por la producción, alto consumo de energía, bajo stock del producto, problemas de atención al cliente en línea.

La falla de la comunicación en reiterados casos ha sido un factor de demora en diversos arranques de planta, en algunos casos los equipos no recibieron la orden de ejecución, sin embargo, el programa recibió la señal como ejecutada. La segunda es la falta de repuestos críticos por discontinuidad del producto y deterioro; el alto costo de los PLC's por antigüedad; mala calidad de energía eléctrica y por exposición en ambientes agresivos vienen sufriendo desperfectos, se hace necesario contar con repuestos considerados críticos. El stock de repuestos críticos actualmente es limitado.

El presente proyecto busca evitar problemas mayores en el proceso, mediante la migración de un nuevo sistema de comunicación más actualizado y que sea compatible con sistema instalado; hasta el momento no ha sido motivo de paradas prolongadas, lo que se busca es evitar futuras paradas que puedan perjudicar el performance de la Planta.

Justificación práctica.

El presente proyecto busca evitar problemas mayores en el proceso, mediante la migración de un nuevo sistema de comunicación más actualizado y que sea compatible con sistema instalado; hasta el momento no ha sido motivo de paradas prolongadas, lo que se busca es evitar futuras paradas que puedan perjudicar el performance de la Planta.

Justificación tecnológica.

La planta actualmente operara con módulos de entradas analógicas, entradas discretas de 120VAC Y 24VDC, módulos de RTD's, módulos de salidas digitales de 120VAC, módulos de salida analógicas de 4-20 mA, Power Supply, fuente de alimentación, adaptadores remotos, módulos de velocidad y CPU de la marca Allen Bradley modelo 1771 del PLC-5 que necesariamente requieren ser cambiados a la nueva tecnología del Controllogix de la misma marca Allen Bradley, el cual será

implementado por etapas para evitar en primer lugar interrumpir el proceso de producción y en segundo lugar ir ajustando detenidamente los parámetros de configuración evitando cualquier posible error en el proceso de la migración; se prevé toda la experiencia para el análisis, diseño e implementación del nuevo sistema, por ello se elaborara un plan detallado por etapas del proceso de migración el cual deberá ser aprobado por el área de proyectos con el fin de cumplir con los objetivos planteados en la presente tesis de investigación.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar en qué aspecto la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix influye en la confiabilidad del proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019.

1.4.2. Objetivos específicos

Especificar en qué medida la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix acrecienta la señal de respuesta hacia el SCADA en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019.

Especificar de qué manera se verá reducido los costos por la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire.

Establecer un plan de migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix por etapas en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Los siguientes antecedentes localizados sirvió para obtener más información y argumentar acerca de otros temas semejantes que valieron en la presente investigación:

2.1.1. Antecedentes nacionales

Según el estudio realizado por Puente de la Vega Peñaloza, D. (2014). *Mejoramiento del sistema de control en el proceso aglomerado de cobre en base al diseño y desarrollo de arquitectura integrada de Rockwell Automation*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

Se resume en el presente estudio la mejora continua en la automatización de los diversos procesos enfocado en la extracción del cobre por medio de Lixiviación de la planta de Hidrometalurgia en la empresa sociedad minera Cerro Verde, considerando que la supervisión y programación moderna es de suma importancia para el desarrollo de los procesos, cuyo objetivo fue permitir ahorrar de manera significativa en Ingeniería, a la vez la interacción del sistema con el personal de operaciones en la revisión de parámetros configurados en el programa, utilizando la arquitectura integrada de Rockwell Automation separando el proceso mediante redes, en este caso la red industrial DeviceNet, siendo esta la generación de programación y supervisión intuitiva para el operador del proceso.

La conclusión es la correcta implementación de la Arquitectura Integrada de Rockwell Automation usando la red de comunicación DeviceNet con el Controlador Controllogix; el objetivo fue mejorar el sistema de Control del Procesos de aglomerado el cual fue indispensable para la independencia de la líneas de producción, este logro estuvo acompañado por un porcentaje de ahorro y tiempo/dinero del 92.7% en el desarrollo del sistema SCADA, dicho sistema presentado en las condiciones de laboratorio pudo comprobarse la facilidad de

interacción por parte del usuario de mantenimiento para el control y monitoreo de las variables del proceso.

Según el estudio realizado por Puma Roque, P. (2017). *Diseño y construcción de un prototipo para una planta procesadora de ladrillo, implementado con un sistema de automatización scada-rswiew32 de Allen Bradley, para el laboratorio de control y automatización de la EPIME.* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Se planteó desarrollar un prototipo de fabricación de ladrillos con un conjunto de mecanismos, cámaras y sensores instalados estratégicamente integrados a un PLC y llevados por un sistema de comunicación hacia un SCADA, apoyados con la tecnología de Allen Bradley líderes en el mercado de la automatización con el objetivo de explicar las bondades del sistema en términos de optimización y eficiencia de los procesos al cual estará aplicado.

La conclusión de dicha investigación propone un desarrollar un prototipo de sistema de automatización (Planta procesadora de ladrillo) con el objetivo de que el sistema desarrollado contribuya con el estudio en beneficio de los alumnos en el laboratorio de control y automatización de la EPIME. Esto ayudara a que dicho laboratorio este alineado con la demanda de procesos industriales no solo en la elaboración de prototipos sino también en la programación del sistema y mantenimiento de los mismo. Las empresas en la actualidad buscan que el personal contratado este con la capacidad técnica de conocer los procesos automatizados maximizando la productividad a través de los sistemas PLC, por ello de la importancia en desarrollar este prototipo que mejorara el conocimiento práctico de los estudiantes.

Según el estudio realizado por Yto Apaza, A. (2018). *Diseño e implementación de un sistema automático de dosificación para la preparación de concreto en mezcladoras móviles.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

Dicho proyecto se centra en el diseño un sistema automatizado para la dosificación de mezcladoras móviles enfocándose en el desarrollo de Hardware y Software adaptado al uso de construcción de viviendas en la ciudad de Arequipa cumpliendo con los estándares internacionales. Como todo sistema automatizado se basa en el monitoreo y control específicamente en la dosificación del concreto formado esencialmente por cemento Portland, agregado y agua siendo supervisado por un controlador lógico programable (PLC), enviando órdenes a los dispositivos de actuación como motores, válvulas solenoides permitiendo la regulación exacta para la elaboración del concreto y la cantidad exacta a preparar. El objetivo fue utilizar un utilizar un controlador modular SIMATIC S7 1200 de la marca Siemens, por su flexibilidad y potencia pueden controlar una gran variedad de dispositivos en distintas necesidades, por ello de la elección de este sistema para dicho proyecto. La mayoría de las empresas constructores de viviendas en el Perú realizan la preparación de la mezcla de forma manual, fundamentalmente en la dosificación, dicha parte del proceso es básicamente elaborada en base a la experiencia no siendo un producto adecuado con alta posibilidades de no cumplir los estándares; comprometiendo la resistencia del producto.

En dicho proyecto se concluye que el sistema a utilizar es innovador y que será útil como herramienta para futuras automatizaciones en la elaboración del concreto, el objetivo fue proponer un modelo de controlador estándar ideal para el tipo de proceso ya que está diseñado para soportar altas temperaturas, vibraciones, humedad, en otra palabra, diseñado a trabajar en ambientes agresivos; cabe resaltar que dicho proyecto fue probado y se logró obtener la cantidad de concreto requerida.

Según el estudio realizado por Jiménez Reyes, S. (2018). *Diseño del sistema de automatización y enlace a la red Scada de Petroperú para realizar el control automático de las bombas de la estación de Andoas del oleoducto nor-peruano.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Piura, Piura.

El proyecto de la siguiente investigación tiene como objetivo plantear una solución al problema de las presiones variables en la estación de Andoas, esta estación que

cuenta con distintos tipos de bombas; tuberías, transmisores, motores eléctricos; realizan las funciones de recepción, recirculación y transferencia de petróleo el cual al no ser constantes las presiones; los equipos sufren desgaste dañando los equipos y poniendo en riesgo al operador del sistema. Dicho sistema es accionado de forma manual; en ese aspecto el operador tiene que dirigirse donde está ubicado el panel de mando y ejecutar acciones para poder estabilizar la presión del producto, en ese lapso queda libre de supervisión la sala de control.

El proyecto plantea rediseñar el sistema actual; obteniendo el control total del proceso de bombeo y así regular las presiones del sistema; posteriormente continúe con las siguientes etapas de despacho.

En conclusión; el objetivo fue la mejora del proceso, partiendo por identificar los instrumentos necesarios para el nuevo sistema; el personal de operaciones y supervisión fue clave en la recopilación de datos; el nuevo diseño estuvo en función al diagrama P&ID para no alterar el proceso y mantener el STD, la etapa de programación en el PLC y SCADA fue realizada satisfactoriamente; Todo el proceso fue probado con los parámetros de supervisión en tiempo real, minimizando errores de proceso y reduciendo el tiempo.

Según el estudio realizado por Quispe Gonzales, R. (2018). *Diseño del sistema Scada para el área de recepción, almacenamiento y distribución de hidrocarburos líquidos en la planta Petroperú*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cuzco, Cuzco.

La tesis propone diseñar un sistema de supervisión y control a distancia para una planta de almacenamiento de hidrocarburos líquidos de Petroperú en la ciudad de Cusco, lo cual implica cambiar y adquirir nuevos equipos de acuerdo con el nuevo sistema a implementar (sensores, transmisores, válvulas de control, actuadores, bombas, controladores, PLC) esto nace principalmente por requerimiento de la misma empresa en base a problemas de procesos bajo sus mismos estándares para este tipo de plantas. Esta planta básicamente comprende 3 operaciones siendo recepción, almacenamiento y despacho de producto y en cada una de ellas

se tiene observaciones que hace recomendable automatizar cada parte o proceso de sus operaciones. En cada uno de estos procesos es necesaria la supervisión del personal encargado de planta no solo para tener conocimiento de cómo se desarrolla el proceso, sino que en caso de algún evento se pueda actuar de manera inmediata y para ello es necesario supervisar desde una sala de control; el control manual actual hace imposible tal fin.

Se concluye en esta tesis en el mejoramiento total del actual proceso de recepción, almacenamiento y despacho en la planta de Petro Perú, tener el control y supervisión de este tipo de plantas tiene como objetivo reducir de manera significativa cualquier posibilidad de incidentes no solo con los equipos, sino también con el personal de operaciones, ya que cualquier problema se detectaría en el SCADA y este alertaría al operador para que pueda realizar alguna modificación en el proceso o paro total del equipo de manera remota. Desde el punto de vista productivo, ayudaría a reducir los tiempos de despacho, así como pérdidas de producto, al estar los equipos en constante supervisión, estos automáticamente ejecutan acciones ya sea por altos niveles, altas presiones o por alguna acción limitante del proceso al cual esta seteado, esto llevaría que la planta mejore su eficiencia y se vea reflejado en costos; el proyecto fue llevado a práctica con un módulo de pruebas afirmando la funcionabilidad del estudio.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Según el estudio realizado por García Villacís, M. (2014). *Sistema Scada para el proceso de paletizado L4 de envases de cristal en la empresa cristalera del Ecuador s.a. Cridesa de Guayaquil*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Se resume que este proyecto pretende desarrollar un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) para el proceso de una paletizadora L4 de envases de vidrio en la empresa “Cristalería del Ecuador S.A de Guayaquil”; siendo el proceso de esta planta de forma manual y operado desde campo. Para la empresa es necesario contar con este sistema porque optimizaría el proceso y la

producción para la atención de los principales clientes de este país. Los inicios de operaciones de esta compañía fue considerar una de las mejores por la tecnología empleada, por ello y con justa razón pretende mantener ese performance migrando todo su proceso a un nuevo sistema acorde a las exigencias del mercado como son los PLC's.

En conclusión, la compañía pretende implementar el sistema de supervisión por HMI Panel View Plus; mediante estas pantallas no solo se visualizará el proceso desde un centro de operaciones si no también podrá ejercer un control por intermedio de los PLC. El proyecto tiene como objetivo mejorar el tiempo de respuesta de los operarios mediante una apropiada interfaz hombre-máquina con el fin de optimizar la producción mediante el monitoreo y control en tiempo real, así como registrar el proceso mediante histórico que permita revisar los parámetros principales que intervienen en el proceso de Paletizado L4, para ello se elaboró todo un plan de desarrollo en la parte de programación en el sistema SCADA, la comunicación PLC – CPU, programación de la aplicación Rslogix500, programación para la aplicación HMI las cuales abarcan alarmas, temporizadores, layout, programación de la producción; todo este soportado con la tecnología Rockwell Automation, y la comunicación entre controladores y el Scada por intermedio de protocolo de comunicación DH+. En dicho proyecto se contó con la ayuda del personal de operaciones para el diseño de pantallas en el panel HMI, logrando el adecuado control en la sección de paletizado

Según el estudio realizado por Almazán escalona, J. y Rodríguez Sánchez, L. (2014). *Migración de un sistema de control en red DH+ por Ethernet IP*. (Tesis de grado). Instituto Politécnico Nacional, México.

Se resume en el presente trabajo migrar un nuevo sistema que pueda mejorar el tiempo de respuesta de unos equipos del proceso de fabricación de toallas desechables en una planta de telas no tejidas. Estos equipos llevan operando 10 años continuos y ya empieza a presentar limitaciones y constantes paradas de planta ocasionando perdida de material y tiempo de producción por no tener la velocidad de respuesta que el proceso requiere. Estos equipos ya se encuentran

fuera del mercado hace 3 años lo que hace complicado conseguir repuesto además de tener un costo elevado en el mercado y los proveedores locales ya empezaron actualizar el modelo del equipo en mención y cambiarlo por completo. La migración del nuevo sistema de comunicación Ethernet/IP incrementara la eficiencia de la planta de producción de toallas higiénicas, disminuirá los costos por mantenimiento y aumentara las ganancias de la empresa.

La conclusión es que la implementación de las diferentes técnicas y conocimientos de ingeniería mejoraron la respuesta de una maquina productora de toallas higiénicas usando los drivers actualizados por intermedio de un protocolo de comunicación Ethernet/IP a través de un Controllogix 5000, su desempeño fue considerablemente mayor a comparación del equipo que operaba bajo un protocolo de comunicación DH+; los beneficios mostrados en el desarrollo de esta tesis fueron certeros, los avances de la tecnología actual tiende a ser ahorrativa y versátil; con el uso del protocolo Ethernet/IP se demostró claramente de forma teórica y grafica en este trabajo. El objetivo fue aumentar el rendimiento y eficiencia de la planta dando estabilidad comercial, asegurando un puesto en la globalización industrial y tecnológica.

Según el estudio realizado por Gutiérrez Victoria, M. (2017). *Implementación de un sistema Scada para la dosificación de piezas con interfaz táctil y PLC*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Se resume en este proyecto como primer objetivo es desarrollar un proceso automatizado para la dosificación de piezas de manera remota con visualización de datos por intermedio de una interfaz HMI táctil, como objetivo secundario es el manejo de materiales de uso en laboratorio de automatización industrial y avanzada, actualizando la información para los Ingenieros del proceso. Para tal proyecto se plante usar un PLC Micro850 de la familia MicroLogix con un protocolo de comunicación Ethernet y un panel View Plus 1250, con esto se busca tener un monitoreo en tiempo real ya que el sistema es capaz de reconocer bajo limitante de sensores con los que cuenta el modelo dentro de la línea de dosificación. La visualización en el panel View tendrá como objetivo desarrollar una ventana de

estadísticas que permitirá evaluar el ahorro de costos en la dosificación. Universidad Nacional Autónoma de México.

En conclusión, se pudo analizar las ventajas de este sistema; en tiempo real resulta de gran ayuda ya porque permite verificar los errores durante el proceso en la línea de dosificación localizando el lugar exacto donde ocurrió el problema, de esta maneja las pérdidas ocasionadas disminuyen, otra ventaja es que el sistema reconoce cual es el tipo de pieza y contenedor usado con mayor frecuencia gracias a los datos mostrados, cotejando con la data de almacén y constatar de acuerdo a las gráficas, cuáles son los componentes de mayor consumo y así comprar únicamente el necesario; evitando costo innecesario.

Según el estudio realizado por Aragón Hernández, N. y Suan Medina, A. (2017). *Diseño de un módulo didáctico para la medición y control de nivel, presión y caudal para un laboratorio de automatización*. (Tesis de grado). Fundación Universidad de América de Colombia, Colombia.

Se resume en diseñar un módulo según los componentes existentes en el laboratorio de control de procesos que podrían ser de utilidad, posteriormente establecer los parámetros necesario para el desarrollo del módulo, este tendrá como fin la medición y control de 3 variables físicas, presión, nivel y caudal; que estarán instalados en tanques a distintas alturas y con sus respectivas bombas centrifugas a la estructura con una serie de sensores; esto para que los estudiantes permitan el establecimientos de lazos de control para cada una de las variables mencionadas; los procesos realizados serán visualizados por medio de un entorno grafico desarrollado con la ayuda de un software LabVIEW que interactuará con el estudiante para un mejor análisis del proceso.

En conclusión, como primer análisis fue encontrar distintos componentes funcionales que se consideraron como módulos didácticos ayudando en aprovechar los recursos del laboratorio y reduciendo los costos, así mismo, estos componentes al tener algunas opciones de falla contribuyeron en la información para el desarrollo del proyecto, en general, con el desarrollo del módulo se

identificaron parámetros y requerimientos necesarios para el equipo. El módulo didáctico cumplió el objetivo, el cual fue de permitir a los estudiantes, un mayor acercamiento de modo práctico con distintas opciones para el control de procesos y automatización de sus variables principales, ayudando en afianzar el conocimiento teórico; por otro lado los estudiantes podrán diseñar diversos procesos y secuencias gracias a las técnicas del tipo graficet, lenguajes de programación como listado de instrucciones, ladder o incluso lenguaje propio gracias a la facilidad de programación compatible tanto para la tarjeta de adquisición como el PLC.

Según el estudio realizado por Castellanos León, C. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de control y comunicación del ccm Allen Bradley basado en Labview*. (Tesis de grado). Universidad de los Andes, Colombia.

Se resume en la siguiente tesis la implementación en un centro de control de máquinas, un sistema de control y comunicación con tecnología Allen Bradley ya que el software de rutina Ladder RSLogix 5000 actual presenta problemas respecto a la programación, incrementando las probabilidades de error humano; por ello se propone el manejo de este CCM con un software LabVIEW ya que el lenguaje de programación de gráfico y datos son de alto nivel. El alcance del proyecto es enlazar el RSLogix y el LabVIEW donde terminará con una interfaz de fácil uso para el operador, teniendo como objetivos específicos la conexión exitosa, la visualización de datos por medio de la interfaz gráfica y diseñar un tutorial del centro de control de motores con una HMI implementada.

En conclusión, se puede observar una mejora significativa con este sistema de comunicación, cuyo objeto fue mejorar los programas industriales instalados, logrando una HMI de fácil acceso que podría tomarse en cuenta por los fabricantes en todo el mundo, de la misma forma se podría mejorar la eficiencia y el uso de programas para operadores sin experiencia.

2.2. Bases teóricas de las variables

2.2.1. Variable Independiente

2.2.1.1. Concepto de Controladores Lógicos programables

Según Cáceres Richard (2014) Define un autómata programable como un sistema electrónico diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de las instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante salidas y entradas digitales y analógicas diversos tipos de máquinas y procesos.

El Controlador Lógico Programable (PLC) es considerado hoy en día como pieza fundamental en cualquier Proceso de Automatización Industrial. Con estos controladores se encuentran soluciones económicas a diferentes problemas en las tareas de automatización.

Según Aparicio Cristina (2008) El PLC, es un dispositivo que se utiliza para el control de máquinas, cuyo funcionamiento es similar a un circuito secuencial de relevadores, ya que recibe las entradas, y en base al estado en el que se encuentre, calcula las salidas correspondientes al estado actual. Para determinar los comandos que ha de seguir el PLC, se realiza una programación generalmente en un software, en los que se pueden realizar diagramas de escalera de acuerdo con la respuesta deseada.

Un PLC es una computadora especializada, la cual es capaz de controlar máquinas y procesos industriales en un tiempo real. En la industria se utilizan mucho los PLC, ya que en aplicaciones donde se necesita un control eléctrico, es común realizarlo utilizando PLC, debido a su fácil manejo y a la reducción de componentes que se necesitan para realizar una misma tarea.

El PLC físicamente es un equipo de control con un cableado interno que no es parte del proceso que se va a controlar. La adaptación del PLC con el proceso se hace a través del software donde se programa la secuencia de operaciones, señales de entrada y salida del proceso. Las señales de entrada se pueden obtener por medio de los elementos digitales o analógicos que se encuentren en comunicación con el PLC. Las señales de salida se determinan en base a las instrucciones programadas por el usuario, las cuales se encuentran almacenadas en la memoria. En el software se puede realizar una simulación del proceso que se llevará a cabo por el PLC, así como también permite la depuración de programas y monitorear el estado del proceso real.

2.2.1.2. Concepto de Automatización

Según Carvajal Paúl (2012) El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: mediación, evaluación y control.

Es la tecnología utilizada para realizar procesos o procedimientos sin la ayuda de las personas. La automatización es el conjunto de técnicas que relaciona sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos, que se combinan para luego ser dirigidos o controlados por medio de un software especializado, que se encarga de poner en movimiento a este mecanismo complejo de una forma automática. Principalmente, esta técnica abarca ramas importantes como la neumática, oleo hidráulica, electrónica. etc. La automatización industrial no es más que la utilización de técnicas y equipos para gobernar un proceso industrial en forma óptima y de manera automática lo cual aumenta la calidad del producto, la flexibilidad y a su vez la productividad. La academia de ciencias Exactas Físicas y Naturales define a la automatización como el estudio de métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un ordenador artificial en la generación de una tarea física o mental previamente programada.

Solórzano Evelin (2019) La automatización Industrial es un conjunto de técnicas

basadas en sistemas capaces de recibir información del proceso sobre el cual actúan, realizar acciones de análisis, organizarlas y controlarlas apropiadamente con el objetivo de optimizar los recursos de producción, como los materiales, humanos, económicos, financieros, etc. La automatización de una empresa dependiendo del proyecto puede ser parcial o total, y se puede ajustar a procesos manuales o semi automáticos. La automatización de las plantas industriales es un aspecto muy importante en el crecimiento de las empresas ya que se ven en la necesidad de incrementar la demanda del producto, ofrecer productos de mejor calidad, optimizar el consumo de energía.

La principal razón de automatizar es el incremento de la productividad, ello se logra racionalizando las materias primas e insumos, reduciendo los costos operativos, reduciendo el consumo energético, incrementando la seguridad de los procesos, optimizando el recurso humano de la empresa y mejorando el diagnóstico, supervisión y control de calidad de la producción.

2.2.1.3. Concepto de sistemas de Sistema PLC-5

Bañuelos Erandi (2012) El procesador PLC-5 está diseñado para aplicaciones grandes de control secuencial con requerimientos especializados de E/S y/o a necesidad de coordinar con otros procesadores y dispositivos. El procesador PLC-5 tiene disponible una amplia gama de capacidad de E/S y tamaño de la memoria, también puede conectarse a una variedad de redes para procesamiento distribuido y E/S distribuidas. Los productos 1771 E/S ofrecen una gama completa de E/S analógicas y digitales en un conjunto modular robusto. Los procesadores PLC-5 tienen la capacidad de controlar localidades E/S de forma remota. El número máximo de E/S de localidades remotas del procesador va desde 5 hasta 125. El procesador puede controlar/monitorear ese E/S a través de ControlNet, DeviceNet y RIO. La plataforma 1771 ofrece un conjunto modular basado en chasis. Los procesadores PLC-5 son de una sola ranura para módulos que se colocan en la ranura más a la izquierda de una E/S 1771 de chasis. Algunas E/S 1771 del chasis están contruidos para el montaje del panel posterior y algunas están diseñadas para el montaje del chasis. Las E/S 1771 están disponibles en tamaños de 1, 2, 4,

8, 14 o 16 ranuras.

.....
Estos módulos están disponibles en densidades de un máximo de 32 E/S por módulo, fuentes de alimentación disponibles para su instalación en las ranuras de módulo de E/S. También fuentes de alimentación independientes están disponibles y pueden montarse de separada o directamente en el extremo izquierdo del chasis.

Estos módulos están disponibles en densidades de un máximo de 32 E/S por módulo, fuentes de alimentación disponibles para su instalación en las ranuras de módulo de E/S. También fuentes de alimentación independientes están disponibles y pueden montarse de separada o directamente en el extremo izquierdo del chasis.

Velocidad. Entrega rápida de mensajes entre redes, entre los enlaces dentro de las redes.

Resistencia. Hardware industrial endurecido diseñado para soportar vibraciones, temperaturas extremas y ruido eléctrico asociado a entornos industriales agresivos.

Amplias opciones E/S- Una gran selección de módulos E/S 1771 disponibles para utilizar en el chasis local de E/S, y una selección aun mayor de E/S disponibles en 12 ubicaciones remotas del procesador, pueden ser conectados a través de ControlNet, DeviceNet y RIO

El procesador PLC-5 se comunica a través del plano posterior a los módulos de E/S en el chasis en el cual el procesador reside. Los diferentes modelos de PLC-5 tienen varios puertos integrados para la comunicación con otros procesadores, computadoras y localidades remotas E/S. además los módulos por separado están disponibles para proporcionar los puertos de comunicación adicional

Cada PLC-5 tiene integrado un puerto de comunicación RS-232/422/423 y también tiene uno o más puertos que pueden ser configurados para DH+ o RIO. Como puerto RIO, este puede configurarse como un puerto escáner de E/S o un puerto adaptador de E/S. Algunos modelos del PLC-5 cuentan con puertos Ethernet, ControlNet o Comunicación local extendida.

2.2.1.4. Sistema Controllogix.

Bañuelos Erandi (2012) El sistema Controllogix ofrece unidades discretas, de movimiento, variadores de frecuencia y control de seguridad junto con la comunicación y estado de E/S en un pequeño paquete a un bajo costo- el sistema es modular, así que el usuario lo puede diseñar, construir y modificarlo eficientemente, con un ahorro significativo en la formación y la ingeniería.

Un sistema simple Controllogix consiste en un controlador independiente y módulos E/S en un solo chasis, para un sistema más completo es necesario múltiples controladores en un solo chasis, múltiples controladores unidos a través de redes, E/S en múltiples plataformas que es distribuida en varias localidades y conectadas a través de múltiples enlaces E/S.

Technology & Engineering (2002) El sistema Controllogix garantiza resultados superiores para diferentes tipos de control, de hecho, garantiza el control secuencial, la desgasificación, el eje y el control del proceso en cualquier combinación. El diagnóstico avanzado y las herramientas de programación simbólica facilitan y aumentan el diseño, mientras que las funciones que se pueden actualizar mediante flash garantizan el control en el controlador. La comunicación es el corazón de este nuevo y poderoso sistema de control. Los cuellos de botella del sistema se eliminan gracias al bus de controlador de datos pasivo que utiliza la tecnología de red de productor / consumidor y garantiza una solución determinista y distribuida con alto rendimiento. La arquitectura flexible permite el uso de múltiples procesadores, redes y E / S dentro de un chasis, sin ninguna restricción.

Además, a medida que el sistema se expande, ControlNet permite la conexión de chasis adicionales. El enfoque Controllogix aborda la necesidad de una mayor comunicación para garantizar que los datos lleguen a los puntos deseados del sistema. Los módulos de comunicación Controllogix admiten partes de red con tecnología NetLinx como Ethernet, ControlNet y DeviceNet.

2.2.1.5. Concepto de transmisión

Enrique Herrera (2003), Los sistemas de transmisión de datos constituyen el apoyo de los sistemas de cómputo para el transporte de la información que manejan. Sin estos sistemas no hubiera sido posible la creación de redes avanzadas de computo de procesamiento distribuido, en las que compartir información y transferir datos entre computadoras con gran difusión geográfica, sumamente rápido y en grandes volúmenes, es vital para el funcionamiento de todo el engranaje económico, político y social de todo el mundo.

Enrique Pérez (2001) Constituye el enlace físico entre el transmisor y el receptor permitiendo que la señal se trasmita a través de el, desde la fuente hasta el destino. La constitución física del medio de transmisión determina el tipo de transmisión a emplear, por ejemplo, si el medio es con base en conductores, la transmisión es eléctrica, si es en espacio atmosféricos, la transmisión es electromagnética, si son fibras ópticas, la transmisión es luminosa, etc. La característica principal común a todos los medios de transmisión es su atenuación, es decir el decremento progresivo de la potencia de la señal con la distancia. Este es un factor importante que se debe considerar en el diseño de sistemas de comunicación particularmente en aquellos designados para operar sobre grandes distancias como son los sistemas vía satélite.

2.2.1.6. Señal de comunicación

Enrique Herrera (2003), Se define señal como la manifestación eléctrica de la información. Su representación gráfica se conoce como onda eléctrica. Cuando la información es de naturaleza continua y se convierte a energía eléctrica, la señal que se obtiene es analógica, pues constituye la analogía eléctrica del mensaje, es decir, la onda eléctrica que se obtiene está compuesta por un número infinito de puntos o valores.

Enrique Herrera (2001), Para que un sistema de comunicación pueda transmitir apropiadamente los mensajes se requiere que estos adopten la forma

eléctrica. En consecuencia, cuando la fuente de información entrega mensajes no eléctricos se requiere el transductor adecuado para convertir el mensaje en señal, es decir en una cantidad eléctrica análoga o equivalente a la forma original del mensaje, esta cantidad eléctrica puede ser voltaje o corriente que se adapten mejor, por su facilidad de control y alta velocidad de desplazamiento, a las operaciones que el mensaje debe sufrir en el sistema para su transmisión. Evidentemente en el extremo receptor se requiere otro transductor para regresar la señal a la forma original del mensaje. La traducción no debe afectar el contenido de frecuencia del mensaje de modo que la señal a la salida del transductor mantiene la banda original de la frecuencia de la información.

Alan Oppenheim (1998), Las señales se representan matemáticamente como funciones de una o más variables independientes, por ejemplo, la señal de una voz puede ser representada por la presión acústica como una función del tiempo, y una imagen puede ser representada por la brillantez como una función con 2 variables espaciales. Por conveniencia se refiere por lo general a una variable independiente como el tiempo, aunque de hecho no puede representar al tiempo en ciertas aplicaciones específicas. Así mismo el conocimiento sobre las variaciones que existen entre la altitud y la presión del aire, la temperatura y la velocidad del viento es extremadamente importante en las investigaciones meteorológicas.

Aquilino Rodríguez (2007), Buses especiales de comunicación proporcionan al operador la posibilidad de comunicarse con cualquier punto de la planta en tiempo real. Permiten el intercambio de datos bidireccional entre la unidad central y las unidades remotas mediante un protocolo de comunicación determinado y un sistema de transporte de la información para mantener el enlace entre los diferentes elementos de la red.

2.2.1.7. Programación

Enrique Mandado, Jorge Acevedo, Celso Fernández (2009), Por ser la programación mediante códigos simbólicos la que más se aproxima al lenguaje

máquina, está especialmente indicada para usuarios familiarizados con la electrónica digital y la informática. Por otra parte, este lenguaje fue el único utilizable con las unidades de programación sencillas, que solamente visualizan una o varias líneas de programa simultáneamente.

José Sallán (2009), La programación es una técnica que permite determinar de manera eficiente las decisiones que optimizan el comportamiento de un sistema que evoluciona a lo largo de una serie de etapas. En otras palabras, trata de encontrar la secuencia de decisiones que optimiza el comportamiento de un proceso.

La programación va asociada a situaciones de evolución de un sistema que va evolucionando a lo largo de varias etapas; en la mayoría de las ocasiones, se tratara de representar el comportamiento de un sistema que evoluciona a lo largo del tiempo; en otros casos se trata de situaciones en la que las decisiones se toman de manera simultánea en el tiempo, pero en las que se evalúan las decisiones de manera secuencia.

David Gonzales (2014), En la actualidad la programación constituye una de las herramientas con mayor uso en el ambiente industrial y en el ambito universitario. Debido a su versatilidad con la cual se pueden describir y sintetizar circuitos y sistemas digitales en la búsqueda de soluciones de aplicación inmediata. El uso correcto del lenguaje hace obsoleto el diseño tradicional que organiza bloques lógicos de baja y mediana escala de integración, compuertas, cortadores, registros, etc. En otras palabras, para que organizar diversas estructuras lógicas en una determinada solución, si esta se puede crear en una sola entidad, la cual no solo proporciona una reducción considerable de espacio físico, sino que además también produce un resultado más directo y menos susceptible a los errores derivados de la conexión entre varios componentes.

2.2.1.8. Scada

Andrés García (2014) Los sistemas Scada son entornos de desarrollo para

crear aplicaciones HMI, son programas complejos con herramientas que facilitan la integración de graficas con tablas, historiales, bases de datos y componentes de dispositivos. Los sistemas Scada también llevan lenguajes de programación y tienen su propio compilador de scripts.

Aquilino Rodríguez (2007), Lo sistemas de supervisión de control y adquisición de datos (por sus siglas en inglés, Supervisory Control And Data Acquisition) permiten la gestión y control de cualquier sistema local o remoto gracias a una interface gráfica que comunica al usuario con el sistema.

Aquilino Rodríguez (2007), Un sistema Scada es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de la producción que proporciona comunicación entre los dispositivos de campo llamados RTU (Remote Units o Unidades remotas), donde se pueden encontrar elementos tales como controladores autónomos, autómatas programables y un centro de control o unidad central (MTU, Master Terminal Units), donde se controla el proceso de forma automática desde la pantalla de uno o varios ordenadores.

Antonio Canales, José Molina (2010), Un sistema Scada permite supervisar y controlar las distintas variables que interviene en un proceso. Además, permite tener acceso al historial de alarmas y variables de control, combinar bases de datos relacionadas, presentar en un simple computador, todo en ambiente Windows, siendo así todo el sistema más amigable.

Los elementos del sistema Scada son los MTU, las estaciones concentradoras, las terminales remotas, y los sistemas de comunicaciones. Los Scadas además de monitorear las variables, pueden supervisar el control, esto es, se puede actuar sobre las variables de control en tiempo real, algo que pocos sistemas permiten con la facilidad intuitiva que dan estos sistemas.

El software Scada es una aplicación informática especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores para el control de procesos, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo, PLC, etc.; controlado el proceso de

forma automática desde la pantalla del ordenador, además provee toda la información que se genera durante el proceso.

2.2.2. Variable Dependiente

2.2.2.1. Confiabilidad de Proceso

Según Acuña Jorge (2003) En el estudio de la confiabilidad intervienen una serie de conceptos asociados a la ingeniería de la calidad que es necesario repasar, el control de calidad de proceso, ingeniería concurrente, despliegue de función calidad, falla, razón de falla o daño, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de fallas, tiempo medio de primera falla, redundancia, vida útil y disponibilidad.

La confiabilidad difiere de la confianza, en la que la primera se refiere a un valor numérico asociado al desempeño del producto en funcionamiento y al proceso de manufactura, mientras que la segunda se refiere al valor real que tienen algunos parámetros pertenecientes a características de calidad del producto, por lo que es un concepto netamente estadístico. En el estudio de la confiabilidad intervienen una serie de conceptos asociados a la ingeniería de la calidad que es necesario repasar como el control de calidad de proceso el cual se define como las características de los productos manufacturados y materias primas a fin de prevenir defectos o inconsistencias que no permitan llenar las expectativas del cliente final, su aporte a la confiabilidad se relaciona con la prevención de defectos que se puedan originar esencialmente durante el proceso de producción y que se convierten en falla durante la puesta en servicio.

2.2.2.2. Sistema de Control Automático

Alfredo Roca (2014), Es un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, los cuales se caracterizan por poseer unos parámetros inherentes que los definen, y por mostrar unas condiciones físicas asociadas que evolucionan con el tiempo. Los parámetros característicos específicos de cada elemento son considerados normalmente constantes e invariables con el tiempo y se les denomina

parámetros del sistema.

Armando Fernández (2007), El Sistema de Control Automático es el que es capaz de controlar una variable de salida, tal como una tensión, una presión, etc., sin intervenir el factor humano.

Existen sistemas que tienen una sola variable de entrada y una sola variable de salida, el cual se les denomina monovariables; los sistemas que tiene múltiples variables de entrada y múltiples variables de salida o múltiples variables de entrada y una sola variable de salida o una sola variable de entrada se les denominan multivariables.

Andrés García (2005), La automatización consiste en dotar al sistema de los dispositivos que le permite operar por sí mismo. Para conseguir esto será necesario contar con una serie de dispositivos capaces de registrar las con el entorno y del funcionamiento interno. Las señales procedentes de estos captadores habrán de ser analizadas por un órgano de control que, basándose en esa información y una serie de consignas que definen el funcionamiento deseado, sea capaz de activar unos accionadores capaces de actuar en el proceso.

Diego Massaccesi (2014), Un sistema de control automático es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no necesariamente es físico. El concepto de sistema aplica a fenómenos abstractos y dinámicos, tales como los que se encuentran en la economía. Por tanto, la palabra sistema debe interpretarse como una aplicación de sistemas físicos, biológicos, económicos y similares.

Un sistema que mantiene una relación prescrita entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control, se denomina sistema de control realimentado.

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control de lazo cerrado, en la práctica los términos de control realimentado y control en lazo cerrado se alimentan al controlador con la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación que puede ser

la señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas, a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente.

2.2.2.3. Registro de Producción

Ramírez Álvaro (2002) El llevar registros es fundamental para conocer el verdadero alcance económico del negocio, las pérdidas, las utilidades y las causas que la originan. Haciendo un resumen de los registros necesarios para una producción.

Jorge Baanante (1992), El sistema de registro consiste básicamente en un perfil diagnóstico de la producción en el que se anotan valores de campo llevados por los respectivos supervisores mensualmente de manera que pueden ser fácilmente transferidos a las computadoras.

Petrolera Schlumberger (2019), Los registros de una o más mediciones en sitio que describe la naturaleza y el comportamiento de los fluidos en el pozo o alrededor de el mismo durante la producción o la inyección. Los registros de producción se efectúan con el fin de analizar el desempeño dinámico del pozo y la productividad o infectividad de diferentes zonas, diagnosticar pozos con problemas o monitorear los resultados de una estimulación o una terminación. El término se extiende a veces para incluir adquisiciones de registros para medir la condición física del pozo, por ejemplo, registros de adhesión del cemento y de corrosión. Los primeros registros de producción constaban de registros de temperatura (década de 1930) y medidores de flujo (década de 1940) a los cuales se añadieron pronto registros de densidad de fluido y de capacitancia (década de 1950). Las mediciones de tasa de flujo se mejoraron gradualmente por el desarrollo de registros de trazadores y el mejoramiento del medidor de flujo de molinete básico. Estas técnicas eran adecuadas para pozos casi verticales con flujo simple o bifásico, pero podían ser engañosas en pozos desviados, especialmente en pozos horizontales. A principios de la década de 1980 se desarrollaron nuevas técnicas. Estas técnicas se enfocaban en probetas locales para medir la retención en diferentes puntos del pozo, técnicas nucleares para analizar la retención total de las tres fases y registros

de velocidad de fase para el análisis de fluidos individuales. Al mismo tiempo, se han estudiado más exhaustivamente estructuras y regímenes de flujo complejos utilizando circuitos cerrados de flujo.

2.2.2.4. Programa de Mantenimiento

Gómez de León Cesáreo (2011) En términos muy generales, puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

Maria del Carmen Carnero (2012), El Mantenimiento Predictivo consiste en el control de determinadas variables que informan sobre la condición de los equipos, permiten diagnosticar fallos y establecer el tiempo de vida remanente de las máquinas. Un Programa de Mantenimiento Predictivo puede proporcionar numerosos beneficios: incremento en la disponibilidad, seguridad y calidad, mejoras en programación del mantenimiento, reducción de costes, etc. Sin embargo, un elevado porcentaje de Programas son eliminados transcurridos breves periodos de tiempo, debido a que no se han alcanzado los objetivos establecidos. Este libro, muestra una visión diferenciada de los Programas de Mantenimiento Predictivo ya que incorpora junto con los aspectos tecnológicos, cuestiones organizativas, de control y toma de decisiones que no son analizadas habitualmente. La información contenida puede ayudar en la implantación de los Programas Predictivos al proporcionarse numerosos procedimientos de actuación con cada técnica de diagnóstico, sugerencias sobre la decisión a tomar en cada fase y, un modelo de toma de decisiones que identifica las carencias en una organización antes de la implantación del Programa, pudiendo garantizar su éxito.

Lluís Cuatrecasas (2012), La organización de los sistemas productivos ha evolucionado durante mucho tiempo hacia una mejora basada en la productividad de los equipos, en la actualidad la eficiencia se apoya más en la calidad que acompaña a esta productividad y en la garantía del buen funcionamiento de dichos equipos. En

la actualidad las personas que tiene a su cargo tareas de produccion tambien se ocupan de tareas de mantenimiento de los equipos, asi comotareas de prevencion de fallos, por que resulta mucho mas eficiente y por tante menos costoso que confiar todas las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de produccion al departamento de mantenimiento, pues nadie como el propio operador que condice la maquina o equipo durante el poceso de produccion conoce cuando y que hacer este tipo de tareas y lo puede hacer sin perdida de tiempo en el momento portuno.

2.2.2.5. Tendencias

Aquilino Rodríguez (2007) Son utilidades que permiten representar de forma cómoda la evolución de las variables del sistema, las utilidades más generales son cartas, que pueden tener los parámetros de representación ya definidos o pueden modificarse durante la ejecución de la aplicación; es posible representar varios valores de forma simultánea en una misma carta. Representación en tiempo casi real de variables o recuperación de variables almacenadas.

Redaccion APD (2019), Las empresas más punteras están apostando por el análisis de tendencias para tomar decisiones acertadas. Es un método que permite analizar datos estadísticos y saber la respuesta del mercado según unas variables definidas. Esto permitirá a los responsables conocer cuáles son los rasgos dominantes y cómo se comportan los consumidores con los mismos. De esta manera se obtiene una información más que valiosa para poder realizar estrategias y planes de futuro que van a tener un mayor coeficiente de éxito.

El primer paso es recoger datos que sean relevantes para ese propósito. Es importante elaborar unas métricas predefinidas que servirán de guía para una vez que se comience el análisis se pueda ver mejor el comportamiento del consumidor. Cuanto más fiables sean los datos, más exacto será el resultado del análisis. Y esto a su vez supone que las predicciones serán más acertadas.

2.3. Definición de términos básicos

Scada: (Supervisory Control And Data Acquisition) Los sistemas Scada son entornos de desarrollo para crear aplicaciones HMI, son programas complejos con herramientas que facilitan la integración de graficas con tablas, historiales, bases de datos y componentes de dispositivos. Los sistemas Scada también llevan lenguajes de programación y tienen su propio compilador de scripts (Andrés García, 2005, p. 30).

HMI: (Human Machina Interface) es un sistema computarizado para dar acceso a los parámetros de control de un proceso, las plantas de un HMI no necesariamente son aplicaciones Windows, puede ser un display LCD o un panel para PLC´s (Aaron Castro, 2014, p. 358).

Controlador Lógico programable: (PLC) Es un autómata programable (AP) o PLC es una maquina programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial, posee una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuenciales, temporizadas, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas ya sean digitales o analógicas diversos tipos de máquinas o procesos industriales. (Aaron Castro, 2014, p. 358).

Arquitectura de red: Se puede definir como el conjunto de capas y protocolos que constituyen un sistema de comunicación. Cada capa o nivel es un consumidor de servicios ofrecidos por el nivel inferior y proveedor de servicios del nivel superior. Aquellos elementos de un nivel que dialogan con otros elementos del mismo nivel y se entiende como servicio un conjunto de funciones (Pablo Gil, Jorge Pomares y Francisco Candelas, 2010, P. 23).

Control a distancia: Es la forma en la cual las señales se intercambian entre el sistema a controlar y el sistema que controla (Antonio Rodríguez, 2007, p. 13).

Robustez: Ante un fallo de diseño, un accidente o una instrucción, un sistema eficiente debe de poder mantener un nivel de operatividad suficiente como para mantener unos mínimos de servicio. (Antonio Rodríguez, 2007, p. 13).

Módulos: Cualquier sistema de visualización tiene más o menos utilidades para realizar la configuración del sistema de comunicación, pantallas, contraseñas, impresiones o alarmas. (Antonio Rodríguez, 2007, p. 50).

Interface gráfica: Las interfaces graficas permiten la elaboración de pantallas de usuario con múltiples combinaciones de imagen y/o textos, definiendo así las funciones de control y supervisión de planta (Antonio Rodríguez, 2007, p. 51).

Tendencias: Son utilidades que permiten representar de forma cómoda la evolución de las variables del sistema (Antonio Rodríguez, 2007, p. 52).

Lógica de programación: Es la técnica para desarrollar algoritmos (secuencias lógicas) para alcanzar ciertos objetivos dentro de ciertas reglas basadas en la lógica matemática y otras teorías básicas de la ciencia de la computación y que luego se adaptan al lenguaje de programación utilizado por el programador para construir su software (Ángel Arias, 2016, p. 13).

Red Ethernet: Ethernet es una red de área local, ampliamente extendida, con topología en bus que se ajusta al estándar IEEE 802.3; el protocolo de acceso al medio es el CSMA/CD (acceso múltiple con escucha del medio de transmisión y detección de colisiones) y posee una velocidad de 10 Mbit/s, aunque por ejemplo con el nuevo estándar Fast Ethernet se alcanzan los 100 Mbit/s. (José Manuel Huidobro, 2000, p. 95).

Protocolo IP: Es un protocolo de interconexión, también conocido como protocolo enrutable. La cabecera de IP contiene la información necesaria para el enrutamiento de un paquete, incluyendo la dirección de origen y destino. Una dirección de IP consta de dos componentes; una dirección de red y una dirección

de nodo. La entrega entre redes o enrutamiento es posible gracias a la existencia de una dirección de red destino. IP permite la creación de conjuntos de redes de IP, es decir, dos o más redes interconectadas mediante enrutadores de IP. La cabecera de IP también contiene un contador de saltos que se utiliza para limitar el número de enlaces por los que puede viajar un paquete antes de descartarlo. (Jorge Ghe, 2012, p. 95).

Topología en redes locales: Es la forma de interconectar las estaciones de una red local mediante un recurso de comunicación, es decir estructura topológica de la red., es un parámetro primario que condiciona fuertemente las prestaciones que de la red pueden obtenerse. (Antonio Alabau y Juan Riera, 2012, p. 291).

Interface de red: las interfaces de red proveen la conexión a la red a la cual se da acceso. Cuando la red utiliza un mecanismo de encaminamiento de paquetes, el NAS desempeña también la función de dispositivo de encaminamiento, dirigiendo los paquetes procedentes de las interfaces de usuario hacia la interface de red adecuada. (Mari Carmen España, 2003, p. 218).

Topología estrella. Todas las estaciones están unidas mediante medios bidireccionales, a un módulo o nodo central que efectúa funciones de conmutación (Antonio Alabau y Juan Riera, 2012, p. 291).

Tipología de árbol: Es una extensión de la arquitectura en estrella por interconexión de varias. Permite establecer una jerarquía clasificando a las estaciones en grupos y niveles según el nodo a que están conectadas y su distancia jerárquica al nodo central. (Antonio Alabau y Juan Riera, 2012, p. 291).

Topología malla: cada estación está conectada con todas (red completa) o varias (red incompleta) estaciones formando una estructura que puede ser regular (simétrica) o irregular. (Antonio Alabau y Juan Riera, 2012, p. 292).

Capa Física: esta capa incluye todos los aspectos físicos de comunicación entre dos entidades físicamente conectadas. Estos aspectos incluyen características

electromecánicas del medio o enlace de transmisión, como son conectores, voltajes, frecuencias, etc. (Domingo Lara, 2001, p. 200).

Capa de enlace: Esta capa acepta el flujo de bits proveniente de la capa física y proporciona una transferencia de datos confiables entre la entidad de nivel 2 que se encuentra directamente conectada, esto es, que no requiere de otra capa para su comunicación. (Domingo Lara, 2001, p. 200).

La capa de la red: Esta capa define las funciones principales para soportar la comunicación de datos entre entidades indirectamente conectadas, ósea, proporciona la capacidad de direccionar los mensajes desde la capa 3 hacia otra, hasta que se alcanza el destino final. (Domingo Lara, 2001, p. 202).

Topología múltiple: Cuando las estaciones pueden agruparse en conjuntos de forma que el camino hacia otro conjunto es mucho menor que el interior, puede resultar preferible distribuir las estaciones en varias redes, en lugar de una, conectadas a través de un puerto o puente. (Antonio Alabau y Juan Riera, 2012, p. 293).

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Hipótesis de la investigación

3.1.1. Hipótesis general

Mediante el sistema Controllogix en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019 se mejora la confiabilidad del proceso entre los controladores y el Scada.

3.1.2. Hipótesis específicas

H1. Mediante el protocolo de comunicación Ethernet de Controllogix se mejora la velocidad y señal de respuesta hacia el Scada en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire.

H2. Mediante el estudio de análisis costo beneficio, se recupera la inversión por migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix.

H3. Mediante un plan de migración por etapas al nuevo sistema Controllogix con protocolo de comunicación Ethernet para todo el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire, Pisco 2019; de esta forma permite realizar el cambio sin comprometer la operación.

3.2. Variables de estudio

3.2.1. Definición conceptual

Variable independiente:

Sistema Controllogix. Technology & Engineering (2002) El sistema Controllogix garantiza resultados superiores para diferentes tipos de control, de hecho, garantiza el control secuencial, la desgasificación, el eje y el control del proceso en cualquier

combinación. El diagnóstico avanzado y las herramientas de programación simbólica facilitan y aumentan el diseño, mientras que las funciones que se pueden actualizar mediante flash garantizan el control en el controlador. La comunicación es el corazón de este nuevo y poderoso sistema de control. Los cuellos de botella del sistema se eliminan gracias al bus de controlador de datos pasivo que utiliza la tecnología de red de productor / consumidor y garantiza una solución determinista y distribuida con alto rendimiento. La arquitectura flexible permite el uso de múltiples procesadores, redes y E / S dentro de un chasis, sin ninguna restricción.

Además, a medida que el sistema se expande, ControlNet permite la conexión de chasis adicionales. El enfoque Controllogix aborda la necesidad de una mayor comunicación para garantizar que los datos lleguen a los puntos deseados del sistema. Los módulos de comunicación Controllogix admiten partes de red con tecnología NetLinx como Ethernet, ControlNet y DeviceNet.

Variable dependiente:

Confiabilidad del Proceso. Adolfo Arata (2009) La confiabilidad tiene 5 ejes que se deben considerar y sobre los cuales se debe actuar si se desea obtener una instalación confiable a largo plazo en términos que se opere según lo proyectado. Estos ejes son la confiabilidad humana que se relaciona con el involucramiento, el compromiso y las competencias que se disponen las personas con las actividades que les corresponden realizar y la estructura organizacional para lograrlo, la mantenibilidad y confiabilidad de los activos que se vincula con el diseño de los equipos y su apoyo logístico, para la disminución del tiempo medio para reparar y con las estrategias del mantenimiento de los equipos de las instalaciones y con la efectividad del mantenimiento, para el aumento de su tiempo medio entre fallas. La confiabilidad del proceso que se asocia con la sintonía que existe entre el proceso y los procedimientos utilizados para operar las instalaciones, con los parámetros operacionales que se deben utilizar, respetando las condiciones establecidas, y por último la confiabilidad del suministro, que se refiere a la integración entre los distintos proceso o unidades internas, como operación, mantenimiento, abastecimiento, desarrollo y los proveedores de insumos, energía, bienes o servicio de modo asegurar el suministro en términos de calidad, oportunidad y costo a través

del procesos establecidos que facilitan la logística de entrada y permitan cuando corresponda la gestión de terceros, la administración eficiente de contratos y análisis de la oferta.

3.2.2. Definición Operacional

Variable Independiente:

Sistema Controllogix. El sistema de controladores ControlLogix utiliza motor de control común con un entorno común de implementación proporcionando un alto rendimiento facilitando su uso, la corta integración entre el software de programación, el controlador y los módulos de E/S reduce significativamente el tiempo de implementación y el costo en la puesta en marcha y durante la operación normal. Con su sistema integrado puede realizar control estándar y de seguridad en el mismo chasis; el sistema cuenta con una plataforma de control modular de expansión de controladores, redes y E/S infinita, con opciones de memoria de hasta 32 MB; por otro lado, puede combinar cualquier número de entradas EtherNet/IP, ControlNet, DeviceNet, HART, fieldbus u otras redes para lograr una máxima flexibilidad durante las comunicaciones.

La migración del PLC5 al sistema Controllogix sin duda alguna es una opción rápida y rentable para los usuarios finales, en este caso para el proceso de producción de una planta de separación de Gases del aire en donde el proceso es muy complejo y existen cientos de dispositivos de control, analizadores en línea, motores, compresores con sistemas inteligentes que requieren un sistema de supervisión en línea que cumpla con las normas y procesos de ingeniería.

Variable Dependiente:

Confiabilidad del Proceso. La planta de separación de Gases del Aire es medida por indicadores siendo el más importante la confiabilidad en el proceso; por contar con sistemas automatizado es sumamente importante que los equipos no solo cumplan con una disponibilidad, si no también que sean confiables en todo el

proceso de producción en el tiempo; por ello requiere contar con un sistema que cumpla con las expectativas y que esté vigente. Para poder lograr y tener un control y análisis de la confiabilidad, los valores del proceso son registrados en un formato de registro de producción diario el cual a final de mes será analizado con métodos gráficos, tendencias, producción diaria, costo; que permiten sacar un consumo específico, determinando un valor establecido que consiga medir la confiabilidad para este tipo de plantas.

Para la compañía la confiabilidad de sus operaciones es dada por su proceso, tecnología y el capital humano, el cual en base a su diseño y condiciones operacionales debe cumplir con su propósito, para lograrlo deben integrarse la operación, parte del diseño y el capital humano.

3.3. Tipo y nivel de la investigación

El actual estudio tiene como objetivo fundamental demostrar que es muy importante realizar la migración del sistema de automatización actual (PLC-5) a un sistema vigente como el Controllogix aplicado a la Planta de Separación de gases del Aire, esto mejorara la comunicación entre los controladores y el Scada del proceso de la unidad, esto conlleva a realizar una investigación de tipo **aplicativa** con un nivel de investigación **explicativo**; el Colegio de México AC (2009) la investigación se califica como práctica, aplicada o tecnológica, cuando el investigador se propone aplicar el conocimiento para resolver problemas de cuya solución depende del beneficio de algunos individuos o comunidades aunque sea en perjuicio de otros. La investigación aplicada se define como desarrollo, en el contexto industrial, cuando está orientada a la producción de materiales, instrumentos, sistemas, métodos, procedimientos y modelos; según Rafael Alvarez (2009), La investigación explicativa consiste en determinar las causas de un determinado suceso: por ejemplo, porque los hipertensos tienen más problemas cardiacos, porque los pacientes diabéticos tiene más infecciones; tipo de población desde el punto e vista de la investigación de las poblaciones estadísticas, por otro lado Emilio Latorre (1996) La investigación explicativa son una serie de proposiciones coherentes sobre un objeto de estudio, mediante las cuales se conoce la realidad. Es en las investigaciones explicativas donde tiene más

pertinencia el empleo de hipótesis, ya que en la exploratorias y descriptivas estas pueden ser muy generales y de menor alcance.

3.4. Diseño de la investigación

Como apunta Nekane Balluerka, Ana Vergara (2002). En la categoría de los diseños **No-Experimentales** se incluyen los diseños observacionales. El objetivo principal de los diseños de encuesta consiste en la descripción de las características o propiedades de una población, aunque también pueden tener otros propósitos tales como el estudio de los procesos de cambio y de las relaciones entre distintas variables. Estos diseños se caracterizan por estar basados en muestras de individuos seleccionadas al azar entre una o más poblaciones, no siendo factible la asignación aleatoria de los sujetos o los distintos niveles de las variables independientes. Por su parte Frida Ortiz (2003), los diseños **longitudinales** es un tipo de investigación que se realiza cuando se requiere analizar cambios a través del tiempo en determinadas variables o en la relación entre estas. En este tipo de estudios se recolectan datos a través de tiempo en puntos y periodos especificados, para hacer inferencia con respecto al cambio, a sus determinantes y a sus consecuencias.

3.5. Población y muestra de estudio

3.5.1. Población

Para Benjamín Hernández (2001), lo define como un conjunto de unidades o ítems que comparten algunas notas o peculiaridades que se desean estudiar. Esta información puede darse en medias o datos porcentuales. La población es una investigación estadística, se define arbitrariamente en función de sus propiedades particulares. Según Estrellita Rojas (1998) Una población está conformada por un grupo de personas que cumplen con ciertas características de interés para la investigación, por ejemplo, en nuestro caso, una población en la que cada persona pertenece a un área de trabajo.

Para ello la población utilizada en esta investigación la conformo el grupo de operaciones de la Planta de Separación de Gases del Aire ubicada en la Panamericana Sur Km. 239 Paracas – Pisco - Ica, la cual se divide en áreas ligadas a todo el proceso de producción que son: Sala de Control (14 técnicos de producción), Mantenimiento (6 Técnicos ,2 Ing. Mantenimiento y 1 Gerente de Mantenimiento), Jefatura (1Gerente de Operaciones, 1 Jefe de Planta, 2 Ing. De Procesos), en total el área de Operaciones la conforma un total de 26 funcionarios.

3.5.2. Muestra

Según INEGI (2011), la muestra es la fase de un proyecto de generación de estadística básica donde se define el esquema de muestreo a utilizar, se determina el tamaño y procedimiento de selección de la muestra, y en el caso de muestreo probabilístico, se calculan los factores de expansión y los estimadores que se requieren para la generación de los resultados. El diseño de la muestra interactúa con otras fases del proceso de generación. Decidir sobre el tipo de muestreo depende, en buena medida, de la existencia o posibilidad de integrar un marco actualizado, del cual se debe seleccionar la muestra, ya que, si ello es factible, es preferible aplicar el muestreo probabilístico. La imposibilidad de disponer, actualizar o integrar un marco, puede obligar a un muestreo determinístico, u optar por el muestreo sistemático.

Para Chávez (2007), la población de un estudio se define como “el universo de la investigación sobre el cual se pretende generalizar los resultados”. En su criterio se percibe que una población está conformada por características que permiten distinguir los sujetos uno del otro.

Según Ramírez (1999), una población finita es aquella cuyos elementos en su totalidad son identificables por el investigador, por lo menos desde el punto de vista del conocimiento que se tiene sobre su totalidad final.

Según el proceso de la Planta, la población para esta investigación es reducida; conformada con el personal ligado al proceso, por ello es alcanzable para

recolectar la información; debido a lo cual, no se utilizó técnicas establecidas de muestreo.

Por lo tanto, considerando las afirmaciones anteriores; la población es finita porque está conformada por menos de cien mil elementos; en tal sentido, se considera que la muestra es censal, ya que se seleccionó el 100% de la población. Población = 26.

Muestra 26 funcionarios = 100%

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Según Marcelo Gómez (2006) Recolectar datos es equiparable a medir, bajo ese término; medir significa destinar números a objetos y eventos según ciertas reglas; pero no siempre la observación será directamente medible, existen procesos para asociar conceptos abstractos con indicadores basados en la práctica por medio de un plan organizado y así clasificar los datos disponibles; en función del estudio, un instrumento de medición idóneo es observar y registrar los datos bajo las variables que el investigador tiene en mente.

Un tipo de instrumento de medición o recolección de dato es el cuestionario que consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. Básicamente se consideran 2 tipos de preguntas; cerradas y abiertas.

En el presente estudio se utilizó como técnica la encuesta para obtener información del área de Operaciones el cual están directamente ligados con el tema, con el propósito de conocer el problema; acompañado de una entrevista personal para con la finalidad de ahondar la problemática ya que el grupo de personas entrevistadas son la fuente de información primaria. Para la técnica de encuesta se aplicó 26 preguntas cerradas con opción múltiple a cada funcionario del grupo de operaciones siendo estos de área de Producción, Mantenimiento, Distribución y Jefatura; que están ligados al sistema de la Planta de separación de gases del Aire.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento utilizado en el presente estudio es el cuestionario de encuesta acompañado de una entrevista personal; según Oscar Zapata (2005), La encuesta es una técnica sistemáticamente efectiva que reúne datos sobre ciertos temas relacionados a una población mediante contactos directos o indirectos con los individuos que componen una población estudiada. Respeto a la entrevista, acota que es una técnica que recoge datos necesariamente para la investigación y está orientada con una o varias personas en la que, una es el entrevistador y la otra el entrevistado, para esto el dialogo es netamente profesional y por tanto se desarrolla una correlación específica del asunto.

Para este estudio se utilizó un cuestionario de encuesta que ayudo principalmente a identificar los problemas puntuales que se vienen suscitando en el proceso actual de la planta de Separación de gases del Aire Pisco ligados al sistema de comunicación entre los controladores y Scada del proceso con el cual se obtendrá datos importantes que ayudaran en la solución de problema.

3.6.3. Validez y confiabilidad del instrumento

Validez del Instrumento

Tabla 1:

Validación de expertos

Ing. Edwin H. Benavente Orellana	Expertos Temáticos
Mg. Edith Rosales Domínguez	Experto Metodólogo
Dra. Anaximandro O. Perales Sánchez	Experto Metodólogo

Fuente: Propia

3.6.4. Confiabilidad del Instrumento por Alfa de Cron Bach

Tabla 2:
Criterios de decisión para la confiabilidad del instrumento

Rango	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy Buena
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Fuente: Ruiz (como se cita en Hernández et al.;2006)

Tabla 3:
Análisis Estadístico de fiabilidad de las Variables

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
0,884	0,872	40 preguntas

Fuente: Propia

3.7. Métodos de análisis de datos

La información obtenida del cuestionario realizada al personal del área de Operaciones fue ingresada a una hoja de cálculo del programa de Microsoft Office Profesional Plus Excel 2016, en consecuencia, de la muestra, se tabulo la información para posteriormente analizar los resultados mediante el método de análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach mediante el programa IBM SPSS Statistic Versión 20, donde se fue procesada la información básica, considerando que el cuestionario de preguntas fue realizado de forma manual en horario de trabajo.

3.8. Aspectos Éticos

En referencia a la ética profesional, en el presente proyecto considero los términos de responsabilidad bajo la conciencia moral respetando los derechos de autor y el cumplimiento de los códigos normativos de redes de comunicación (LLC) del IEEE, normas (ANSI) Instituto Nacional Americano de Normas, (EIA) Asociación de la

Industria Electrónica y (TIA) Asociación de la Industria de Telecomunicaciones; así como las normas y políticas propias de la Planta de Separación de Gases del Aire tales como, los (SOP) Estándar de Operación, (MOC), (SMP) Estándar de Mantenimiento Programado (71), aplicados a esta investigación no experimental. Como profesional en servicio a la sociedad y a mi país prima en mí la honestidad para considerar los derechos de autor que se tipifican en esta investigación.

IV.RESULTADOS

Resultados de encuesta de las dimensiones Transmisión de la VI Sistema Controllogix.

Tabla 4: ¿En ocasiones, tienes problemas con el proceso de la planta por causa de tu sistema de comunicación del PLC?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Desacuerdo	2	7,7	7,7	11,5
Neutral	2	7,7	7,7	19,2
De acuerdo	15	57,7	57,7	76,9
Totalmente de acuerdo	6	23,1	23,1	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 4, se observa que un total de 80.8% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

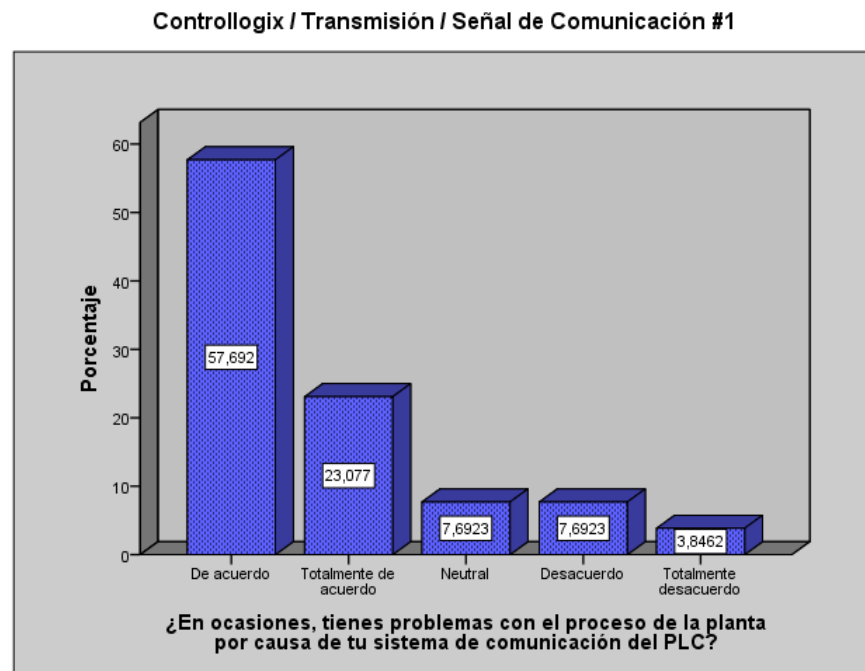


Figura 1. Gráfico porcentaje Comunicación #1

Fuente: Propia.

Tabla 5:

¿Crees que el problema de comunicación se ha incrementado este último año?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Neutral	2	7,7	7,7	11,5
Válidos De acuerdo	19	73,1	73,1	84,6
Totalmente de acuerdo	4	15,4	15,4	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 5, se observa que un total de 88.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 3.8% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

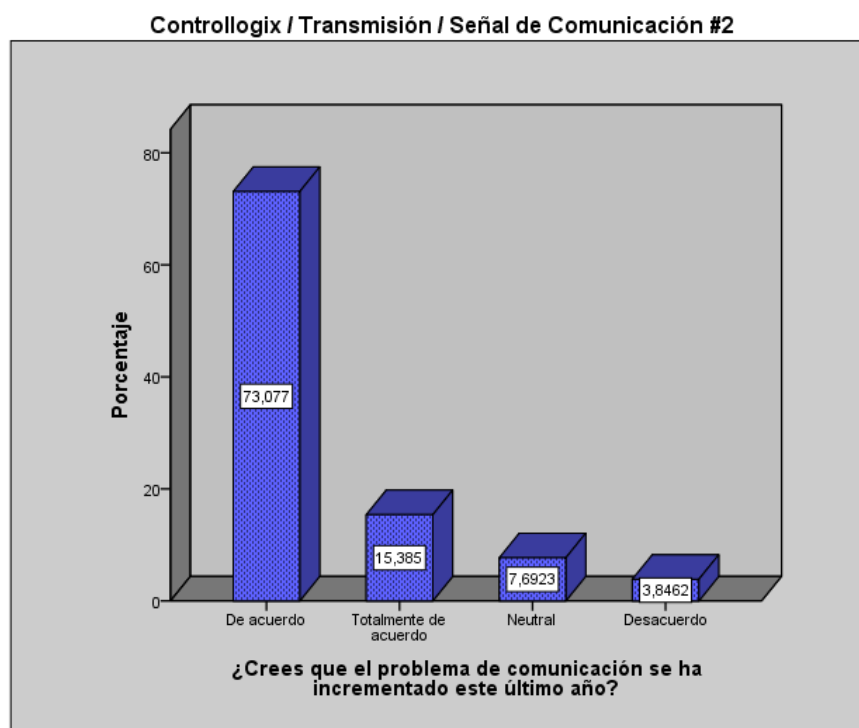


Figura 2. Gráfico porcentaje Comunicación #2

Fuente: Propia.

Tabla 6:

¿Crees Tú que debes tener los conocimientos sobre el sistema de comunicación y automatización aplicado al proceso de la unidad?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	4	15,4	15,4	15,4
Neutral	3	11,5	11,5	26,9
De acuerdo	17	65,4	65,4	92,3
Totalmente de acuerdo	2	7,7	7,7	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 6, se observa que un total de 73.1% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 15.4% está en desacuerdo y un 11,5% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

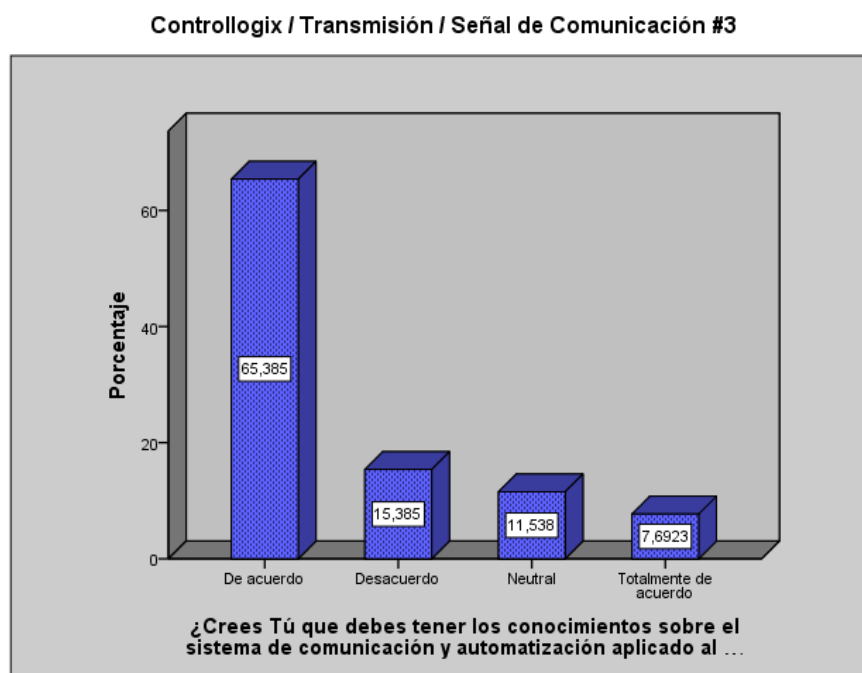


Figura 3. Gráfico porcentaje Comunicación #3

Fuente: Propia.

Tabla 7:

¿Es muy importante una buena señal de comunicación entre el PLC y el Scada para tu proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Desacuerdo	3	11,5	11,5	15,4
Neutral	2	7,7	7,7	23,1
De acuerdo	11	42,3	42,3	65,4
Totalmente de acuerdo	9	34,6	34,6	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 7, se observa que un total de 79.6% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 15.3% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

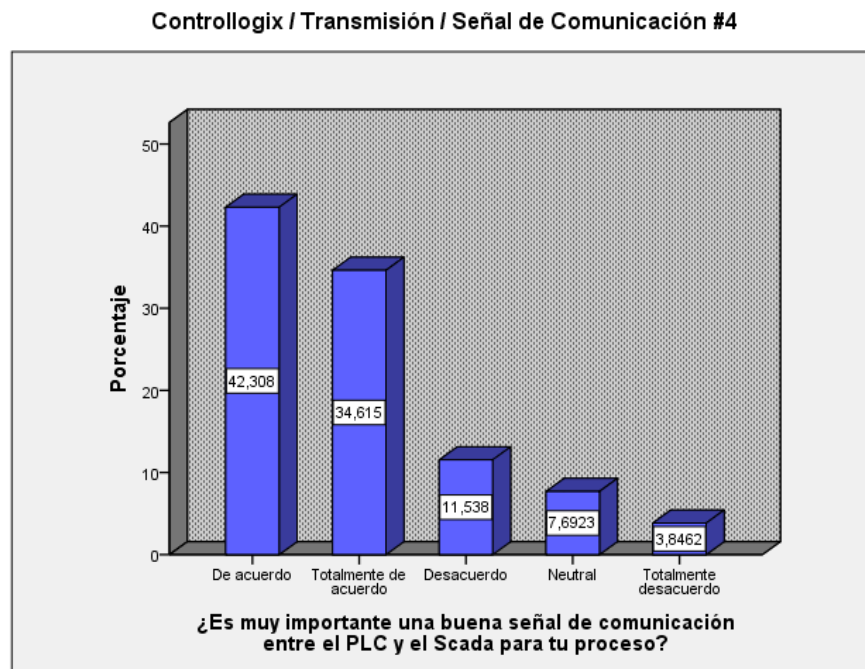


Figura 4. Gráfico porcentaje Comunicación #4

Fuente: Propia.

Tabla 8:

¿En algunos casos, al ejecutar una orden desde el Scada hacia un dispositivo de control; este no respondió?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Neutral	2	7,7	7,7	15,4
De acuerdo	13	50,0	50,0	65,4
Válidos Totalmente de acuerdo	9	34,6	34,6	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 8, se observa que un total de 84.6% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.7% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

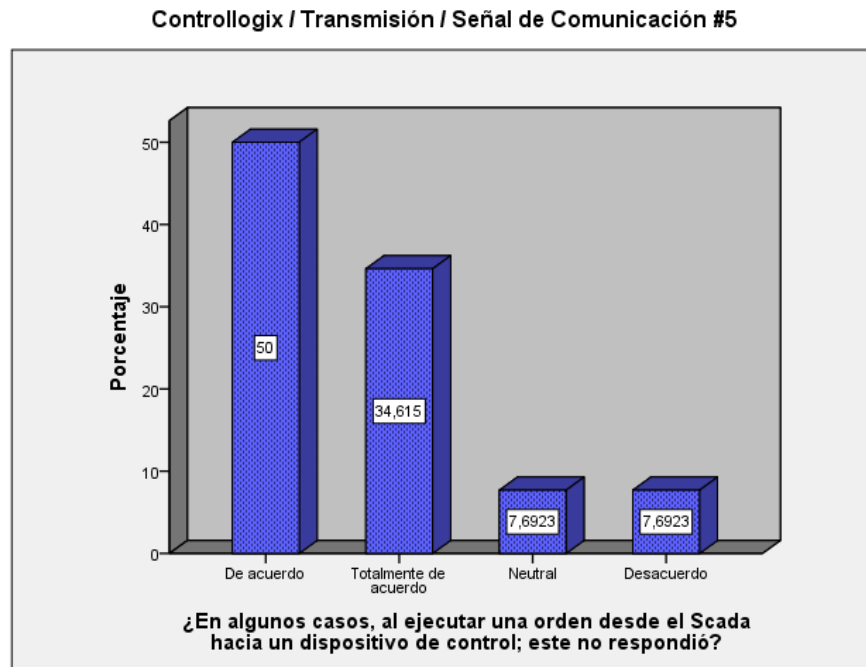


Figura 5. Gráfico porcentaje Comunicación #5

Fuente: Propia.

Tabla 9:

¿Cuándo ha parado la planta, en ocasiones fue por alguna mala señal de comunicación del proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Neutral	2	7,7	7,7	7,7
De acuerdo	13	50,0	50,0	57,7
Válidos Totalmente de acuerdo	11	42,3	42,3	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 9, se observa que un total de 92.3% está de acuerdo con la pregunta estipulada, y un 7,7% no opina; afirmando totalmente la pregunta.

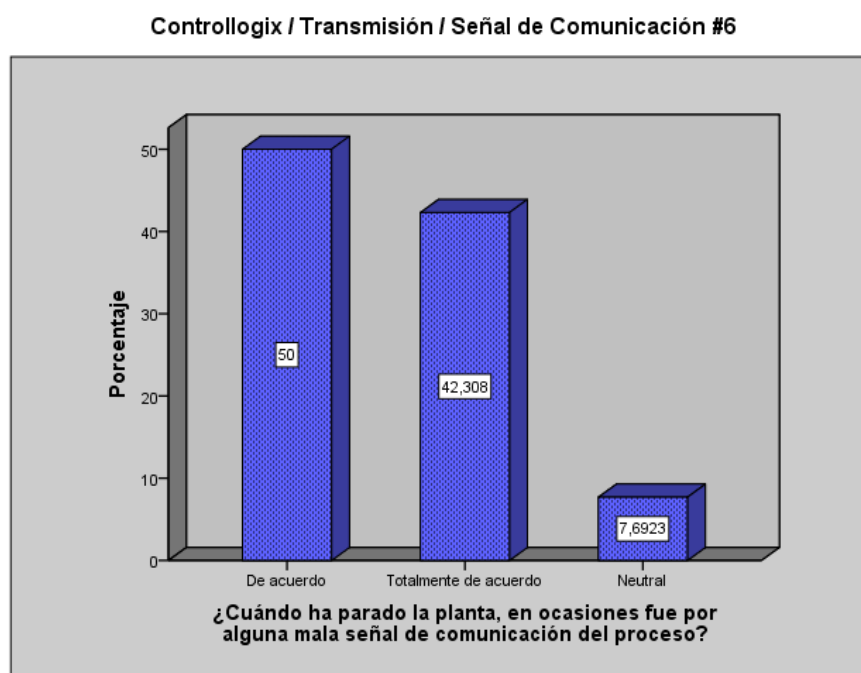


Figura 6. Gráfico porcentaje Comunicación #6

Fuente: Propia.

Tabla 10:

¿Los problemas de señal comunicación con el PLC-5, influyen el arranque de tu proceso, demorándolo más de lo normal?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Desacuerdo	1	3,8	3,8	7,7
Neutral	1	3,9	3,8	11,5
De acuerdo	12	46,2	46,2	57,7
Totalmente de acuerdo	11	42,3	42,3	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 10, se observa que un total de 88.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.6% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

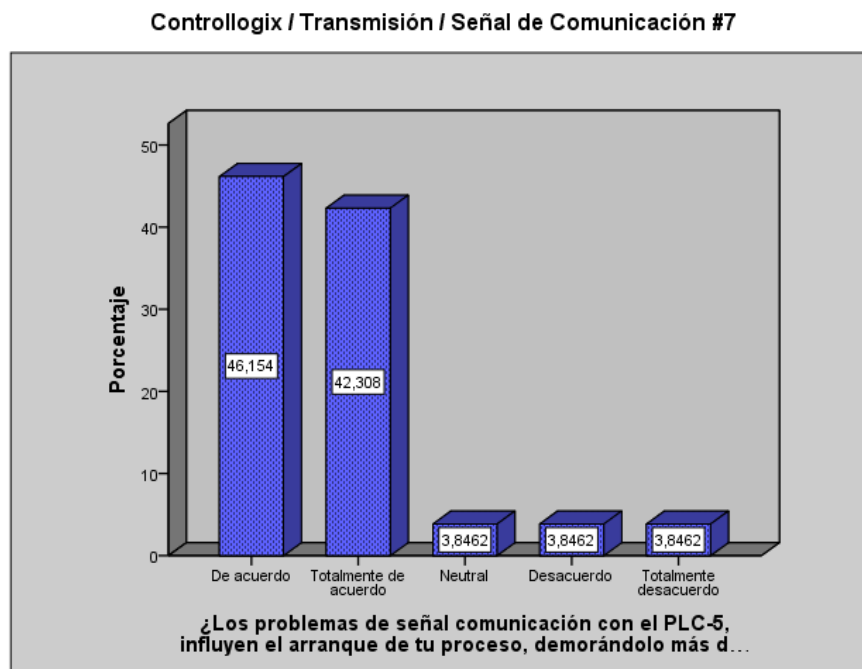


Figura 7. Gráfico porcentaje Comunicación #7

Fuente: Propia

Tabla 11:

¿En algún momento la señal de tu Scada se alteró y mostro valores anormales?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Neutral	1	3,8	3,8	3,8
De acuerdo	16	61,5	61,5	65,4
Válidos Totalmente de acuerdo	9	34,6	34,6	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 11 se observa que un total de 96.1% está de acuerdo con la pregunta estipulada y un 3,8% no opina; afirmando totalmente la pregunta.

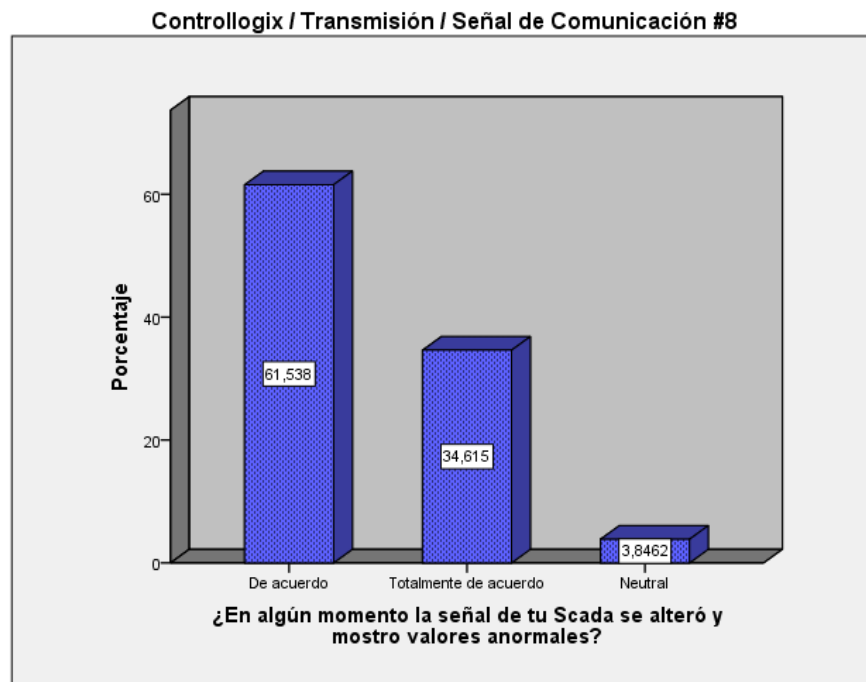


Figura 8. Gráfico porcentaje Comunicación #8

Fuente: Propia

Tabla 12:

¿Tener fallas en la señal de comunicación, afecta directamente tu producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Neutral	1	3,8	3,8	7,7
De acuerdo	16	61,5	61,5	69,2
Totalmente de acuerdo	8	30,8	30,8	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 12, se observa que un total de 92.3% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 3.8% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

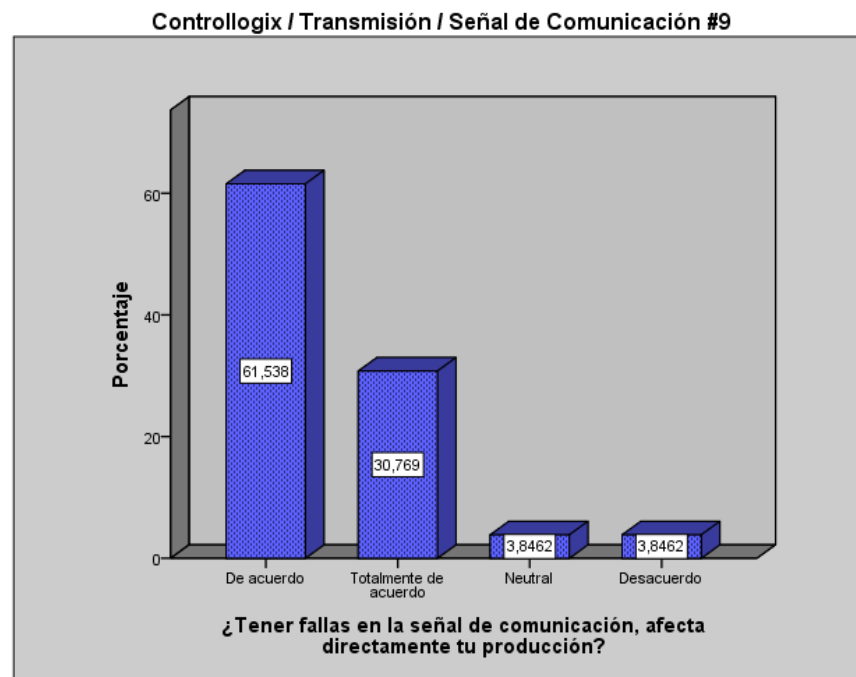


Figura 9. Gráfico porcentaje Comunicación #9

Fuente: Propia

Tabla 13:

¿Consideras constante la mala de señal de comunicación en tu proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Neutral	4	15,4	15,4	23,1
De acuerdo	17	65,4	65,4	88,5
Totalmente de acuerdo	3	11,5	11,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 13, se observa que un total de 76.9% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.7% está en desacuerdo y un 15,4% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

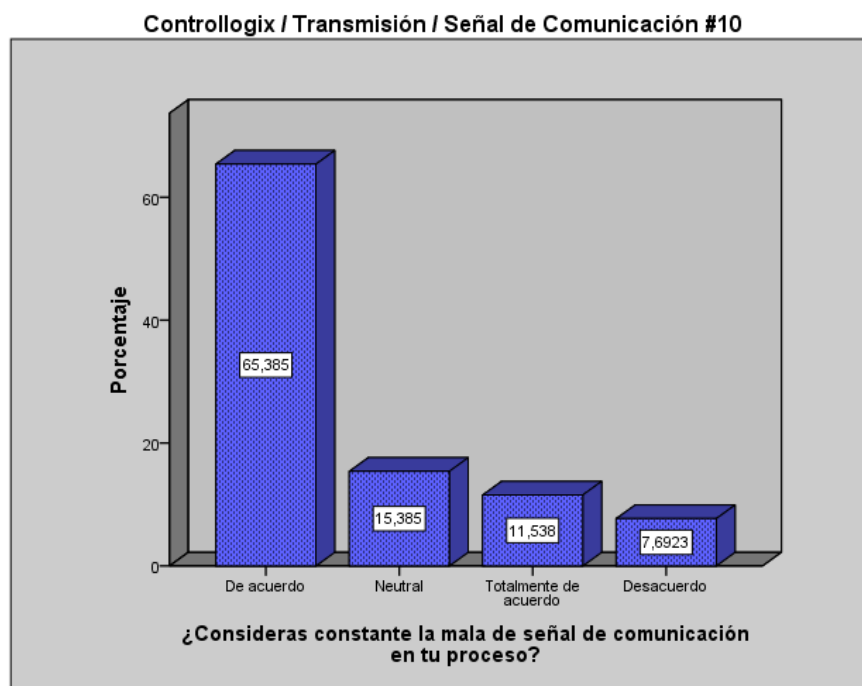


Figura 10. Gráfico porcentaje Comunicación #10

Fuente: Propia

Tabla 14:

¿Crees que tener una mejor señal de respuesta en tu operación mejoraría tu producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Neutral	1	3,8	3,8	7,7
Válidos De acuerdo	14	53,8	53,8	61,5
Totalmente de acuerdo	10	38,5	38,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 14, se observa que un total de 92.3% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 3.8% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

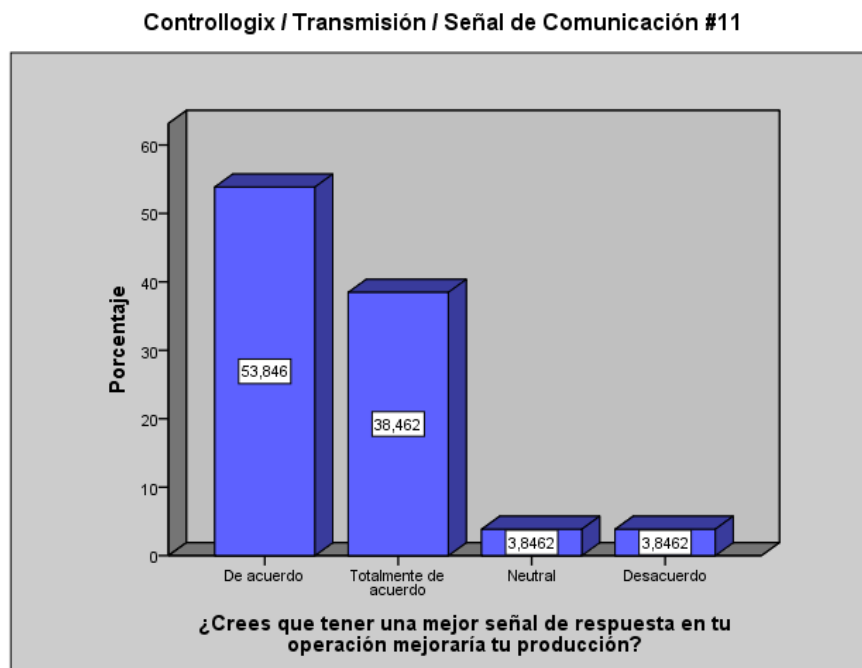


Figura 11. Gráfico porcentaje Comunicación #11

Fuente: Propia

Tabla 15:

¿Consideras necesario la migración del sistema comunicación DH+ PLC-5 al sistema de comunicación Ethernet Controllogix?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Neutral	1	3,8	3,8	3,8
De acuerdo	16	61,5	61,5	65,4
Válidos Totalmente de acuerdo	9	34,6	34,6	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 15, se observa que un total de 96.1% está de acuerdo con la pregunta estipulada y un 3,8% no opina; afirmando totalmente la pregunta.

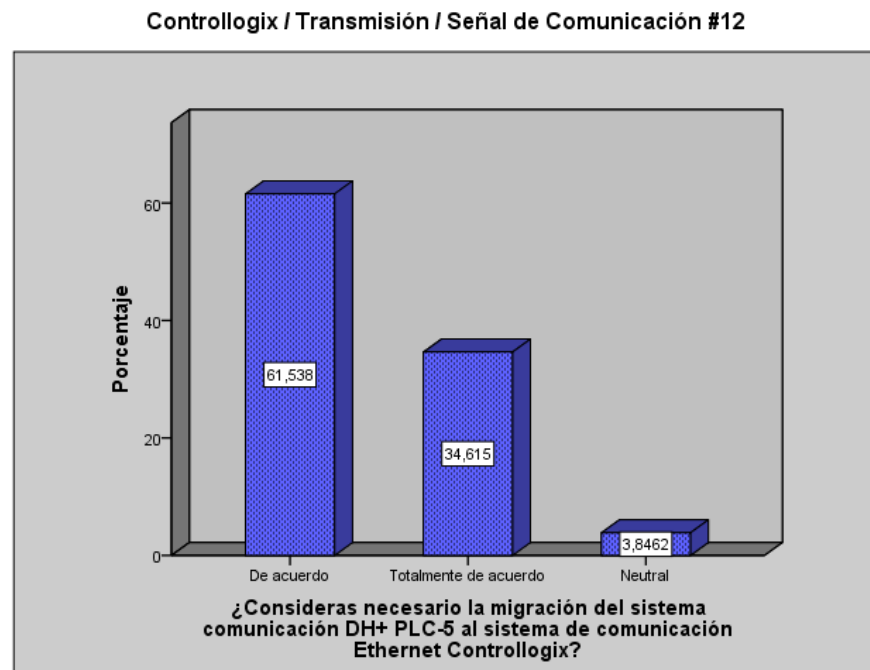


Figura 12. Gráfico porcentaje Comunicación #12

Fuente: Propia

Tabla 16:

¿Consideras que la empresa debería migrar no solo a un nuevo sistema sino con nuevos paneles?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Neutral	5	19,2	19,2	26,9
De acuerdo	16	61,5	61,5	88,5
Válidos Totalmente de acuerdo	3	11,5	11,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 16, se observa que un total de 73% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.7% está en desacuerdo y un 19,2% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Transmisión / Señal de Comunicación #13

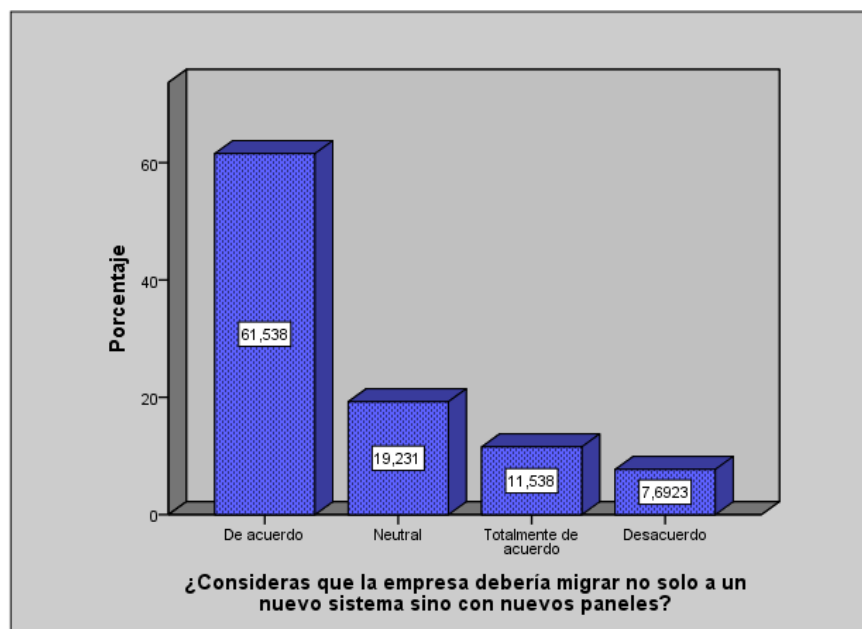


Figura 13. Gráfico porcentaje Comunicación #13

Fuente: Propia

Tabla 17:

¿Consideras que la migración debería ser de la misma patente Rockwell y no otra?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Neutral	3	11,5	11,5	11,5
De acuerdo	12	46,2	46,2	57,7
Totalmente de acuerdo	11	42,3	42,3	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 17, se observa que un total de 88.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada y un 11,5% no opina; afirmando totalmente la pregunta.

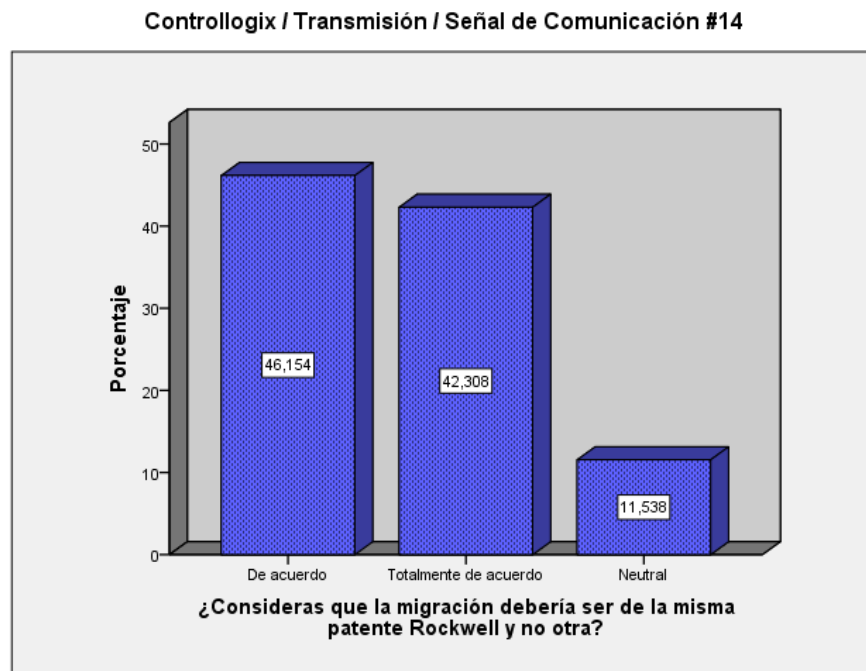


Figura 14. Gráfico porcentaje Comunicación #14

Fuente: Propia

Tabla 18:

¿Consideras que pensar en migrar debió haberse pensado con anterioridad?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Neutral	3	11,5	11,5	19,2
De acuerdo	16	61,5	61,5	80,8
Válidos Totalmente de acuerdo	5	19,2	19,2	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 18, se observa que un total de 80.7% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.7% está en desacuerdo y un 11,5% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

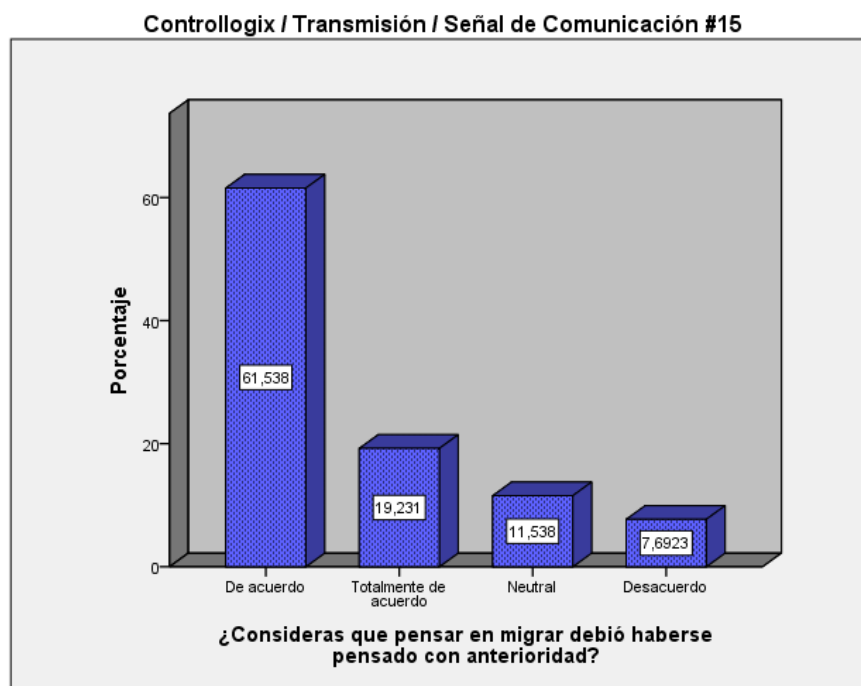


Figura 15. Gráfico porcentaje Comunicación #15

Fuente: Propia

Tabla 19:

¿Si se llegase migrar a un nuevo PLC, los nuevos paneles con sus módulos Controllogix deberían estar ubicados en un solo lugar y no como están actualmente?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	2	7,7	7,7	15,4
Neutral	2	7,7	7,7	23,1
De acuerdo	13	50,0	50,0	73,1
Totalmente de acuerdo	7	26,9	26,9	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 19, se observa que un total de 76.9% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 15.4% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

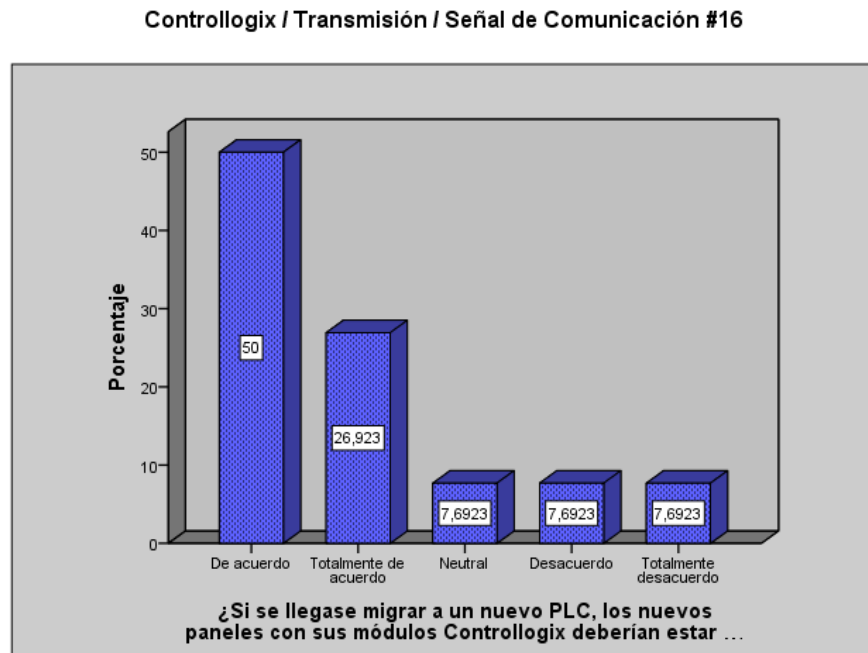


Figura 16. Gráfico porcentaje Comunicación #16

Fuente: Propia

Resultados de encuesta de las dimensiones Programación de la VI Sistema Controllogix.

Tabla 20:

¿En algún momento los datos en el Scada se alteraron y mostro valores fuera de rangos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	3	11,5	11,5	11,5
Desacuerdo	2	7,7	7,7	19,2
Neutral	1	3,8	3,8	23,1
De acuerdo	18	69,2	69,2	92,3
Totalmente de acuerdo	2	7,7	7,7	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 20, se observa que un total de 76.9% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 19.2% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

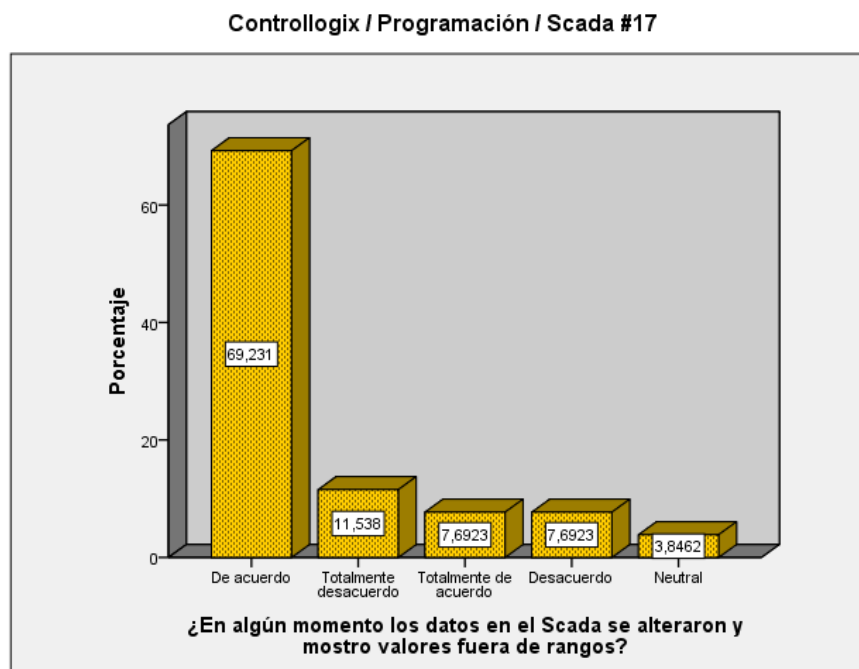


Figura 17. Gráfico porcentaje Programación #17

Fuente: Propia

Tabla 21:

¿Si el Scada fallara, no existiría otra forma de operar el proceso de producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8
	Desacuerdo	2	7,7	11,5
	Neutral	2	7,7	19,2
	De acuerdo	18	69,2	88,5
	Totalmente de acuerdo	3	11,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 21, se observa que un total de 80.7% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

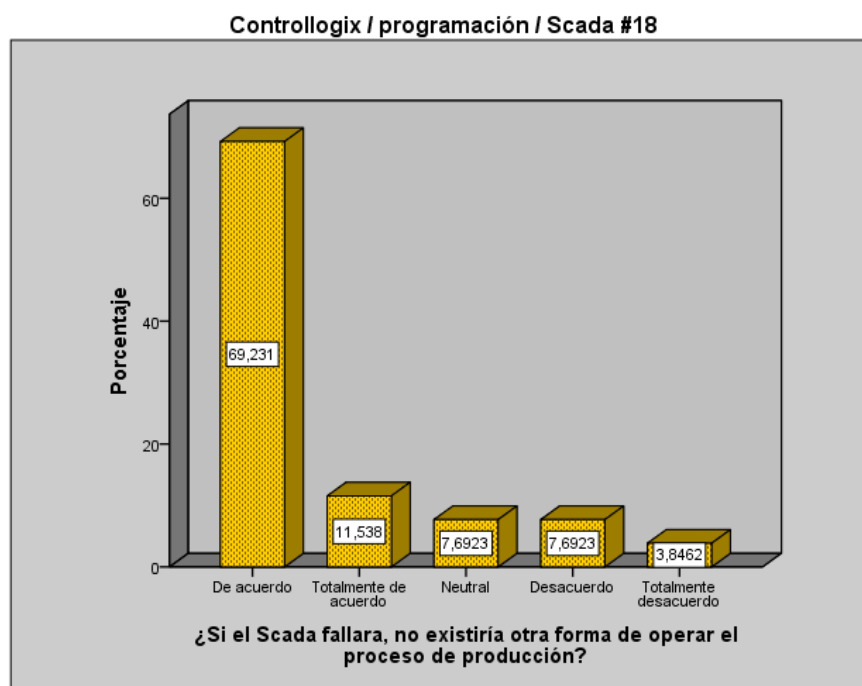


Figura 18. Gráfico porcentaje Programación #18

Fuente: Propia

Tabla 22:

¿El mal funcionamiento del Scada seria crítico para el sistema de automatización?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	2	7,7	7,7	15,4
Neutral	1	3,8	3,8	19,2
De acuerdo	18	69,2	69,2	88,5
Totalmente de acuerdo	3	11,5	11,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 22, se observa que un total de 80.7% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 15.4% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

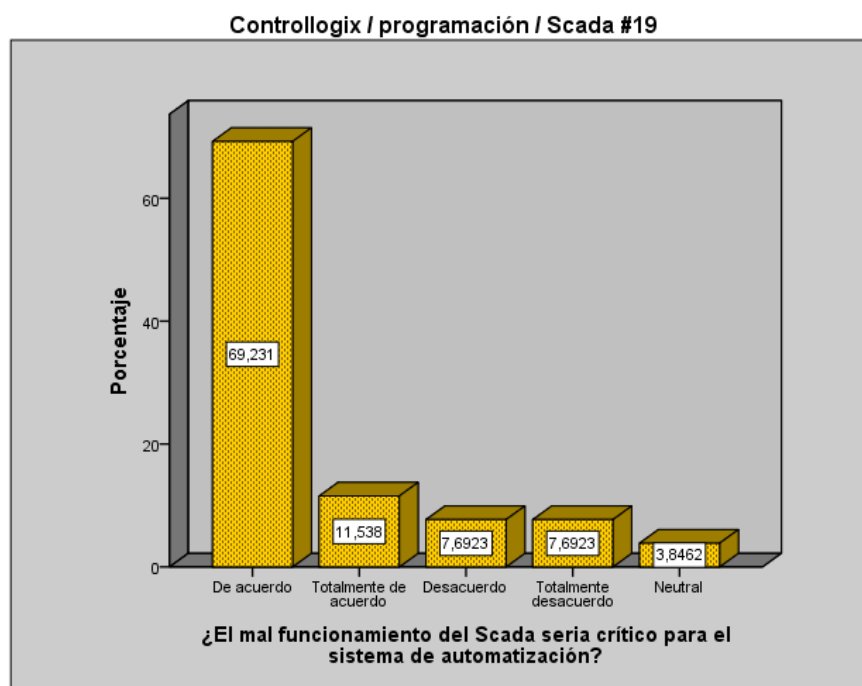


Figura 19. Gráfico porcentaje Programación #19

Fuente: Propia

Tabla 23:

¿Tu sistema Scada actual almacena y muestra la información de forma confiable de tu proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	2	7,7	7,7	15,4
Neutral	3	11,5	11,5	26,9
De acuerdo	17	65,4	65,4	92,3
Totalmente de acuerdo	2	7,7	7,7	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 23, se observa que un total de 73.1% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 15.4% está en desacuerdo y un 11,5% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

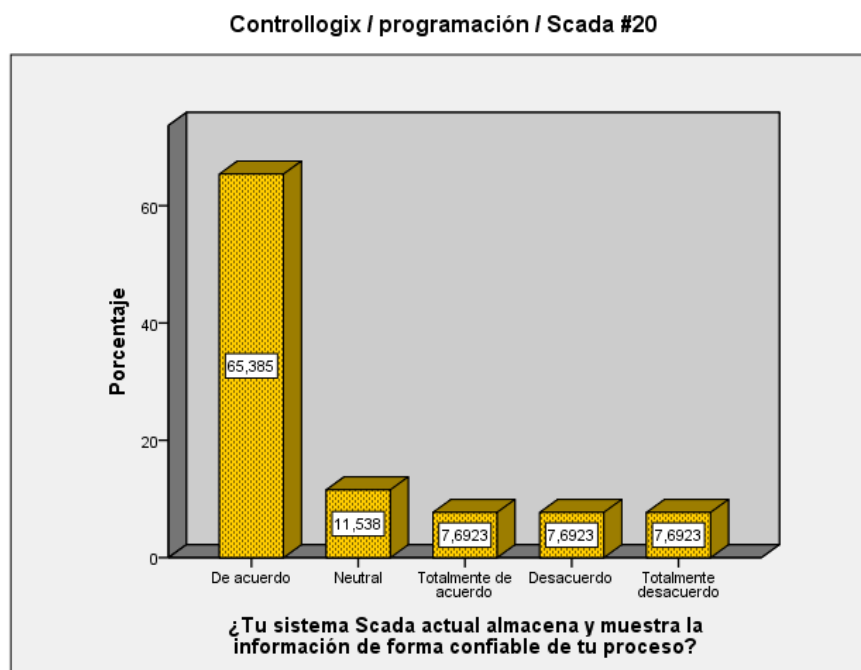


Figura 20. Gráfico porcentaje Programación #20

Fuente: Propia

Tabla 24:

¿El proceso de configuración de un nuevo sistema Scada NO ocasionaría alguna pérdida en la producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	5	19,2	19,2	26,9
Neutral	3	11,5	11,5	38,5
De acuerdo	15	57,7	57,7	96,2
Totalmente de acuerdo	1	3,8	3,8	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 24, se observa que un total de 61.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 26.9% está en desacuerdo y un 11,5% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

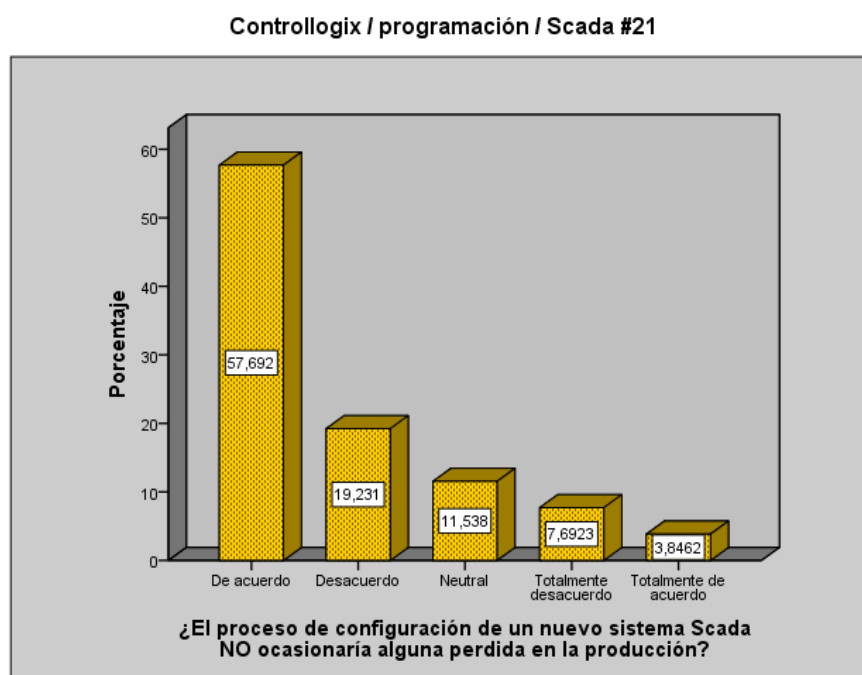


Figura 21. Gráfico porcentaje Programación #21

Fuente: Propia

Tabla 25:

¿Crees complicado realizar la migración a un nuevo sistema?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Neutral	3	11,5	11,5	15,4
Válidos De acuerdo	16	61,5	61,5	76,9
Totalmente de acuerdo	6	23,1	23,1	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 25, se observa que un total de 84.6% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 3.8% está en desacuerdo y un 11,5% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

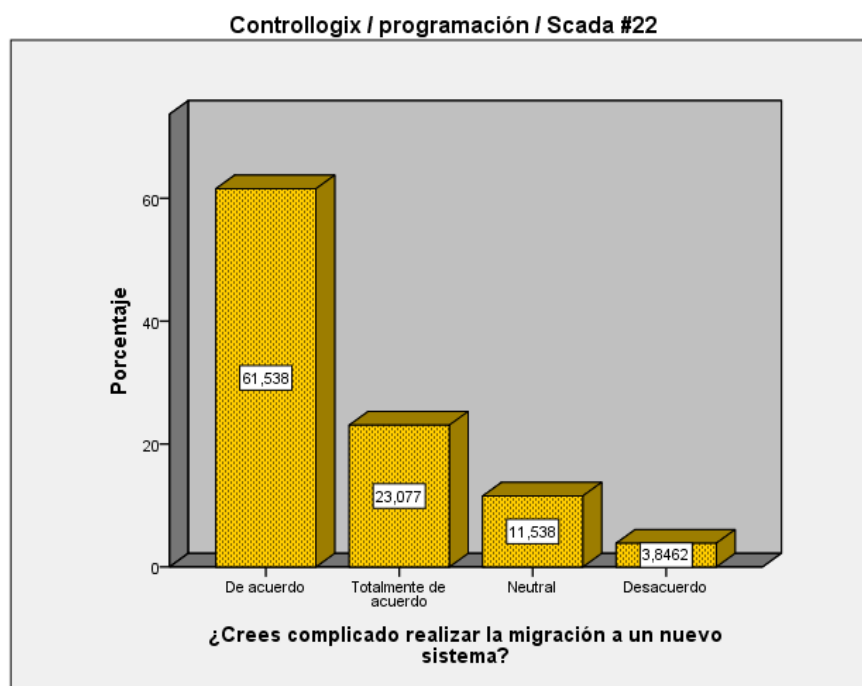


Figura 22. Gráfico porcentaje Programación #22

Fuente: Propia

Tabla 26:

¿Crees tú que migrar a un nuevo sistema tiene que ser por etapas según el proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	3	11,5	11,5	11,5
Desacuerdo	1	3,8	3,8	15,4
Neutral	6	23,1	23,1	38,5
De acuerdo	14	53,8	53,8	92,3
Totalmente de acuerdo	2	7,7	7,7	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 26, se observa que un total de 61.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 15.3% está en desacuerdo y un 23,1% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

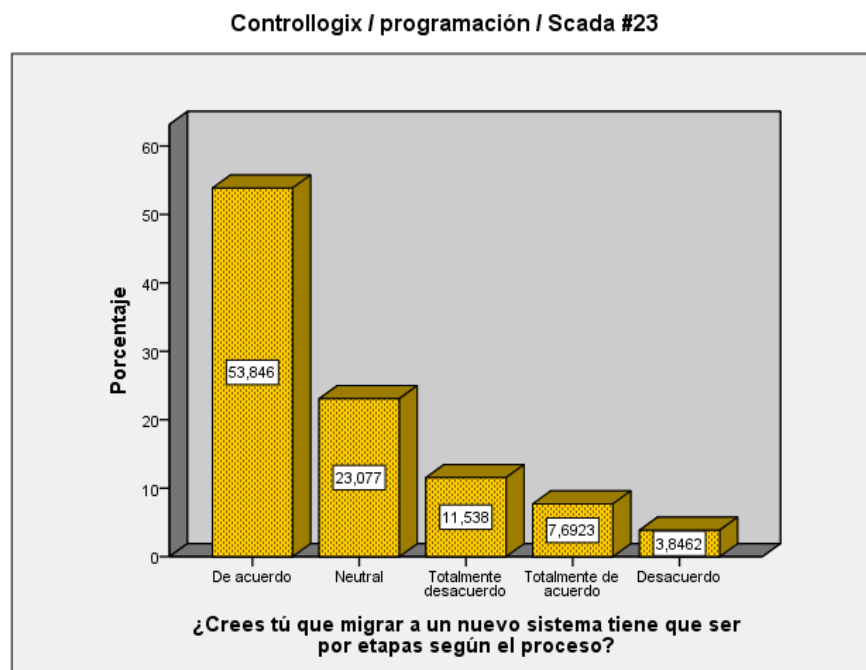


Figura 23. Gráfico porcentaje Programación #23

Fuente: Propia

Tabla 27:

¿El costo por la migración al nuevo sistema NO demandaría mucho gasto ya que la recuperación de la inversión retornaría a corto plazo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	3	11,5	11,5	11,5
Neutral	3	11,5	11,5	23,1
Válidos De acuerdo	19	73,1	73,1	96,2
Totalmente de acuerdo	1	3,8	3,8	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 27, se observa que un total de 76.9% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 11,5% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

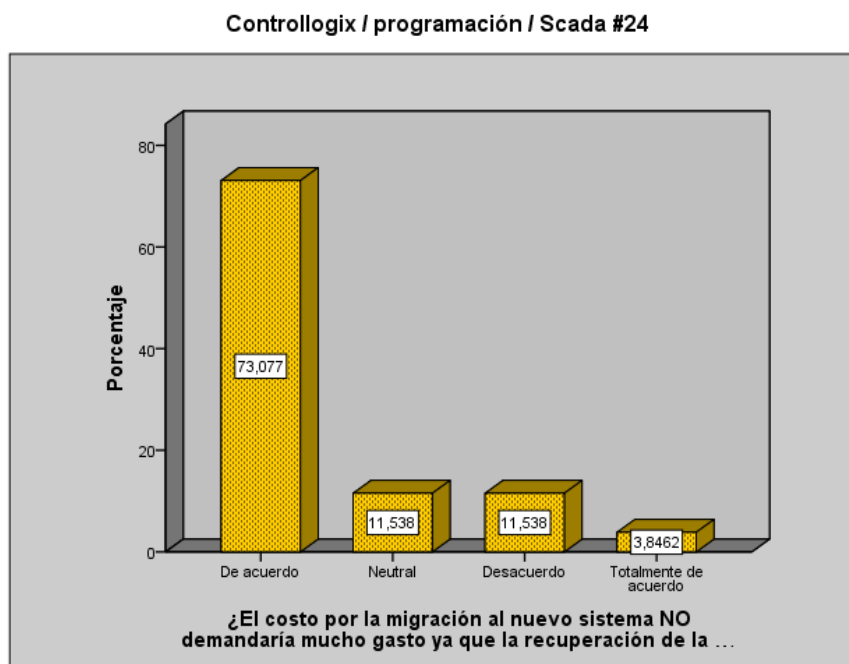


Figura 24. Gráfico porcentaje Programación #24

Fuente: Propia

Resultados de encuesta de las dimensiones Sistema de Control Automático de la VD Confiabilidad de Proceso.

Tabla 28:

¿Consideras importante que tu sistema Scada actual envíe información del estado de operatividad de tus instrumentos en tiempo real?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Neutral	3	11,5	11,5	11,5
De acuerdo	20	76,9	76,9	88,5
Totalmente de acuerdo	3	11,5	11,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 28, se observa que un total de 88.4% está de acuerdo con la pregunta estipulada y un 11,5% no opina; afirmando totalmente la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #25

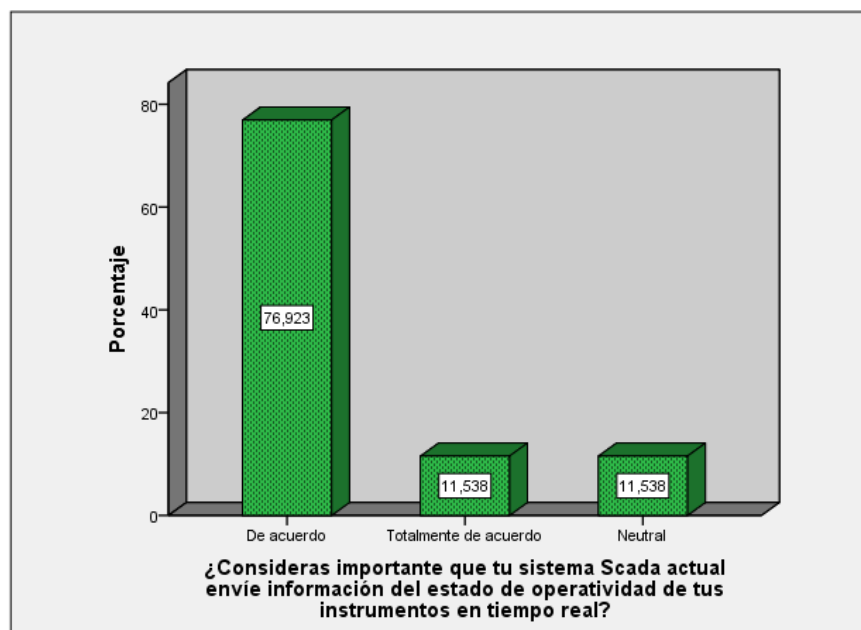


Figura 25. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #25

Fuente: Propia

Tabla 29:

¿Consideras importante que tu sistema Scada pueda gestionar el mantenimiento de tus instrumentos del proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Desacuerdo	1	3,8	3,8	7,7
Neutral	2	7,7	7,7	15,4
De acuerdo	16	61,5	61,5	76,9
Totalmente de acuerdo	6	23,1	23,1	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 29, se observa que un total de 84.6% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.6% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #26

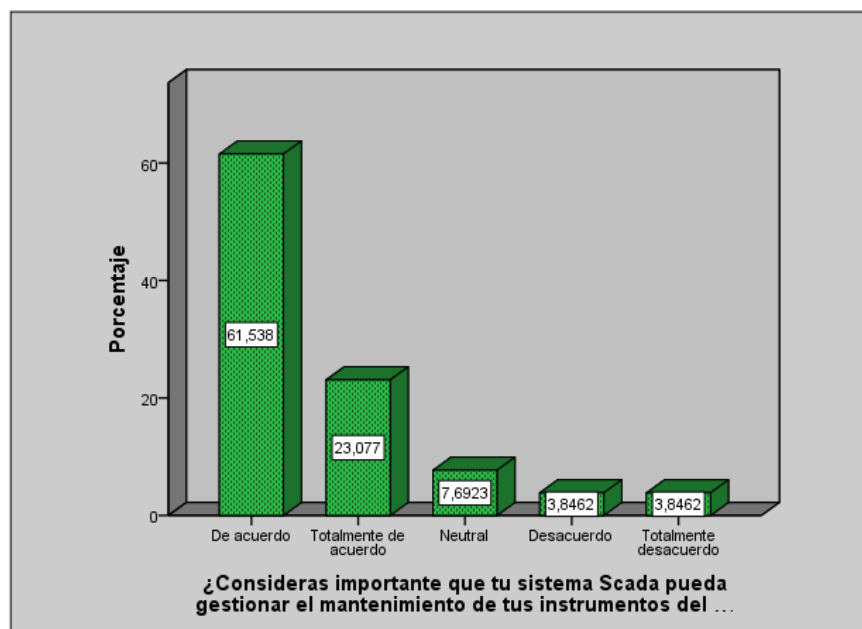


Figura 26. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #26

Fuente: Propia

Tabla 30:

¿Reparar los equipos dañados generaría más gasto que migrar a un sistema vigente, ya que la reparación de estos no garantiza la confiabilidad?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Neutral	1	3,8	3,8	7,7
Válidos De acuerdo	17	65,4	65,4	73,1
Totalmente de acuerdo	7	26,9	26,9	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 30, se observa que un total de 92.3% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 3.8% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #27

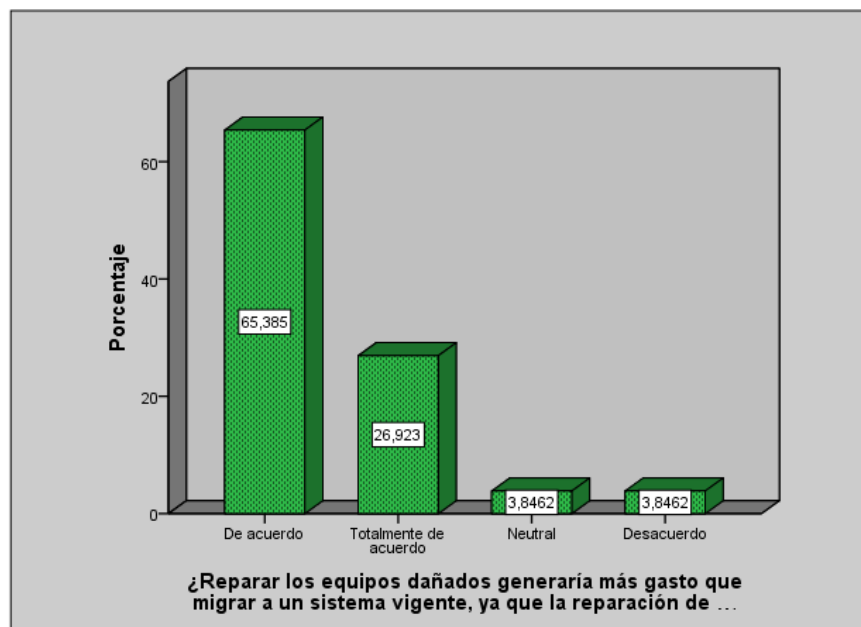


Figura 27. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #27

Fuente: Propia

Tabla 31:

¿Crees importante tener actualizado en tu almacén el stock de respuestos críticos para el sistema PLC?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8
	Desacuerdo	1	3,8	7,7
	Neutral	2	7,7	15,4
	De acuerdo	19	73,1	88,5
	Totalmente de acuerdo	3	11,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 31, se observa que un total de 84.6% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.6% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #28

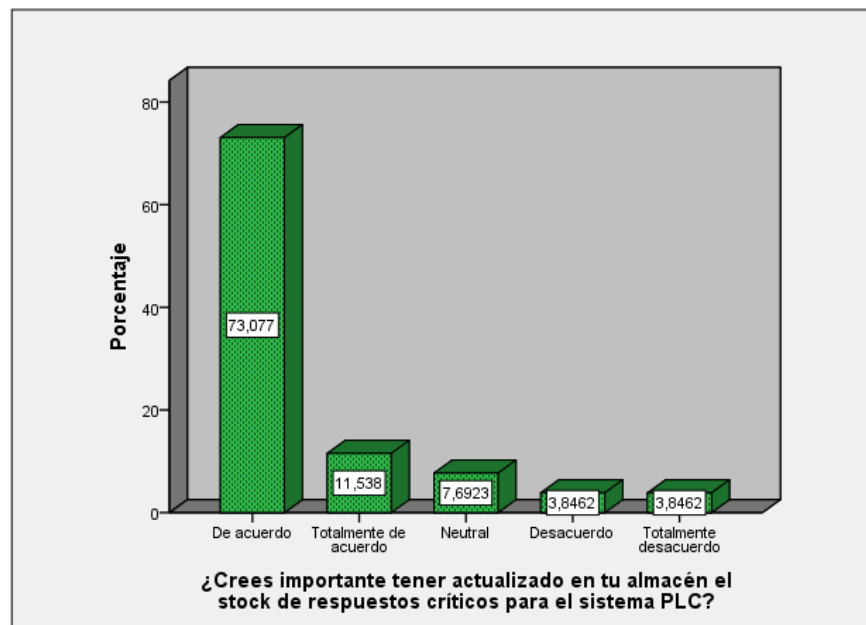


Figura 28. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #28

Fuente: Propia

Tabla 32:

¿Tu programa de mantenimiento cumple con la confiabilidad y disponibilidad que requiere el proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8
	Desacuerdo	2	7,7	11,5
	Neutral	1	3,8	15,4
	De acuerdo	19	73,1	88,5
	Totalmente de acuerdo	3	11,5	100,0
	Total	26	100,0	100,0

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 32, se observa que un total de 84.6% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #29

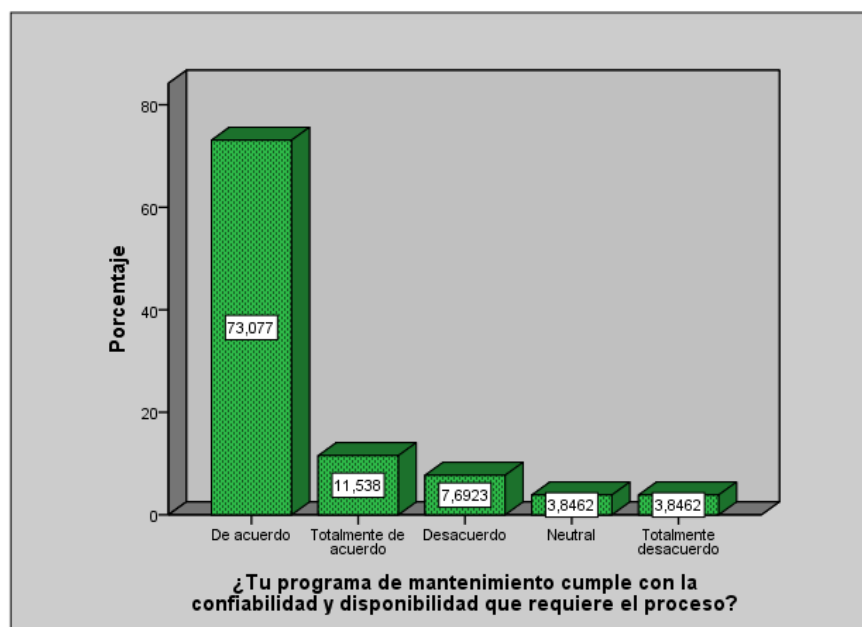


Figura 29. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #29

Fuente: Propia

Tabla 33:

¿Es difícil adquirir los repuestos de tu sistema actual en el mercado mundial?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	1	3,8	3,8	11,5
Neutral	2	7,7	7,7	19,2
De acuerdo	15	57,7	57,7	76,9
Totalmente de acuerdo	6	23,1	23,1	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 33, se observa que un total de 80.8% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #30

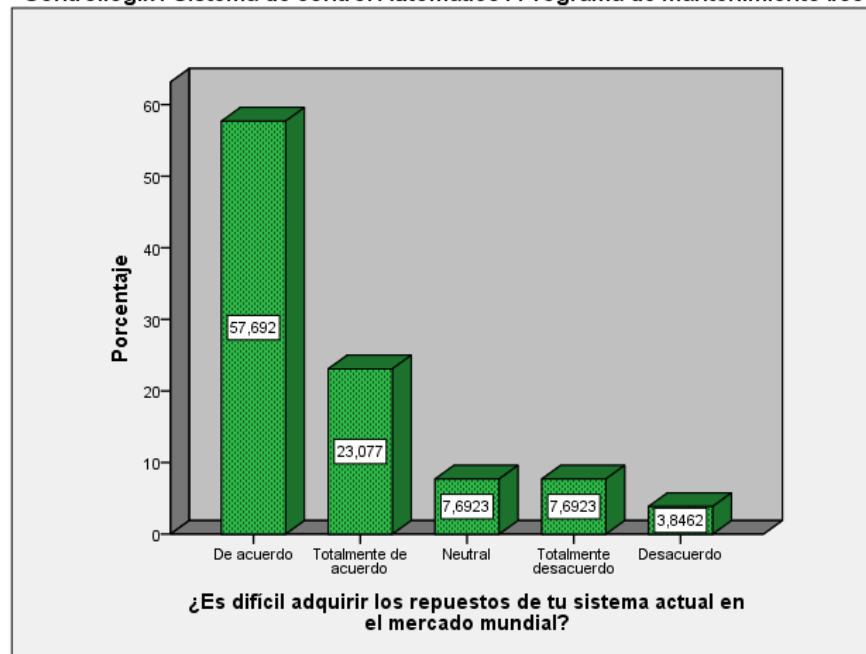


Figura 30. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #30

Fuente: Propia

Tabla 34:

¿Consideras elevado el costo por la adquisición de los respuestos críticos para tu proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Neutral	2	7,7	7,7	11,5
Válidos De acuerdo	20	76,9	76,9	88,5
Totalmente de acuerdo	3	11,5	11,5	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 34, se observa que un total de 80.8% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #31

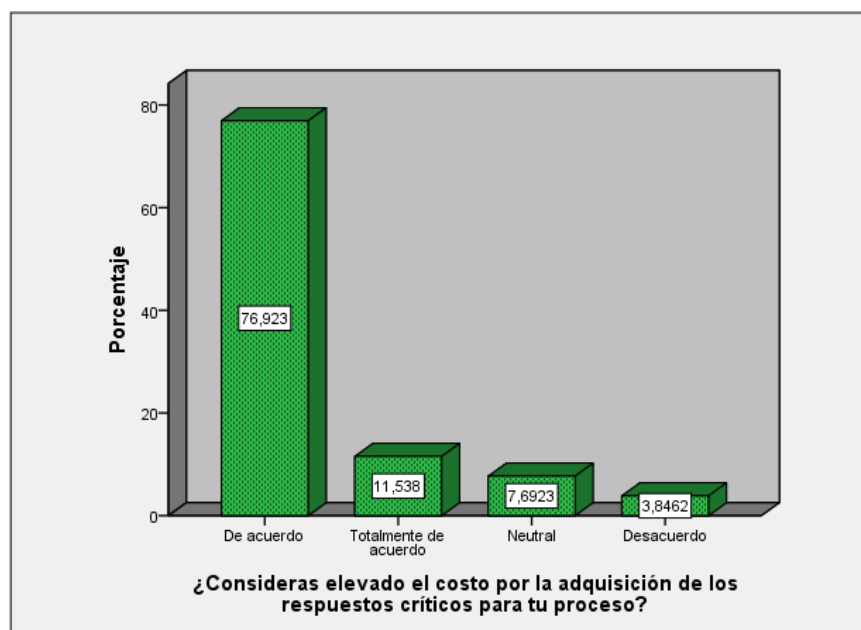


Figura 31. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #31

Fuente: Propia

Tabla 35:

¿El stock actual de tus respuestas críticas para tu sistema PLC-5 es insuficiente?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Desacuerdo	1	3,8	3,8
	De acuerdo	17	65,4	69,2
	Totalmente de acuerdo	8	30,8	100,0
	Total	26	100,0	100,0

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 35, se observa que un total de 96.2% está de acuerdo con la pregunta estipulada y un 3,8% no opina; afirmando totalmente la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #32

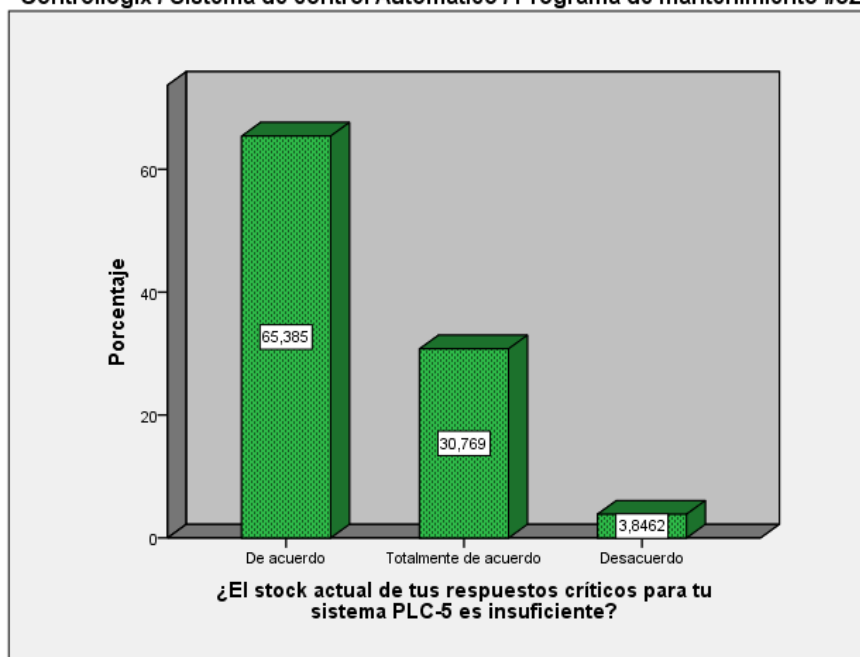


Figura 32. Gráfico porcentaje Programa de Mantenimiento #32

Fuente: Propia

Resultados de encuesta de las dimensiones tendencias VD Confiabilidad de Proceso.

Tabla 36:

¿Consideras que las tendencias de tu Scada es el único medio por el cual se registran y obtienen los datos de producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	3	11,5	11,5	19,2
Neutral	4	15,4	15,4	34,6
De acuerdo	13	50,0	50,0	84,6
Totalmente de acuerdo	4	15,4	15,4	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 36, se observa que un total de 65.4% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 19.2% está en desacuerdo y un 15,4% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

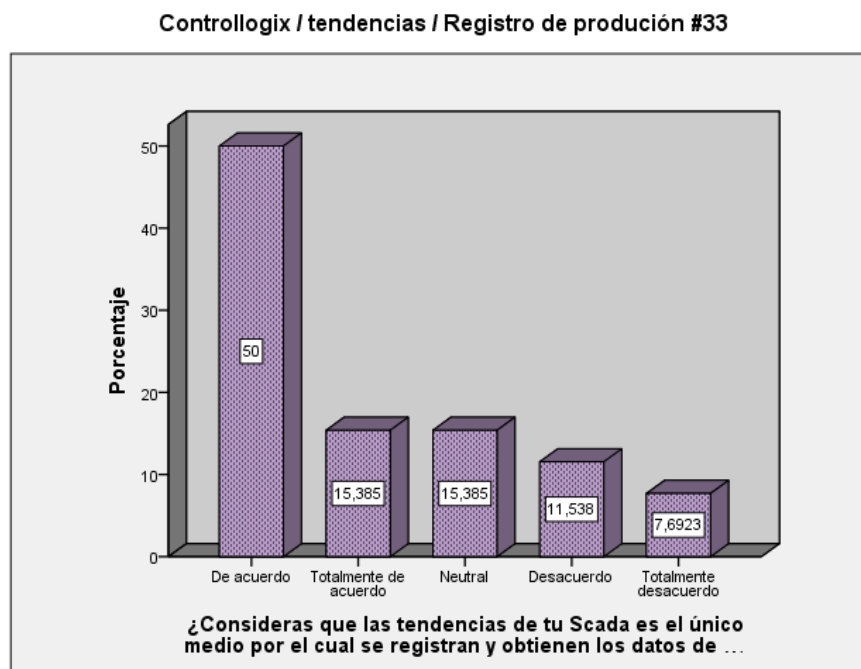


Figura 33. Gráfico porcentaje Confiabilidad #33

Fuente: Propia

Tabla 37:

¿En ocasiones has tenido problemas con el ingreso de reporte en el registro de producción por mala información de las tendencias del proceso en tu Scada?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	1	3,8	3,8	11,5
Neutros	2	7,7	7,7	19,2
De acuerdo	17	65,4	65,4	84,6
Totalmente de acuerdo	4	15,4	15,4	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 37, se observa que un total de 80.8% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #34

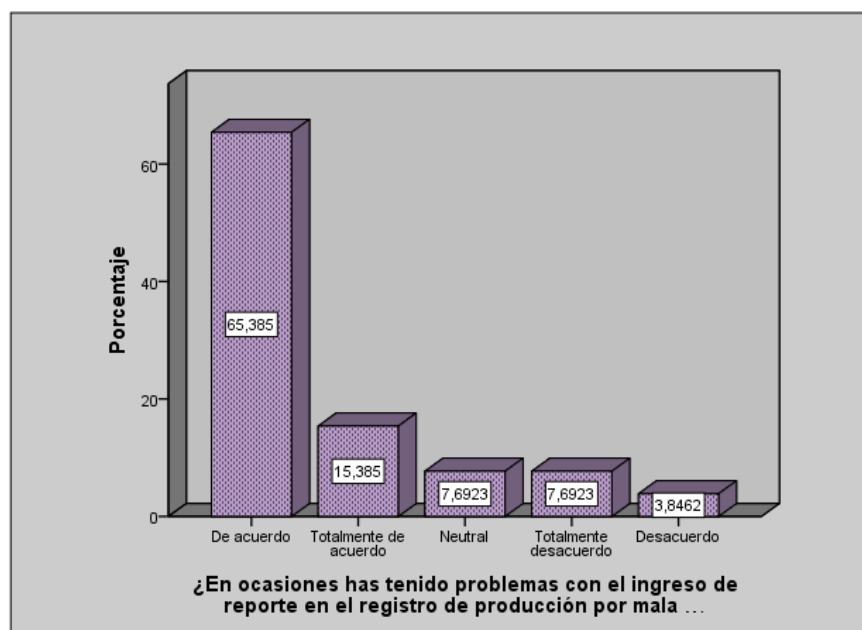


Figura 34. Gráfico porcentaje Confiabilidad #34

Fuente: Propia

Tabla 38:

¿Si tu Scada fallara NO tendrías como obtener las tendencias de tu proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Neutral	1	3,8	3,8	11,5
Válidos De acuerdo	11	42,3	42,3	53,8
Totalmente de acuerdo	12	46,2	46,2	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 38, se observa que un total de 88.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.7% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #35

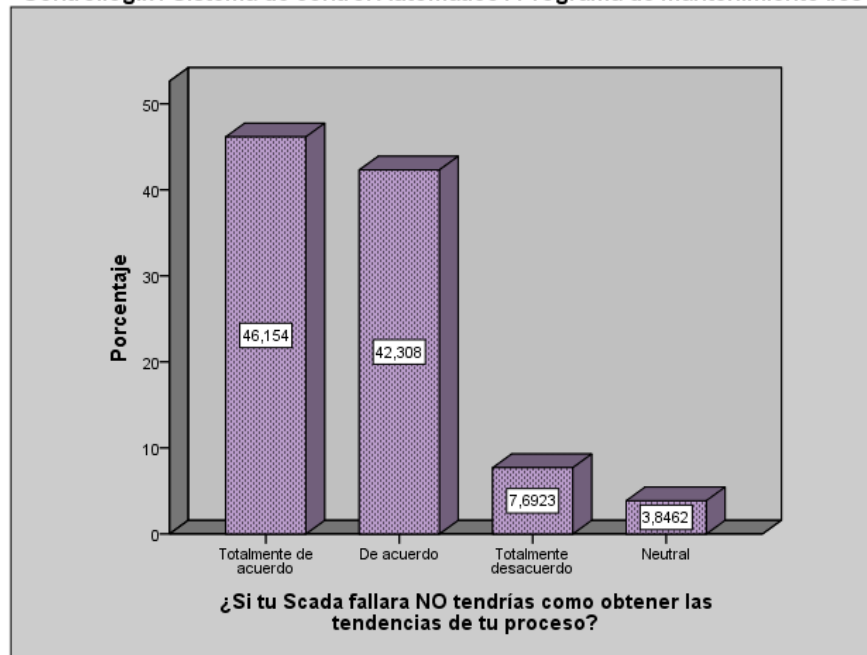


Figura 35. Gráfico porcentaje Confiabilidad #35

Fuente: Propia

Tabla 39:

¿El registro de producción es un indicador de falla en el sistema de proceso?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Neutral	2	7,7	7,7	11,5
Válidos De acuerdo	21	80,8	80,8	92,3
Totalmente de acuerdo	2	7,7	7,7	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 39, se observa que un total de 88.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 3.8% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

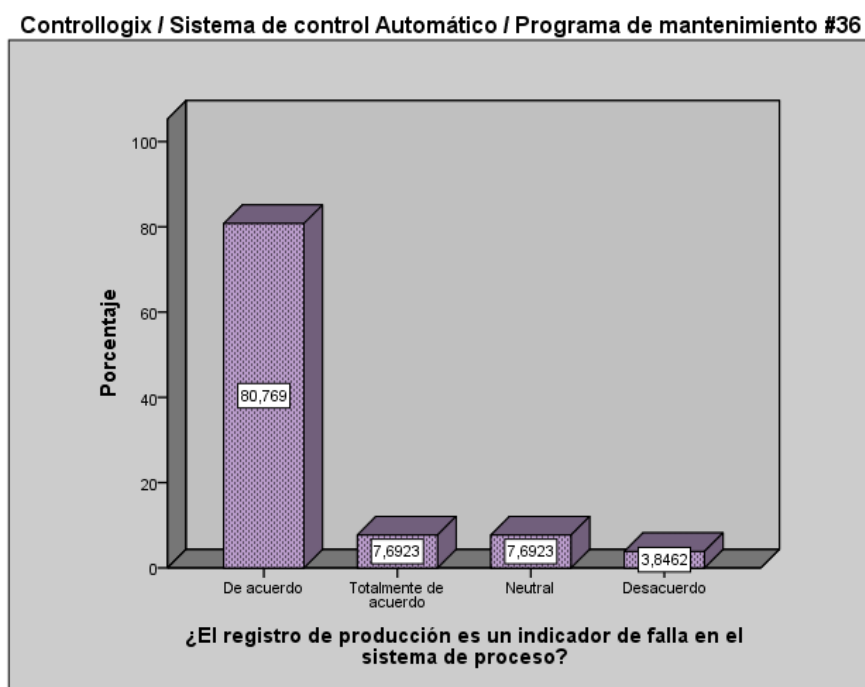


Figura 36. Gráfico porcentaje Confiabilidad #36

Fuente: Propia

Tabla 40:

¿Si el sistema PLC-5 fallase, afectaría el consumo específico diario de la Planta?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	2	7,7	7,7	7,7
Desacuerdo	2	7,7	7,7	15,4
Válidos De acuerdo	14	53,8	53,8	69,2
Totalmente de acuerdo	8	30,8	30,8	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 40, se observa que un total de 84.6% está de acuerdo con la pregunta estipulada y un total de 15.4% está en desacuerdo lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #37

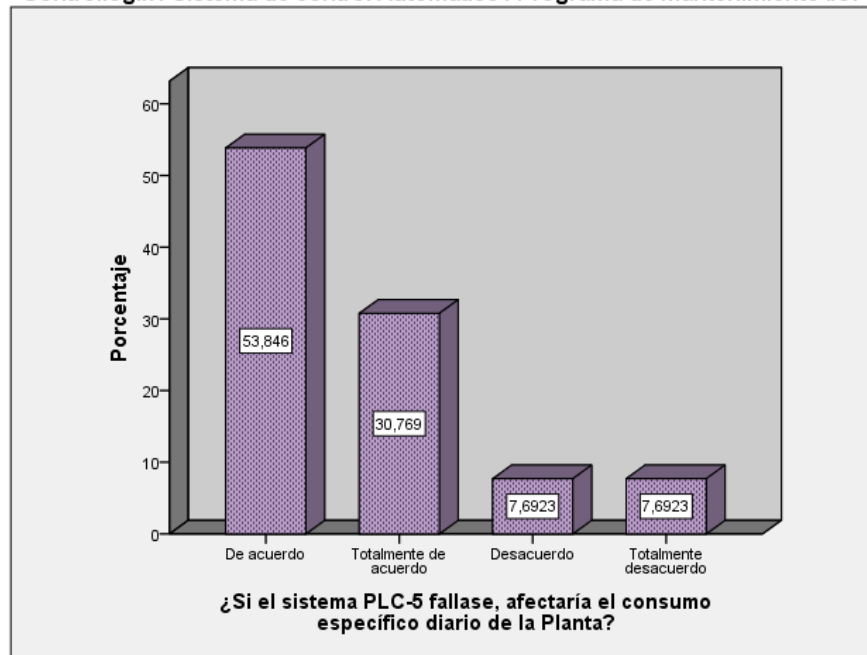


Figura 37. Gráfico porcentaje Confiabilidad #37

Fuente: Propia

Tabla 41:

¿En tu registro de producción existen reportes que confirman fallas de su sistema actual PLC-5?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Desacuerdo	2	7,7	7,7	11,5
Neutral	2	7,7	7,7	19,2
De acuerdo	14	53,8	53,8	73,1
Totalmente de acuerdo	7	26,9	26,9	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 41, se observa que un total de 80.7% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 11.5% está en desacuerdo y un 7,7% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #38

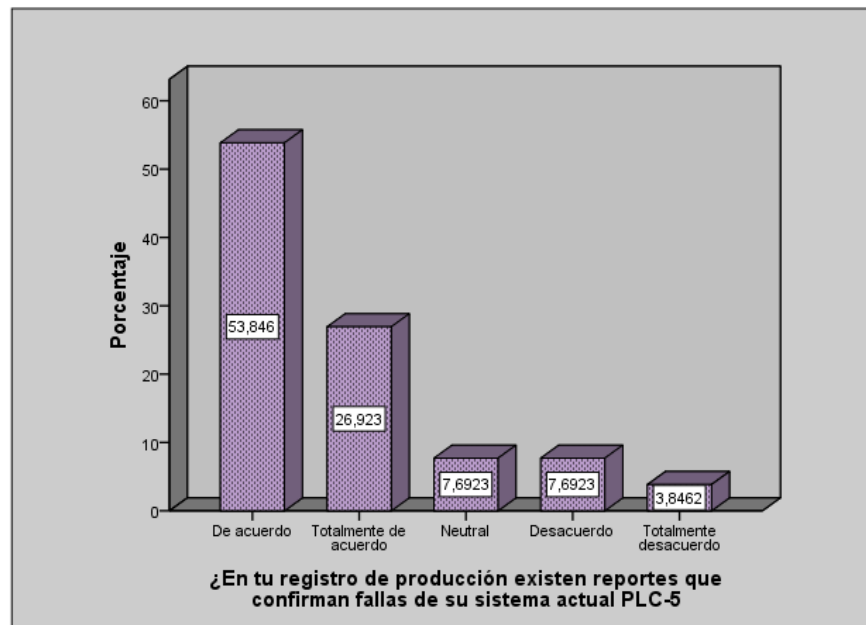


Figura 38. Gráfico porcentaje Confiabilidad #38

Fuente: Propia

Tabla 42:

¿Consideras al registro de producción necesario para determinar la confiabilidad de tu sistema?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Totalmente desacuerdo	1	3,8	3,8	3,8
Desacuerdo	1	3,8	3,8	7,7
Neutral	1	3,8	3,8	11,5
De acuerdo	12	46,2	46,2	57,7
Totalmente de acuerdo	11	42,3	42,3	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 42, se observa que un total de 88.5% está de acuerdo con la pregunta estipulada, un total de 7.6% está en desacuerdo y un 3,8% no opina; lo cual se afirma la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #39

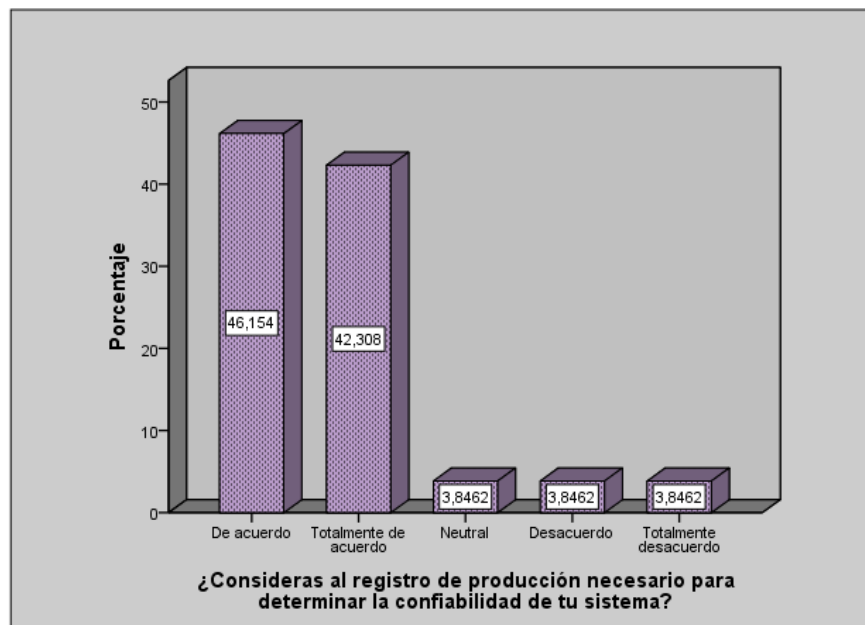


Figura 39. Gráfico porcentaje Confiabilidad #39

Fuente: Propia

Tabla 43:

¿Consideras que migrar al nuevo sistema Controllogix influirá en la mejora de tu consumo específico en el registro de producción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
De acuerdo	14	53,8	53,8	53,8
Válidos Totalmente de acuerdo	12	46,2	46,2	100,0
Total	26	100,0	100,0	

Fuente: Propia

Interpretación:

En la tabla 43, se observa un total del 100% está de acuerdo con la pregunta estipulada afirmando totalmente la pregunta.

Controllogix / Sistema de control Automático / Programa de mantenimiento #40

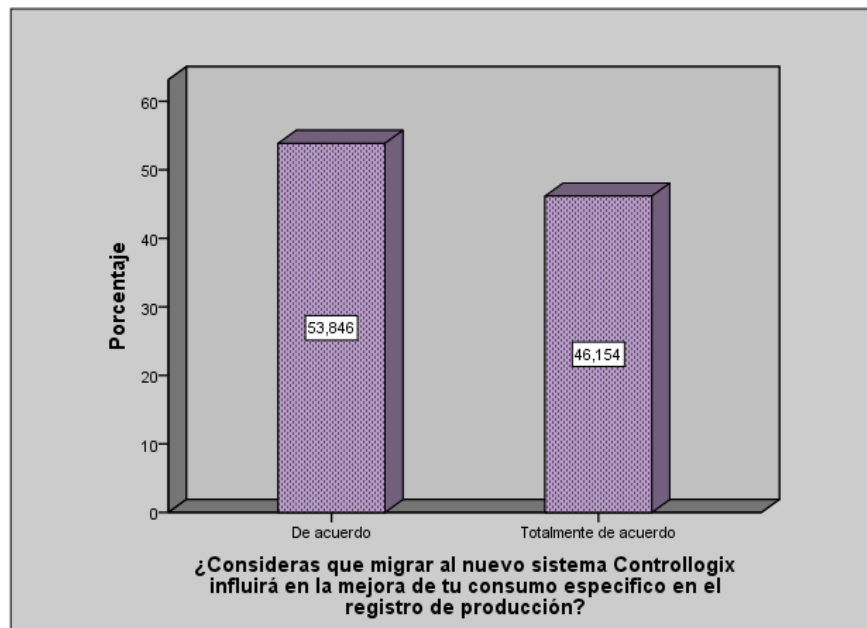


Figura 40. Gráfico porcentaje Confiabilidad #40

Fuente: Propia

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Prueba estadística Paramétrica

En primer lugar, se hará la prueba de Hipótesis a través de estadística inferencial mediante la correlación R de Pearson aplicada entre la Σ de las VI vs VD que determinará la aceptación o rechazo de la Hipótesis General.

Tabla 44:

Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman

Valor de rho	Interpretación
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Propia

Tabla 45:

Correlaciones

	VI	VD
VI		
Correlación de Pearson	1	,700**
Sig. (bilateral)		,000
N	26	26
VD		
Correlación de Pearson	,700**	1
Sig. (bilateral)	,000	
N	26	26

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Propia.

El valor de la Correlación de Pearson obtenido es de **0,700**, por lo tanto, existe una correlación positiva alta; el nivel de significancia es de **0,000**, si se relaciona con el

Chi-cuadrado diríamos que existe relación entre las variables.

En conclusión, se acepta la hipótesis general por que el resultado es diferente de “cero”.

Análisis estadístico

Para ello, se hará la prueba de asociación de variables considerando 1 ítems específicamente de cada VI e VD según hipótesis general:

HG: Mediante la migración al sistema Controllogix se mejorará la señal de comunicación entre los controladores y el SCADA en el proceso de la Planta de separación de Gases del Aire, Pisco 2019.

Tabla 46:

Recuento

		Tabla de contingencia Sistema Controllogix * Confiabilidad de Proceso														Total	
		Confiabilidad de Proceso															
		35	46	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	71	72		
Sistema Controllogix	36	Recuento	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.2	.1	.1	.3	.1	.2	.3	.1	.1	.1	.1	2.0
		% del total	6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%
		Recuento	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	1.0
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%
		Recuento	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
		Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.4	.3	.3	.5	.3	.4	.5	.3	.3	.1	.1	4.0
		% del total	0,0%	6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%
		Recuento	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	1.0
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%
		Recuento	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.2	.1	.1	.3	.1	.2	.3	.1	.1	.1	.1	2.0
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%
		Recuento	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4
	Frecuencia esperada	.3	.3	.3	.4	.3	.3	.5	.3	.4	.5	.3	.3	.1	.1	4.0	
	% del total	0,0%	0,0%	6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	
	Recuento	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
	Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	1.0	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	
	Recuento	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	5	
	Frecuencia esperada	.3	.3	.3	.5	.3	.3	.6	.3	.5	.6	.3	.3	.2	.2	5.0	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%	3,1%	3,1%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	15,6%	
	Recuento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	
	Frecuencia esperada	.2	.2	.2	.3	.2	.2	.4	.2	.3	.4	.2	.2	.1	.1	3.0	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	3,1%	0,0%	3,1%	9,4%	
	Recuento	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	4	
	Frecuencia esperada	.3	.3	.3	.4	.3	.3	.5	.3	.4	.5	.3	.3	.1	.1	4.0	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	3,1%	0,0%	12,5%	
	Recuento	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.2	.1	.1	.3	.1	.2	.3	.1	.1	.1	.1	2.0	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%	
	Recuento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
	Frecuencia esperada	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	1.0	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,1%	
	Recuento	2	2	2	3	2	2	4	2	3	4	2	2	1	1	32	
	Frecuencia esperada	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	4,0	2,0	3,0	4,0	2,0	2,0	1,0	1,0	32,0	
	% del total	6,2%	6,2%	6,2%	9,4%	6,2%	6,2%	12,5%	6,2%	9,4%	12,5%	6,2%	6,2%	3,1%	3,1%	100,0%	

Fuente: Propia.

Tabla 47:

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	225,333 ^a	169	,002
Razón de verosimilitudes	119,396	169	,999
Asociación lineal por lineal	16,174	1	,000
N de casos válidos	32		

a. 196 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,03.

Fuente: Propia.

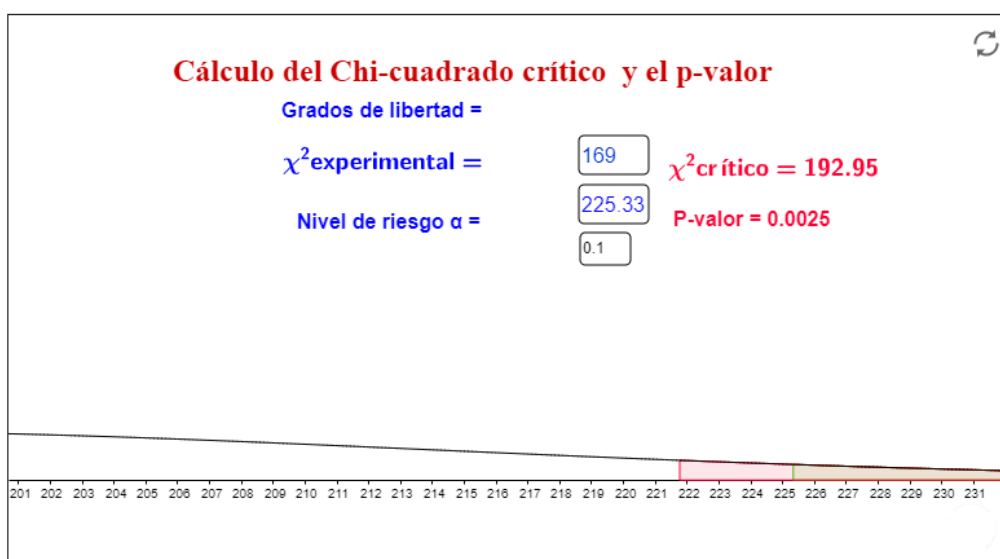


Figura 41. Prueba de Hipótesis con Chi-Cuadrado

Fuente: Propia

En el grafico podemos observar que el valor crítico es de **10.64** para una distribución Chi-Cuadrado de Pearson, con un grado de libertad **gl6**; el cual fue comparado con el grado significancia de **Alpha 0.05**.

El resultado obtenido en la prueba de Chi-Cuadrado fue de **0,016** siendo menor que el grado Alpha, por lo tanto, se encuentra en la zona de rechazo Ho.

Se concluye que al estar el resultado en la zona de rechazo Ho, hay dependencia directa entre las variables siendo significativa, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula Ho y se acepta la hipótesis alternativa Hi es decir, el Sistema Controllogix se relaciona significativamente con la confiabilidad del Proceso.

4.2. Propuesta de Valor.

4.2.1. Propuesta de migración del sistema PLC-5 al Sistema Controllogix de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco – 2019.

Este sistema de controladores ControlLogix trabaja con un motor de control y un entorno de implementación común proporcionando un alto rendimiento muy fácil de usar. La integración entre el software, el controlador y los módulos de E/S reduce el tiempo de desarrollo y el costo en la puesta en servicio durante la operación normal.

Una migración agrupada en una suite PLC-5 de la planta de separación de Gases del Aire Pisco será rápida y rentable ideal para los usuarios finales, en este caso los técnicos de producción. Al migrar el controlador principal y el chasis la obtención de la eficiencia es mayor al mismo tiempo que se asienta las bases para una futura modernización.

La filosofía en la economía actual de este sistema es contar con soluciones de migración que ayuda en la productividad disminuyendo el riesgo de mantenimiento del Controllogix.

Rockwell Automation desarrollo una estrategia de migración rápida y fácil de integrar entre el controlador PLC-5 y E/S 1771 a la arquitectura integrada existente en lo posible manteniendo el cableado si este se encontrase en buenas condiciones y una huella física en el gabinete de control asegurando un menor tiempo de conversión, reducción de costos de ingeniería, reducción al mínimo de inactividad de producción, aumento de la flexibilidad de esta nueva arquitectura, maximización de los activos mediante la mejora de control y el monitoreo así como mayor acceso a la información de la planta de producción.

4.2.2. Análisis costo beneficio pre aprobatorio del nuevo Sistema

Controllogix

Mediante el estudio costo beneficio se analizó el retorno de la inversión en el aspecto económico y así se determinó la fiabilidad del proyecto. Para la obtención de los resultados se tomó información real tales como registros diarios de producción, costos de productos, costo de energía, cotizaciones actualizadas de activos y servicio de representantes de la marca; esta información fue tabulada en hojas de cálculo Excel de Microsoft office Profesional Plus 2016 y analizado por bloques para contrastar y poder tomar decisiones.

La relación costo/beneficio (B/C) o índice neto de rentabilidad se obtiene dividiendo el valor actual de los ingresos o beneficios netos totales (VAI) entre el valor actual de los costos totales (VAC); este es rentable cuando la relación costo/beneficio que mayor a 1.

$$B/C = VAI / VAC$$

ANALISIS COSTO/BENEFICIO

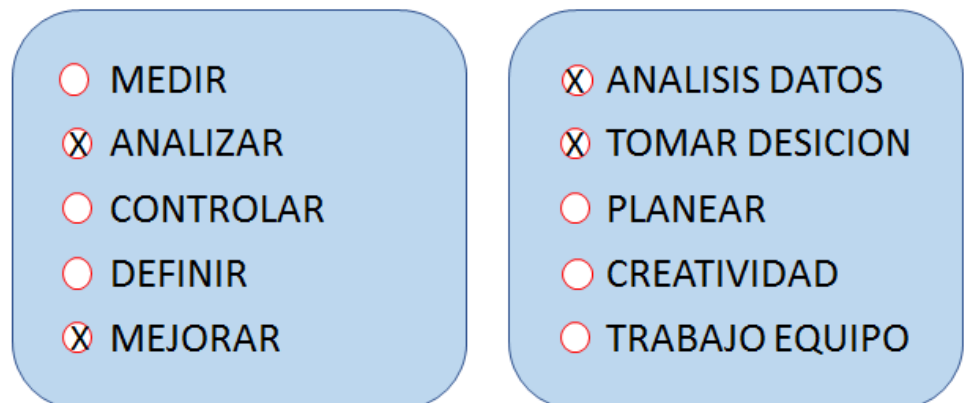


Figura 42. Análisis Costo Beneficio

Fuente: Propia

Toma de Datos y Análisis

Para ello, se recolecto información real de los registros y costos con la finalidad de obtener resultados reales que puedan confirmar el beneficio del proyecto:

Tabla 48:*Producción de Diseño*

Prod.	M3 / hrs.	m3 / día	t
LOX	2752.1	66050.4	87.6
LIN	540.0	12958.911	15.051
LAR	184.0	4417.052	7.313
GOX	14.15.0	33960.16	45.04
TOTAL			155.0 TPD

*Fuente: Propia***Tabla 49:***Promedio de producción / día*

Prod.	M3 / hrs.	m3 / día	t	Costo T
LOX	879.7	21112	28	\$60.00
LIN	1291.5	30996	36	\$58.00
LAR	100.7	2416	4	\$100.00
GOX	2356.3	56550	75	\$55.00
TOTAL			143 TPD	

*Fuente: Propia***Tabla 50:***Costo de servicio*

CONSUMO ENERGIA PROMEDIO	
MW	95
CE	0.60

Costo MWH**\$46.32***Fuente: Propia***Tabla 51:***Indicadores*

INDICADORES	
CE	>0.68 (Energía/Producto equivalente)
CONFIABILIDAD	98.50% (Tot hrs. paradas por Mtto - Tot. Hrs. Prod mes x 100)
DISPONIBILIDAD	98.50% (Tot. Hrs. Prod. mes - Tot. Hrs. paradas/ Tot. Hrs. Prod. mes x 100)

Fuente: Propia

Tabla 52:*Producción promedio de costos***INGRESO**

PRODUCTO	TONELADA DIA			TONELADA MES			TONELADA AÑO		
	hrs. T	m3	TPD	Días	m3	TPM	Meses	m3	TPA
LOX	24	21112.0	28.00	30.0	633360.0	840	12	7600320.0	10080
LIN	24	30996.0	36.00	30.0	929880.0	1080	12	11158560.0	12960
LAR	24	2416.0	4.00	30.0	72480.0	120	12	869760.0	1440
GOX	24	56550.0	75.00	30.0	1696500.0	2250	12	20358000.0	27000
KW	95			2850			34200		
CE	0.60			0.60			0.60		
Confiability	100.0								
Disponibilidad	100.0								

*Fuente: Propia***Tabla 53:***Costo de la inversión*

INVERSION	DESCRIPCION	COSTOS
INVERSION 1	ESTUDIO FIABILIDAD	\$13,695.00
INVERSION 2	ACTIVOS	\$553,275.78
INVERSION 3	MONTAJE	\$312,358.00
TOTAL, DE INVERSION		\$879,328.78

Fuente: Propia

Tabla 54:*Costo activos sistema PLC5*

COSTO ACTIVOS PLC-5			
COSTOS ACTIVO			
CODIGO	GARANTIA	ENTREGA	COSTO
1771-P7	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$6,619.68
1785-L40E	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$12,675.00
1771-N2	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$169.00
1771-IFE	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$2,704.00
1771-IR	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$6,760.00
1771-OFE2	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$9,869.88
1771-IBD	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$2,355.65
1771-OAD	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$1,183.00
1771-A4B	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$2,197.00
1771-ASB	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$2,197.00
1771-IXHR	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$7,605.00
1771-OA	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$5,456.76
1785-L30E	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$12,675.00
1771-IAD	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$2,564.38
1771-VHSC	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$4,563.00
1771-A2B	Sin garantía	5-7 SEMANAS	\$1,352.00
TOTAL, COSTO			\$80,946.35

Fuente: Propia

Tabla 55:*Costo activos sistema Controllogix*

COSTO ACTIVOS SISTEMA CONTROLLOGIX			
COSTOS ACTIVO			
CODIGO	GARANTIA	ENTREGA	COSTO
1756-PA75	1 año	STOCK	\$1,229.55
1756-L72	1 año	STOCK	\$8,229.76
1756-N2	1 año	STOCK	\$31.37
1756-IF16	1 año	STOCK	\$1,699.67
1756-IRT8I	1 año	5 SEMANAS	\$2,667.04
1756-OF8I	1 año	5 SEMANAS	\$2,874.97
1756-IB16	1 año	STOCK	\$397.80
1756-OA16	1 año	5 SEMANAS	\$721.46
1756-A17	1 año	STOCK	\$967.37
1756-EN2TR	1 año	STOCK	\$3,498.61
1756-IRT8I	1 año	5 SEMANAS	\$2,667.04
1756-OA8E	1 año	7 SEMANAS	\$1,184.34
1756-L72	1 año	STOCK	\$8,438.08
1756-IA16	1 año	STOCK	\$509.90
1756-HSC	1 año	5 SEMANAS	\$1,175.30

1756-A10	1 año	STOCK	\$682.58
TOTAL, COSTO			\$36,974.83

Fuente: Propia

Tabla 56:

Diferencia costos entre activos

DIFERENCIA DE COSTOS	
ACTIVOS PLC-5	\$80,946.35
ACTIVOS CONTROLLOGIX	\$36,974.83
¡¡AHORRO !!	\$43,971.52

Fuente: Propia

The image shows a detailed spreadsheet titled 'REPORTE DIARIO PRODUCCION'. The columns represent days of the month (1 to 31) and rows represent different production metrics. The data is color-coded by row: yellow for PLC-5, blue for Controllogix, and green for other assets. The bottom of the spreadsheet includes a navigation bar with options like 'COMPARATIVO DE ACTIVOS', 'Diario con pérdidas', 'Diario sin pérdidas', 'Análisis costo producción', 'Consolidado', and 'Ev...'. The total production values for PLC-5, Controllogix, and other assets are visible at the end of each row.

Figura 43. Reporte diario de producción operación normal

Fuente: Propia

Tabla 57:

Producción Mensual Diciembre con operación de Planta normal

Operación de Planta normal Diciembre							
MENSUAL							
Prod. Toneladas	m3	CE	MW	Confiabilidad	Disponibilidad	COSTO	
LOX	775.32	584591.00	0.63	2884.22	100.00	100.00	\$46,519.18
LIN	1083.23	932663.00					\$62,827.47
LAR	101.20	61123.00					\$10,119.70
GOX	2052.39	1547502					\$112,881.45
\$133,597							\$232,347.80

Fuente: Propia

REPORTE DIARIO PRODUCCION

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

LOX m3 775.32 584591.00

LIN m3 1083.23 932663.00

LAR m3 101.20 61123.00

GOX m3 2052.39 1547502

CE 0.63

MW 2884.22

Confiabilidad 100.00

Disponibilidad 100.00

COSTO \$46,519.18 \$62,827.47 \$10,119.70 \$112,881.45

\$133,597

\$232,347.80

Figura 44. Reporte diario producción con 7 días de parada de Planta

Fuente: Propia

Tabla 58:

Producción Mensual Diciembre con 7 días parada de planta / falla de PLC

7 días parada de planta / falla de PLC Diciembre							
MENSUAL							
Prod. Toneladas	m3	CE	MW	Confiabilidad	Disponibilidad	COSTO	
LOX	591.42	445930.00	613	2190.82	97.50	97.50	\$35,485.15
LIN	820.77	706680.00					\$47,604.46
LAR	76.73	46344.00					\$7,672.85
GOX	1554.61	1172176					\$85,503.55
\$101,479							\$176,266.01

Fuente: Propia

Tabla 59:

Diferencia de costos entre producciones

PRODUCCIÓN NORMAL	\$232,347.80
PRODUCCIÓN PARADA PLANTA 7 DIAS	\$176,266.01
DIFERENCIA	\$56,081.79

Fuente: Propia

Tabla 60:

Recuperación de inversión sistema Controllogix

MES	ENE	FEB	MA R	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
INGRESOS												
PRODUCCIÓN LOX	43698.1 2	44301 .67	46591. 33	47317. 78	49143. 1	49854. 8	45564. 4	46842. 6	46940. 4	46801. 3	46205. 0	46519. 2
PRODUCCIÓN LIN	53982.7 10126.8	.98 10187	21 10139.	58 10223.	3 10189.	6 10279.	7 10093.	7 10228.	9 10485.	9 10282.	9 10075.	5 10119.
PRODUCCIÓN LAR	7 112098.	.2 11165	6 11145	2 11220	7 112712	3 113199	3 11009	5 11207	1 11128	0 11130	0 11124	7 11288
PRODUCCIÓN GOX	9 219906.	8.7 22137	1.9 22330	9.74 22484	.0 232217	.1 235421	8.7 22874	8.0 22950	7.7 22849	9.6 22645	6.4 22288	1.5 23234
TOTAL INGRESOS	6	9.6	7.0	9.3	.2	.9	8.7	3.8	7.1	4.8	8.3	7.8
COSTO / ENERGIA												
MW	130925	13148 8	13219 7	13021 1	129021	128569	13047 7	13189 5	13053 3	12976 5	12738 0	13351 7
COSTO TOTAL INGRESO NETO MENSUAL (VAI)	\$88,981.6	\$89,891.6	\$91,110.0	\$94,638.3	\$103,196.2	\$106,852.9	\$98,271.7	\$97,608.8	\$97,964.1	\$96,689.8	\$95,508.3	\$98,830.8
PROMEDIO COSTO MENSUAL REAL	96628.7											
COSTO TOTAL INGRESO SIN INVERSIÓN ANUAL	\$1,159,543.9											
COSTO / INVERSION												
ESTUDIO FIABILIDAD	13695	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACTIVOS / MONTAJE	51697.8	33357 .4	46195. 7	33327. 4	50042. 8	33766. 8	68065. 5	62758. 5	34829. 2	51344. 0	48503. 8	39386. 8
PROGRAMACIÓN LÓGICA	5244.0	5244. 0	5244.0	5244.0	5244.0	5244.0	5244.0	5244.0	5244.0	5244.0	5244.0	5244.0
MATERIALES ELÉCTRICOS	27915.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	12849.6	12849 .6	12849. 6	12849. 6	12849. 6	12849. 6	12849. 6	12849. 6	12849. 6	12849. 6	12849. 6	12849. 6
GASTOS ADMINISTRATIVOS	5610.0	5610. 0	5610.0	5610.0	5610.0	5610.0	5610.0	5610.0	5610.0	5610.0	5610.0	5610.0
TOTAL, DE COSTOS INVERSIÓN MENSUAL (VAC)	\$117,011.4	57061.0	69899.3	57031.0	73746.4	57470.4	91769.1	86462.1	58532.8	75047.6	72207.4	63090.4
TOTAL, COSTO INVERSIÓN	\$879,328.78											
COSTO CON INVERSIÓN MENSUAL	\$28,029.8	\$32,830.5	\$21,210.8	\$37,607.3	\$29,449.7	\$49,382.5	\$6,502.6	\$11,146.7	\$39,431.3	\$21,642.2	\$23,300.9	\$35,740.5
PROMEDIO COSTO CON INVERSIÓN MENSUAL	\$23,351.3											
COSTO TOTAL CON INVERSIÓN ANUAL	\$280,215.1											
% PRODUCCION / INVERSION	-31.5%	36.5%	23.3%	39.7%	28.5%	46.2%	6.6%	11.4%	40.3%	22.4%	24.4%	36.2%
% REDUCCION COSTO MENSUAL	131.5%	63.5%	76.7%	60.3%	71.5%	53.8%	93.4%	88.6%	59.7%	77.6%	75.6%	63.8%
% PROMEDIO REDUCCION COSTO ANUAL	76.33%											
COSTO - BENEFICIO MENSUAL (B/C) = <1	0.76	1.58	1.30	1.66	1.40	1.86	1.07	1.13	1.67	1.29	1.32	2.77

4.2.3. Plan de migración por etapas al nuevo sistema Controllogix de la Planta de separación de Gases del Aire Pisco.

Para poder realizar una correcta migración del proceso total es necesario tener un plan de migración por etapas a fin de evitar paradas de planta innecesarias; implementar todo el nuevo sistema en una sola fase demandaría mucha pérdida de producción, aumentando el consumo específico y perjudicando la programación de atención a clientes internos y externos.

Por tal motivo se define un plan de migración detallado a fin de proceder con la correcta migración de cada fase del proceso según la disponibilidad programada.

4.2.4. Arquitectura del sistema de control PLC-5 de la planta de Separación de Gases del Aire Pisco.

La arquitectura que se tiene actualmente es PLC-5 de Allen Bradley, los equipos como controladores, actuadores, transmisores; todos ellos comunicados por medio de red DH+ intercambiando datos entre ellos y el sistema de supervisión.

La topología actualmente utilizada es **Bus** o **Lineal** en la cual están conectados los distintos dispositivos en el mismo canal para la comunicación entre sí.

Esta topología tiene todos sus nodos directamente enlazados y no hay otra conexión entre ellos, cada host está conectado a un cable común para comunicarse directamente; de haber alguna ruptura o falla del mismo haría que los hosts queden desconectados.

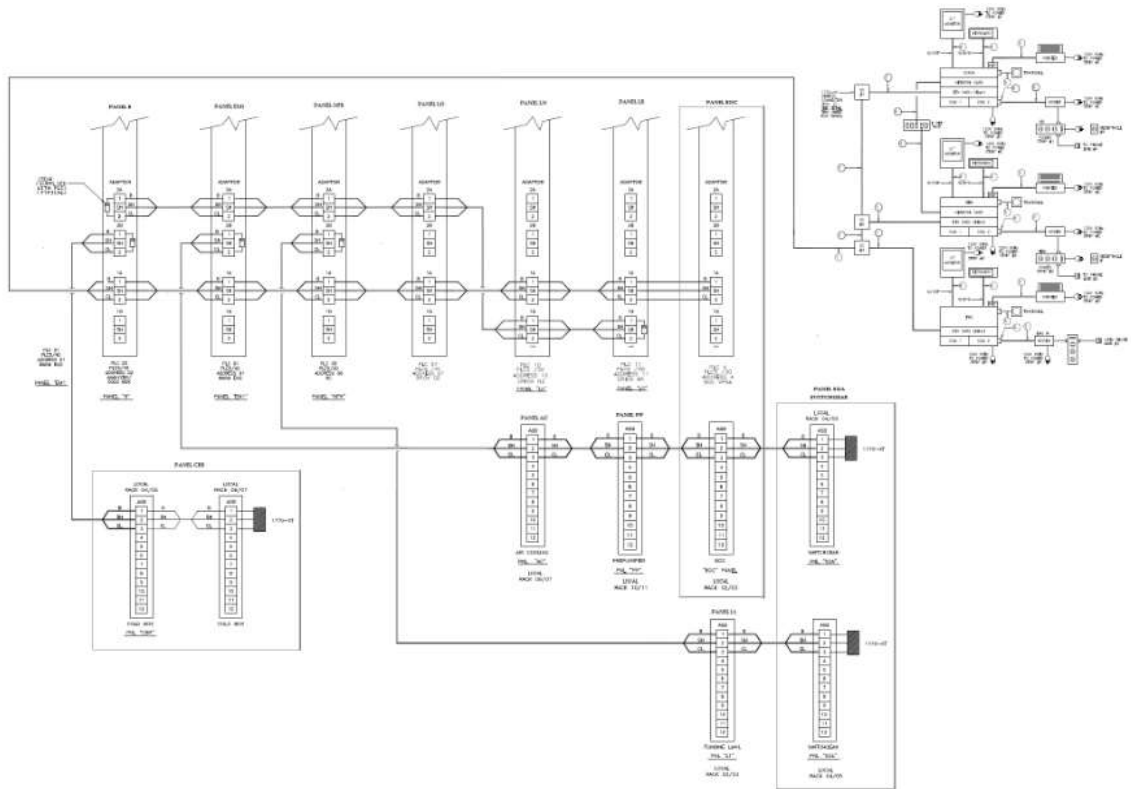


Figura 45. Arquitectura de sistema PLC5 de Planta de Separación de gases del Aire Pisco

Fuente: Propia

4.2.5. Migración por Etapas según arquitectura de control

Este plan fue elaborado de acuerdo con la Ingeniería básica en la cual se especifica la necesidad de migrar al nuevo sistema planteando especificaciones técnicas para implementar y desarrollar el nuevo sistema por etapas.

En cada etapa será desarrollada bajo los siguientes objetivos:

- ✓ Suministros del Sistema Controllogix y equipos de control.
- ✓ Desmontaje, etiquetado y desconexión de señales de sistema PLC-5 antiguo.
- ✓ Montaje de sistema Controllogix y equipos de control, conexión y pruebas de funcionamiento.
- ✓ Migración lógica de control y direccionamiento de tags.
- ✓ Puesta en marcha.

A continuación, se detalla las 12 etapas a realizar:

Tabla 61:

Detalle de paneles según estructura de PLC-5

It	DESCRIPCIÓN	QTY
1	PANEL EM1. COMPRESOR BLAC	1
2	PANEL BOC. COMPRESOR DE OXIGENO	1
3	PANEL SGA. SWICHYEAR	1
4	PANEL AC. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	1
5	PANEL PP. PREP PURIFICADORES	1
6	PANEL B. ANALIZADORES	1
7	PANEL CBR. COLD BOX	1
8	PANEL NFR. COMPRESOR RECICLO	1
9	PANEL LR. ARGON	1
10	PANEL L1.	1
11	PANEL LO. OXIGENO	1
12	PANEL LN. NITROGENO	1

Fuente: Propia

Tabla 62:

Panel EM1 etapa 1

It	DESCRIPCIÓN ETAPA1	QTY
PANEL EM1.		
1	13 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A13. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	ControlLogix 5580 Controller with 3 MB User Memory, USB Port, 1 gigabit (Gb) Ethernet port, 60 EtherNet/IP Devices, 4 Character Alpha/Numeric Display. CAT: 1756-L81E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16.	2

	MARCA: ALLEN BRADLEY.	
6	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	7
7	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36 Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
9	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
10	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
12	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
13	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Switch, Managed, 6 Fast Ethernet Copper Ports, Lite Software. CAT: 1783-BMS06TL. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
16	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. 	

17	<ul style="list-style-type: none"> • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1
----	---	---

Fuente: Propia

Tabla 63:

Panel BOC etapa 2

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 2	QTY
PANEL BOC.		
1	10 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A10. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
6	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36 Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
7	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
9	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1

10	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
11	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
12	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
13	Stratix 2000 , 5 port unmanaged switch. CAT: 1783-US5T. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
16	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1

Fuente: Propia

Tabla 64:

Panel SGA etapa3

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 3	QTY
PANEL SGA.		
CHASIS 1		
1	13 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A13. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
6	74-132 VAC Elec Fused 2A Output 8 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA8E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
7	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36 Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
9	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	7
10	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
CHASIS 2		
12	10 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A10.	1

	MARCA: ALLEN BRADLEY.	
13	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
16	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
17	74-132 VAC Elec Fused 2A Output 8 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA8E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
18	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
19	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
20	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
21	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	5
22	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
23	Stratix 2000 , 5 port unmanaged switch. CAT: 1783-US5T. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
24	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
25	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. 	

26	<ul style="list-style-type: none"> • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1
----	---	---

Fuente: Propia

Tabla 65:

Panel AC etapa4

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 4	QTY
PANEL AC.		
1	10 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A10. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V).	
2	CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
6	74-132 VAC Elec Fused 2A Output 8 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA8E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
7	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
	20 Position NEMA Screw Clamp Block.	

9	CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
10	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
12	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
13	Stratix 2000 , 5 port unmanaged switch. CAT: 1783-US5T. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
16	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1

Fuente: Propia

Tabla 66:

Panel PP etapa 5

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 5	QTY
PANEL PP.		
1	17 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A17. MARCA: ALLEN BRADLEY. ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V).	1
2	CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	8
6	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
7	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
9	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
10	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	6
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	5
12	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
13	Stratix 2000 , 5 port unmanaged switch. CAT: 1783-US5T. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
16	MATERIALES VARIOS: • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A.	1

	<ul style="list-style-type: none"> • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	

Fuente: Propia

Tabla 67:

Panel B etapa 6

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 6	QTY
PANEL B.		
1	10 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A10. MARCA: ALLEN BRADLEY. ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V).	1
2	CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	ControlLogix 5580 Controller with 3 MB User Memory, USB CAT: 1756-L81E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
6	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
7	74-132 VAC Elec Fused 2A Output 8 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA8E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
8	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
9	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
10	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+	

11	CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
12	Stratix 5700 Switch, Managed, 6 Fast Ethernet Copper Ports, Software. CAT: 1783-BMS06TL. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
13	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
15	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1

Fuente: Propia

Tabla 68:

Panel CBR etapa 7

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 7	QTY
PANEL CBR.		
CHASIS 1		
1	13 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A13. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	Analog Input – Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3

5	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	7
6	74-132 VAC Elec Fused 2 ^a Output 8 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA8E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
7	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
9	RTD / Ohms / Thermocouple / Mv Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
10	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
CHASIS 2		
11	10 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A10. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
12	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
13	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
15	74-132 VAC Elec Fused 2A Output 8 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA8E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
16	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
17	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36 CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis.	

18	CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
19	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
20	Stratix 2000 , 5 port unmanaged switch. CAT: 1783-US5T. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
21	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
22	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
23	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1

Fuente: Propia

Tabla 69:

Panel NFR etapa 8

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 8	QTY
PANEL NFR.		
1	17 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A17. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
	ControlLogix 5580 Controller with 3 MB User Memory, USB Port, 1	

3	gigabit (Gb) Ethernet port, 60 EtherNet/IP Devices, 4 Character Alpha/Numeric Display. CAT: 1756-L81E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
6	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	10
7	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
9	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
10	74-132 VAC Elec Fused 2A Output 8 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA8E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
12	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	6
13	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Stratix 5700 Switch, Managed, 6 Fast Ethernet Copper Ports, Lite Software. CAT: 1783-BMS06TL. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE	

16	CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
17	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1

Fuente: Propia

Tabla 70:

Panel LR etapa 9

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 9	QTY
PANEL LR.		
1	10 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A10. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	ControlLogix 5580 Controller with 3 MB User Memory, USB Port, 1 gigabit (Gb) Ethernet port, 60 EtherNet/IP Devices, 4 Character Alpha/Numeric Display. CAT: 1756-L81E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
6	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36	

7	Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	79-132 VAC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
9	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
10	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
12	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
13	Stratix 5700 Switch, Managed, 6 Fast Ethernet Copper Ports, Lite Software. CAT: 1783-BMS06TL. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
16	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1

Fuente: Propia

Tabla 71:

Panel L1 etapa 10

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 10	QTY
PANEL L1.		
1	17 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A17. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
5	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	10
6	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36 Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
7	10-31 VDC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IB16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
9	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
10	2 Channel / 4 Output High Speed Counter (36 Pin). CAT: 1756-HSC. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
12	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	5

13	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Switch, Managed, 6 Fast Ethernet Copper Ports, Lite Software. CAT: 1783-BMS06TL. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
16	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
17	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1

Fuente: Propia

Tabla 72:

Panel LO etapa 11

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 11	QTY
PANEL LO.		
1	17 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A17. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
	ControlLogix 5580 Controller with 3 MB User Memory, USB Port, 1 gigabit (Gb) Ethernet port, 60 EtherNet/IP Devices, 4 Character Alpha/Numeric Display. CAT: 1756-L81E.	1

3	MARCA: ALLEN BRADLEY.	
4	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
6	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
7	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36 Pin). CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	79-132 VAC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	5
9	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	7
10	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	4
12	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
13	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Stratix 5700 Switch, Managed, 6 Fast Ethernet Copper Ports, Lite Software. CAT: 1783-BMS06TL. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
16	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1

17	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. • EMBALAJE Y TRANSPORTE. • SERVICIO DE ARMADO DE TABLERO. 	1
----	--	---

Fuente: Propia

Tabla 73:

Panel LN etapa 12

It	DESCRIPCIÓN ETAPA 12	QTY
PANEL LN.		
1	10 Slot ControlLogix Chassis. CAT: 1756-A10. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
2	ControlLogix, 85-265 VAC Power Supply (13 Amp @ 5V). CAT: 1756-PA75. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
3	ControlLogix 5580 Controller with 3 MB User Memory, USB Port, 1 gigabit (Gb) Ethernet port, 60 EtherNet/IP Devices, 4 Character Alpha/Numeric Display. CAT: 1756-L81E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
4	EtherNet/IP communication module, dual port, 10/100M twisted pair, 128 TCP connections. CAT: 1756-EN2TR. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
5	Analog Input - Current/Voltage 16 Pts (36 Pin). CAT: 1756-IF16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
6	36 Pin Screw Clamp Block With Standard Housing. CAT: 1756-TBCH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
	Analog Output Module, 8 Isolated Points, Current and Voltage (36 Pin).	

7	CAT: 1756-OF8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
8	79-132 VAC Input 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-IA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
9	20 Position NEMA Screw Clamp Block. CAT: 1756-TBNH. MARCA: ALLEN BRADLEY.	3
10	74-265 VAC Output 16 Pts (20 Pin). CAT: 1756-OA16. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
11	Slot Filler module for standard ControlLogix chassis. CAT: 1756-N2. MARCA: ALLEN BRADLEY.	2
12	RTD / Ohms / Thermocouple / mV Input Module, 8 Individually Configurable Isolated Points (36 Pin). CAT: 1756-IRT8I. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
13	ETHERNET/IP TO ALLEN BRADLEY REMOTE I/O OR DH+ GATEWAY. CAT: AN-X2-AB-DHRIO. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
14	Stratix 5700 Switch, Managed, 6 Fast Ethernet Copper Ports, Lite Software. CAT: 1783-BMS06TL. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
15	Essential Power Supply, 24-28V DC, 120 W, 120/240V AC Input Voltage. CAT: 1606-XLE120E. MARCA: ALLEN BRADLEY.	1
16	GABINETE AUTOSOPORTADO DE 2000x800x600 mm. // RAL7035 DE CHAPA DE ACERO IP 55. Incluye Iluminación. MARCA: RITTAL.	1
17	MATERIALES VARIOS: <ul style="list-style-type: none"> • INT. AUTOM. 1X2 A. • INT. AUTOM. 2X6 A. • CABLE 16 AWG GPT, 14 AWG GPT. • Borneras, marcadores de grupo y borneras de tierra. • MANGAS TERMOCONTRAIBLES. • TERMINALES, CINTILLOS, PORTACINTILLOS, ETIQUETADO • BARRA A TIERRA. • PATCH CORDS INTERNOS. 	1

Fuente: Propia

4.2.6. Instalación y configuración del Sistema

El nuevo sistema Controllogix ofrece control discreto de movimiento, de seguridad junto con las funciones de comunicación y E/S; el sistema está compuesto por controladores independientes y módulos de E/S para disposición de un sistema más completo.

Los equipos PLC's utilizados estarían bajo mantendrían el mismo nombre según el proceso y se les estaría asignando una dirección IP.

Tabla 74:

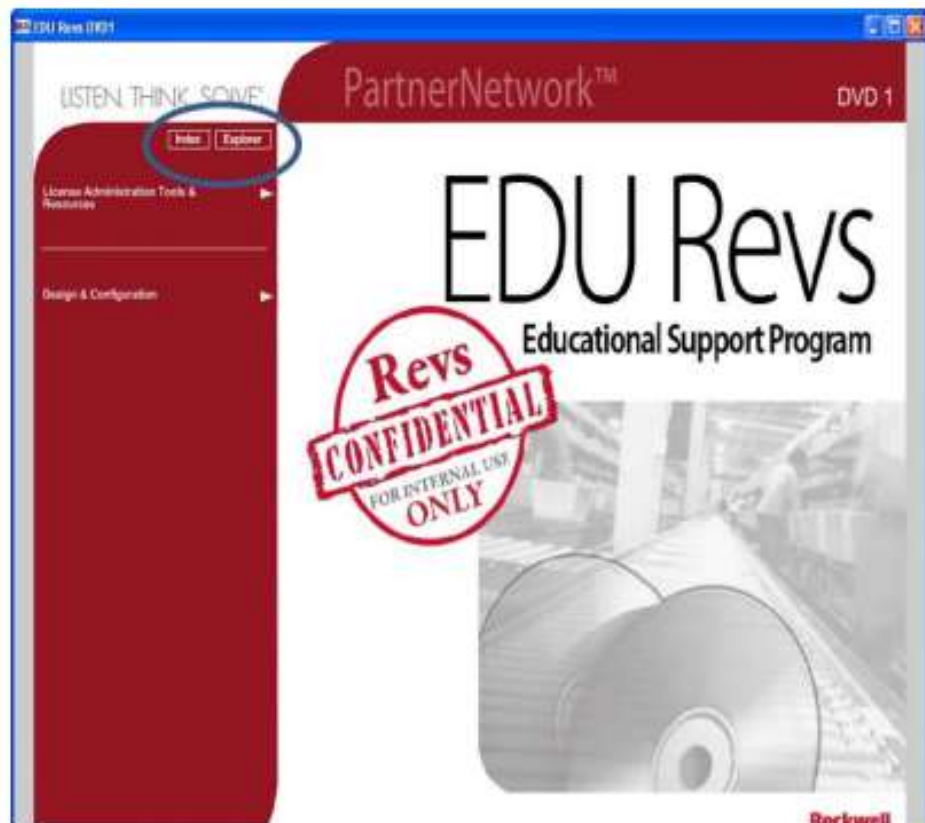
Paneles del proceso existentes

NOMBRE DEL PROCESO	IP	MODULO	PRODUCT KEY
PANEL B. ANALIZADORES	173.1.1.1	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL EM1. COMPRESOR BLAC	173.1.1.2	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL NFR. COMPRESOR RECICLO	173.1.1.3	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL LO. OXIGENO	173.1.1.4	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL LN. NITROGENO	173.1.1.5	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL LR. ARGON	173.1.1.6	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL BOC. COMPRESOR DE OXIGENO	173.1.1.7	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL CBR. COLD BOX	173.1.1.8	I/O NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL AC. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	173.1.1.9	PAC NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL PP. PREP PURIFICADORES	173.1.1.10	PAC NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL SGA. SWICHYEAR	173.1.1.11	PAC NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx
PANEL L1.	173.1.1.12	PAC NETWORK	USERNAME: admin / PASSWORD: xxxxxx

Fuente: Propia

El software de instalación para este proyecto sería el RSLogix5000 y Factory Talk View Studio perteneciente a la compañía Allen Bradley de Rockwell Automation.

Software Rockwell Automation

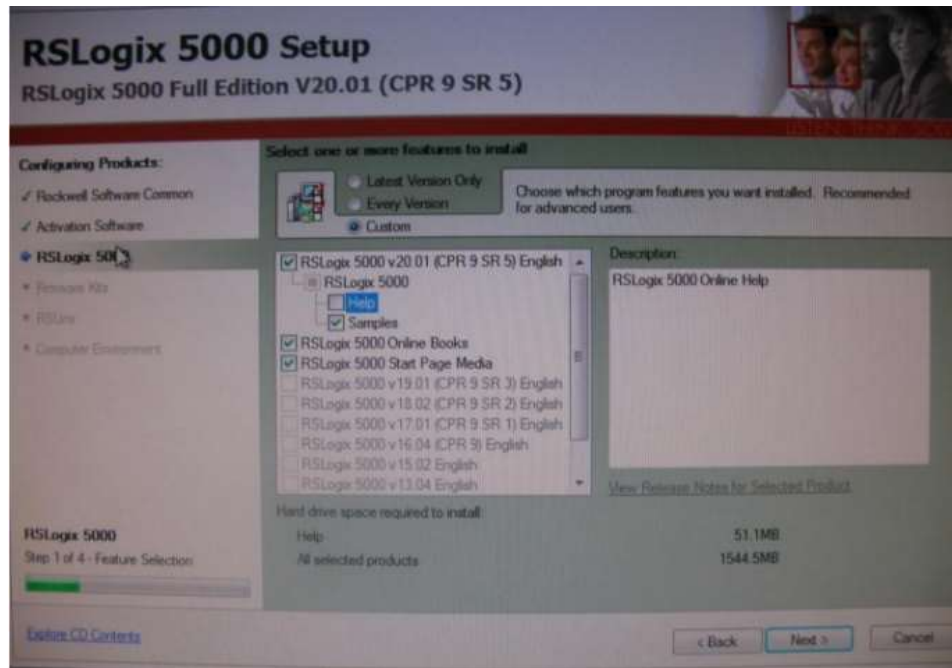


RSLogix5000 Setup



En esta parte se ingresa el código que es genérico para todos los equipos de Rockwell Automation. Serial Number **2445903076**

Se continua hasta llegar a la siguiente ventana:



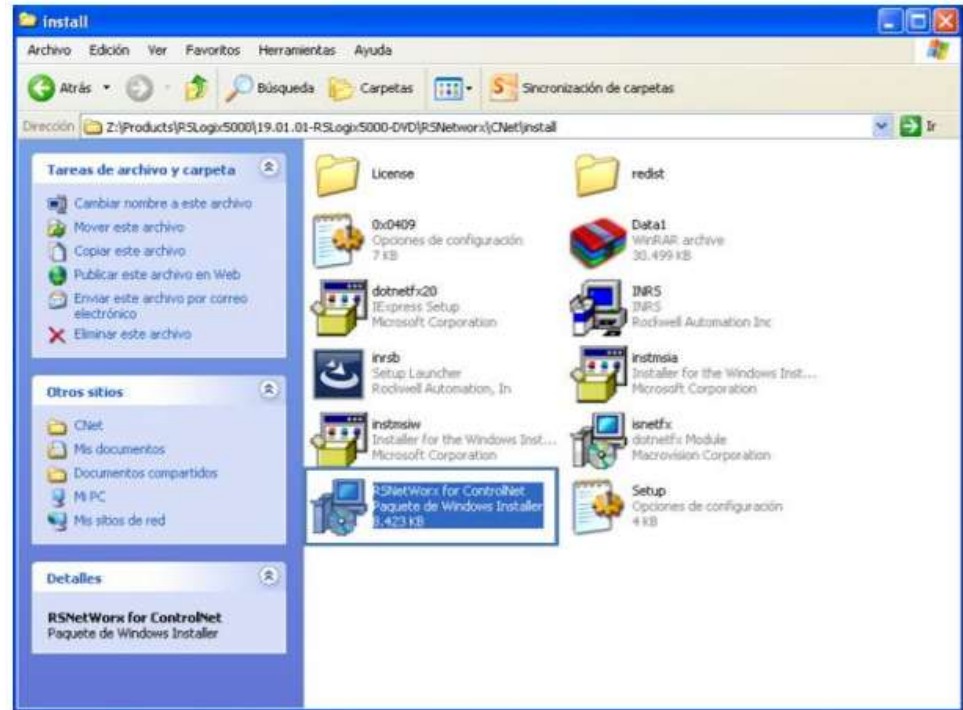
Se desactiva la casilla **Help**, y se continua con la instalación.

Se continua hasta llegar a la siguiente ventana:

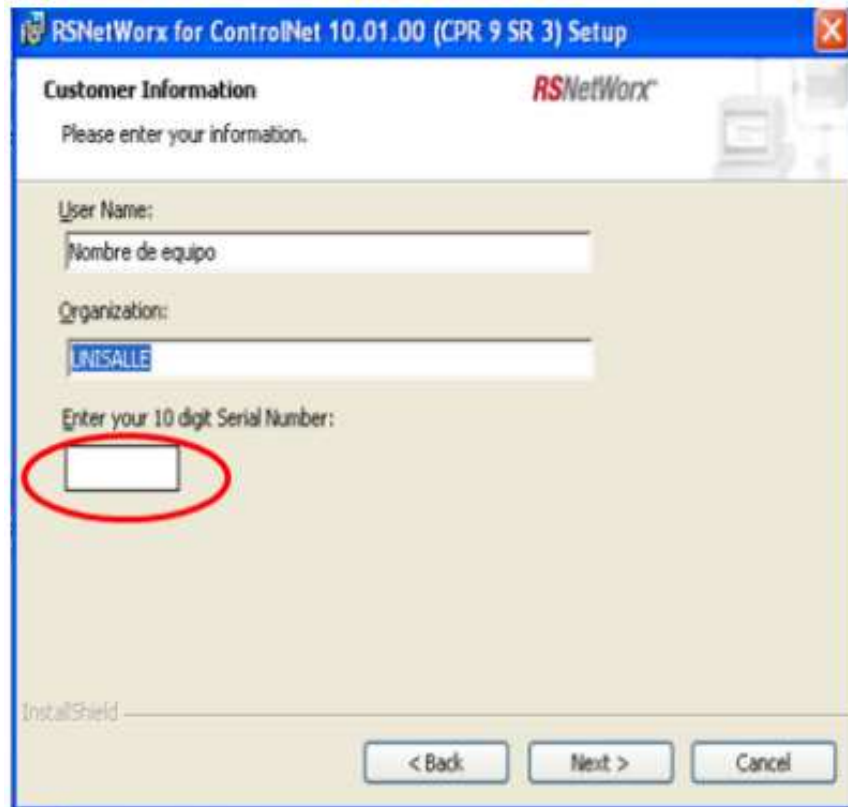


Se selecciona las versiones V20, V19, V18 y V17 de actualización del Firmware. Posteriormente se elige las ventanas de herramientas opcionales la opción de instalar todas.

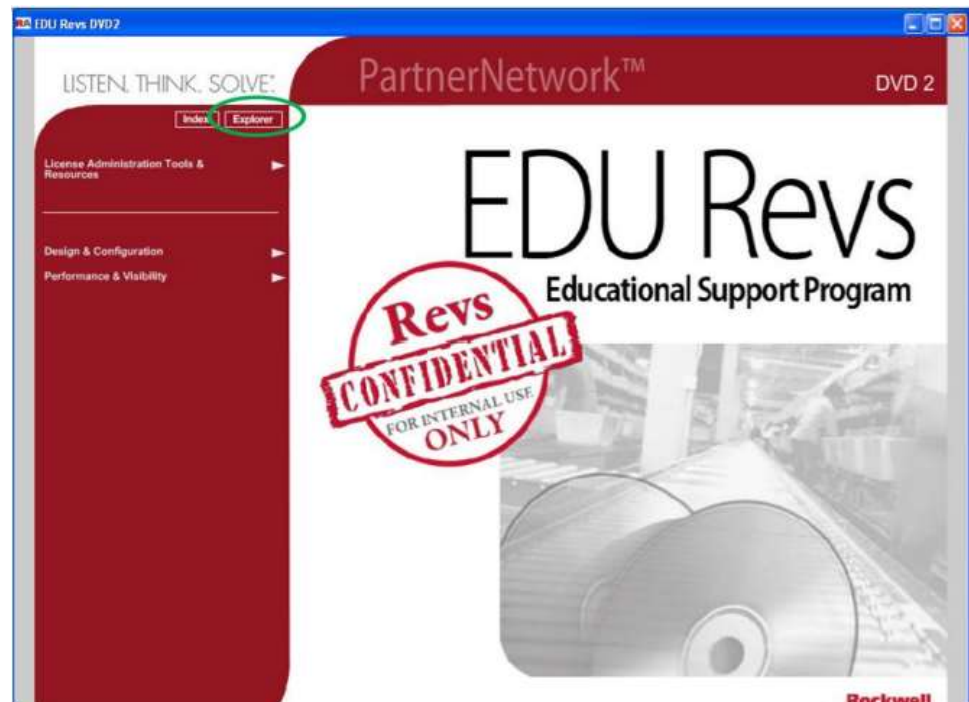
Para la instalación del RSNetwork se procede con la instalación de la subcarpeta CNet, ejecutar el archivo Installer.



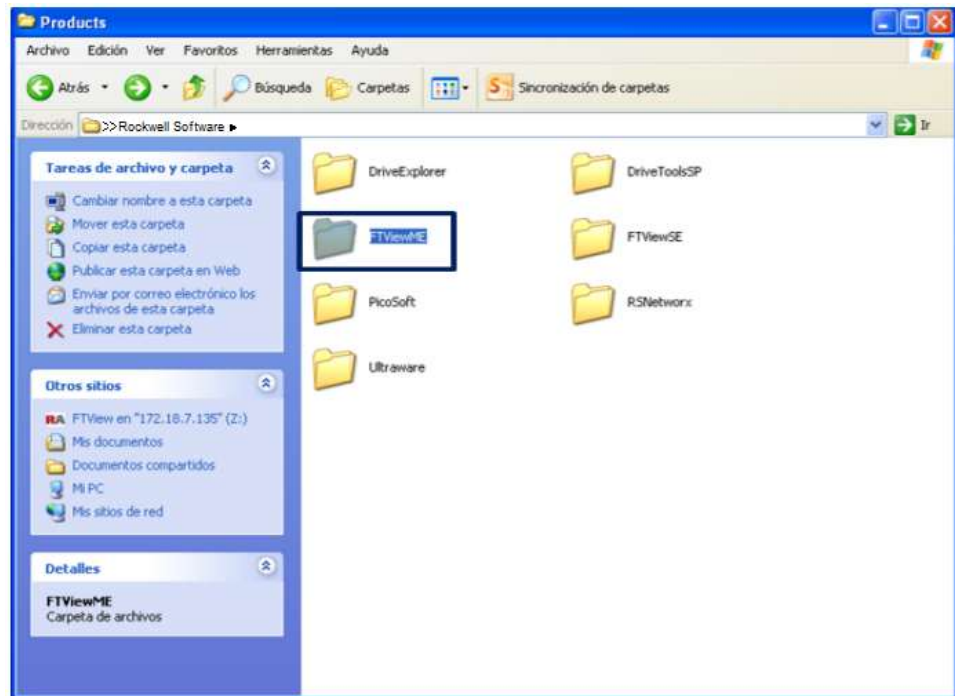
En esta parte se tiene que ingresar el número y un número de producto según tabla 72, como también será brindado en el archivo de licencias en la PC máster.



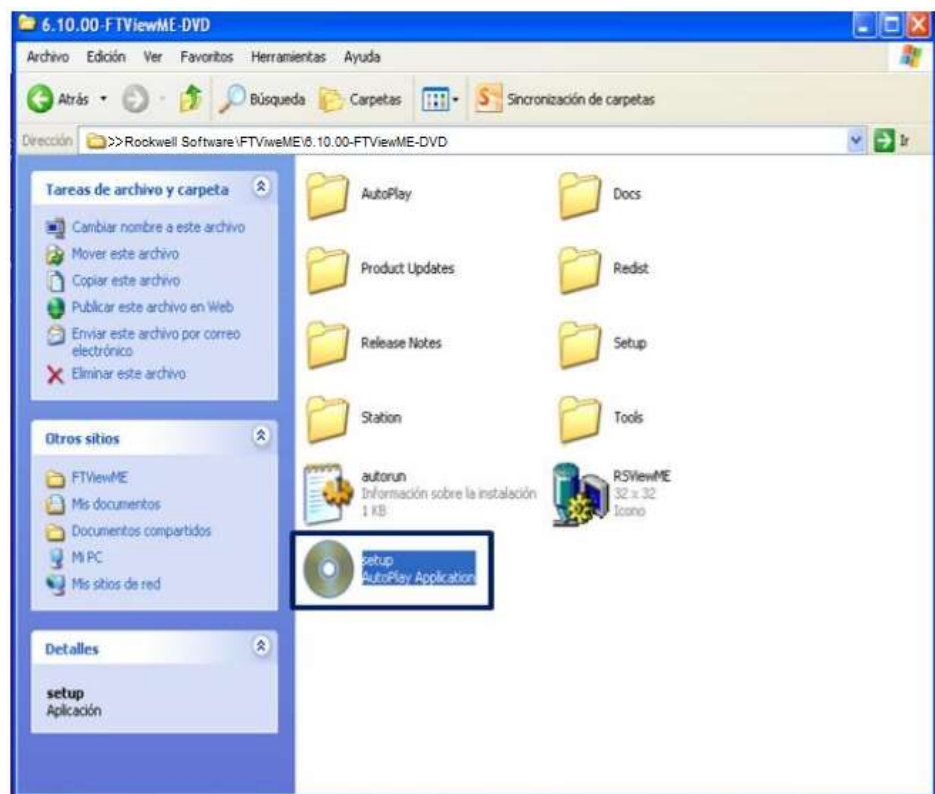
Al finalizar la instalación de las aplicaciones, se procede con la instalación del Talk View.



Entrar a la carpeta FTViewME



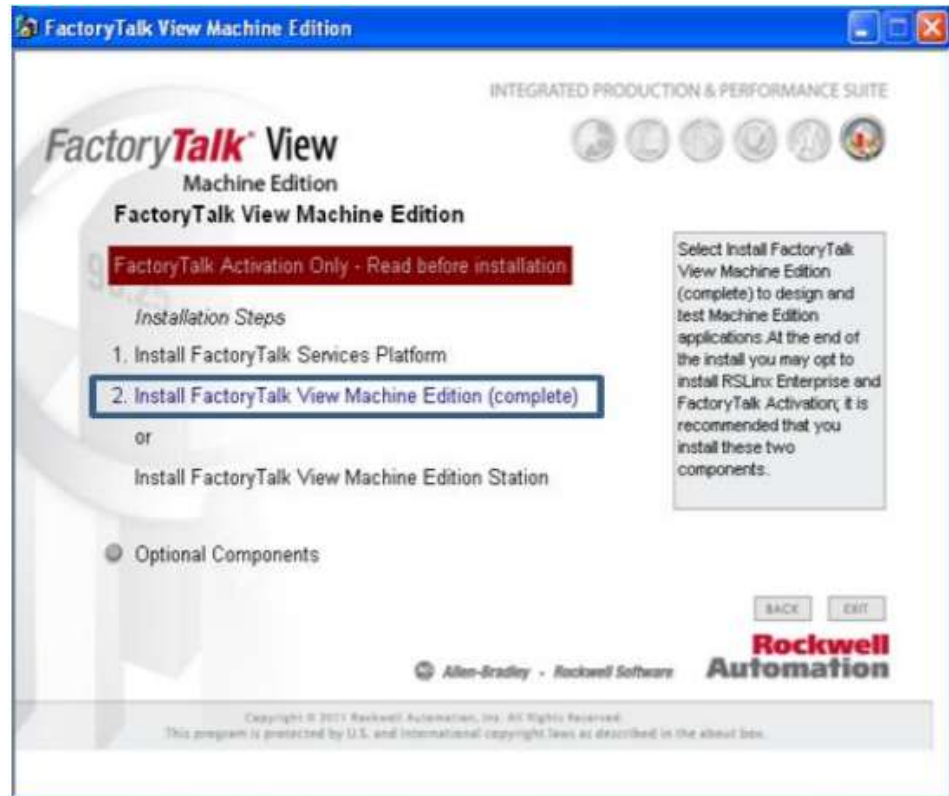
Presionar el archivo Setup AutoPlay Application



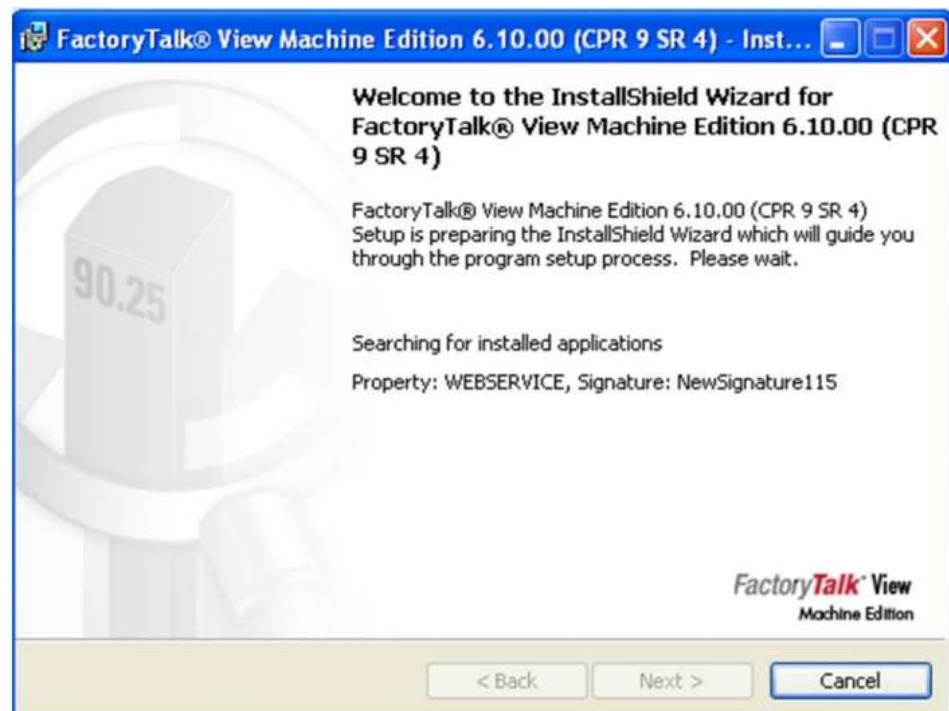
Al ejecutar aparecerá esta ventana



Se selecciona la opción de instalación completa.



Por último, aparecen una serie de ventanas que cargara la configuración preliminar



4.2.7. Resultado de la solución.

Para este tipo de plantas donde la tecnología es pieza fundamental en el proceso, es muy importante poder contar con sistemas acordes a los resultados, parte de ello es también poder contar con los repuestos ya que estos no son eternos; en el entorno económico la automatización se ha convertido en una pieza clave optimizando la producción y satisfaciendo la demanda; por ello hoy en día es un factor clave en el desarrollo y crecimiento empresarial.

Si bien es cierto pueden resultar elevados los costos de implementación de estos sistemas como hardware y software, pero la inversión puede amortizarse con rapidez si se hace un buen análisis que permita decidir la factibilidad de implementar o mejorar.

En este caso, se pudo evaluar y demostrar que existe deficiencia del sistema actual en operación, el cual en los últimos años es más reiterativo y que necesariamente requiere mejorar no solo por la carencia, si no por la falta de soporte técnico ya que estos sistemas dejaron de fabricarse hace varios años.

Por el lado económico se demostró que es factible la inversión de migrar a un nuevo sistema de la misma familia de Rockwell y que hoy en día es una moderna plataforma que está vigente; la recuperación de la inversión sería inmediata según las cifras de producción; así mismo se pudo demostrar que de mantener el sistema actual PLC-5 podría generar fuertes pérdidas económicas y quizás pérdidas de clientes.

Por último, se planteó un plan de migración por etapas que permitirá que el sistema se desarrolle de forma ordenada sin perjudicar en ningún momento el proceso, asimismo se diseñó la nueva arquitectura de comunicación con el nuevo sistema controllogix que se acoplaría sin problemas al actual proceso.

V. DISCUSIÓN

5.2. Análisis de discusión de resultados

El resultado estadístico obtenido genera algunas observaciones y análisis sobre las variables de estudio con el fin de realizar procedimientos estadísticos. Se obtuvo una significancia del 0.884 con una interpretación de correlación positiva alta para ambas variables, V1 Sistema Controllogix y V2 Confiabilidad del Proceso de acuerdo con estadística de fiabilidad alfa de Cronbach, teniendo como muestra 26 funcionarios, quienes formaron parte del proceso de investigación de acuerdo con las variables y dimensiones de estudio a fin de tener datos fiables y confiables.

Según la prueba correlación Spearman la variable SISTEMA CONTROLLOGIX se relaciona significativamente con la CONFIABILIDAD DEL PROCESO en la Planta de Separación de Gases del Aire; con una relación de $Rho = 0.700$, donde según la table de interpretación se ubica como correlación “positiva alta” y una significancia de $0.000 < 0.05$, rechazándose la hipótesis nula H_0 ; para el resultado de Chi-Cuadrado se obtuvo un valor de 0.0025 siendo menor que el Alpha 0.05 con un $gl169$, encontrándose también en la zona de rechazo H_0 , aceptando la hipótesis alternativa H_i

HIPOTESIS ESPESIFICA 1: Como el valor de significancia es (valor critico observado) $0.019 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir La Confiabilidad del proceso se relaciona significativamente con la Transmisión de la señal de comunicación entre los controladores del Sistema Controllogix de la planta de separación de gases del Aire Pisco 2019

HIPOTESIS ESPESIFICA 2: Como el valor de significancia es (valor critico observado) $0.001 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir La Confiabilidad del proceso se relaciona significativamente con la inversión en la implementación y programación del nuevo Sistema Controllogix de la planta de separación de gases del Aire Pisco 2019

HIPOTESIS ESPESIFICA 3: Como el valor de significancia es (valor critico observado) $0.000 < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis

alternativa, es decir La Confiabilidad del proceso se relaciona significativamente con el Sistema de Control Automático de la planta de separación de gases del Aire Pisco 2019

El proyecto en mención nació de observar los problemas continuos que se vinieron dando en el día a día con el área de operaciones, esto se vio reflejado en los registros de producción, así mismo al revisar el stock de repuestos críticos de la unidad se notó que es muy insuficiente y que la adquisición de los mismo en el mercado actual es nula, la reparación de estos no garantiza el funcionamiento de los sistemas críticos, por tal motivo se propone migrar a un sistema, que en el futuro y con el soporte de Rockwell, evitar paradas no programadas.

Como objetivo principal se demuestra que instalar el nuevo sistema Controllogix influye en la mejora de todo el proceso de Separación de la planta de Gases del aire mejorando las señales de comunicación entre los controladores y el Scada; en corto tiempo tendrá beneficios productivos sin generar un impacto económico negativo considerable, ya que la recuperación de la inversión será en menos de 1 año el proceso; de para llevarlo a cabo será de manera escalonada y por etapas, el cual permita que en ninguna circunstancia comprometa la operación en línea.

Analizando el aspecto preventivo, se demuestra que la adquisición de los repuestos críticos en la parte lógica física es factible; esto por la vigencia en el mercado actual para este nuevo sistema de la familia Controllogix, de tal manera se asegura contar con el stock mínimo de repuestos críticos en caso de ser requeridos según programa de mantenimiento garantizando la disponibilidad y confiabilidad del proceso.

Como aspecto económico, se demuestra que el retorno de la inversión en el tiempo es rápido, demostrando que el C/B en el cuadro de recuperación de la inversión del Sistema Controllogix desde el segundo mes es >1 , siendo este un factor deseado para la tasa de recuperación estimada.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

PRIMERA: Respecto al HG, se comprobó mediante la prueba de correlación de Spearman que las variables **Sistema Controllogix** se relaciona significativamente con la **confiabilidad del Proceso** con una relación de **Rho=0.700** siendo esta una correlación positiva alta con una significancia es **< 0.05** aceptando la hipótesis alternativa, en tal sentido se concluye que la migración del sistema obsoleto PL-5 al sistema Controllogix mejora notablemente la comunicación entre los controladores y el Scada del proceso el cual se ve reflejado en los indicativos de procesos el cual mide Confiabilidad y Disponibilidad, ya que al cambiar la comunicación obsoleta DH+ por comunicación IP, es más veloz; en base a los resultados en la tabla 15, figura 12 se observa que un total de **96.1%** está de acuerdo y un **3.8%** no opina, afirmando totalmente la pregunta; por otro lado el procesamiento de información del nuevo sistema es más eficiente.

SEGUNDA: Respecto al H1, se comprobó mediante la prueba del Chi-Cuadrado, el valor de significancia **0.019** es **< 0.05** aceptando la hipótesis alternativa, en tal sentido se concluye que al mejorar la señal de transmisión mediante el protocolo Ethernet se mejora la velocidad y señal de respuesta en el proceso ya que utiliza señal de comunicación EtherNet/IP en los módulos de E/S digitales; en base a los resultados en la tabla 14, figura 11, se observa que un total de **92.3%**, un **3.8%** está en desacuerdo y un **3.8%** no opina lo cual se afirma la pregunta; con esto se evita alterar valores en el proceso que puedan comprometer la producción, evitando paradas no programadas y producción fuera de especificación.

TERCERA: Respecto al H2, se comprobó mediante la prueba del Chi-Cuadrado, el valor de significancia **0.001** es **< 0.05** aceptando la hipótesis alternativa, en tal sentido se concluye que al migrar al nuevo sistema Controllogix y realizar una programación adecuada se recuperaría la inversión en 1 año; en base a el análisis costo beneficio con los valores reales de producción; los resultados en la tabla 27, figura 24, se observa que un total de **76.9%** está de acuerdo, un **11.5%** en desacuerdo y un **11.5%** no opina lo cual se afirma la pregunta; cada parada de

planta por alguna falla en el sistema automatizado impacta notablemente en los costos de producción, por ello la importancia de contar con un nuevo sistema más confiable.

CUARTA: Respecto al H3, se comprobó mediante la prueba del Chi-Cuadrado, el valor de significancia **0.000** es **< 0.05** aceptando la hipótesis alternativa, en tal sentido se concluye que al migrar al nuevo sistema Controllogix por etapas se evita que en sistema de control de operación en línea pierda la información de programación, ya que al realizar la migración por etapas permite que el sistema pueda realizar programas de respaldo (Backup) al momento de realizar una migración en caso suceda algún conflicto en la programación; con esta acción se asegura que la operación de la planta no se comprometa; en base a los resultados en la tabla 26, figura 23, se observa que un total de **61.5%** está de acuerdo, un **15.3%** en desacuerdo y un **23.1%** no opina lo cual se afirma la pregunta; por ello la importancia de evaluar y elaborar un plan de migración.

VII. RECOMENDACIONES

7.2. Recomendaciones

PRIMERA: Como principal recomendación de la presente investigación es, mantener la comunicación con el área de proyecto ya que esta área es la encargada de validar cualquier cambio de sistema en el proceso.

SEGUNDA: Es necesario realizar las pruebas de funcionamiento OFF LINE para asegurar y confirmar que el nuevo sistema es confiable, así mismo hacer una copia de seguridad del sistema anterior como contingencia.

TERCERA: Es importante contactarse con integradores representantes de la marca Rockwell, garantizando que el proceso de migración es factible y no surjan problema en el transcurso de la migración. La adquisición física del nuevo sistema requiere que sea con la misma firma Rockwell para conseguir mejores precios del mercado y a la vez garantizando el producto.

CUARTA: Es importante contar con toda la información para la migración por etapas como, planos eléctricos, estructura de comunicación entre los controladores, backups del proceso para que la migración por etapas se de en óptimas condiciones sin comprometer el proceso en línea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almazan Escalona, J. & Rodríguez Sanchez, L.S. (2010). *MIGRACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL EN RED DH+ POR ETHERNET IP*. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL ESIME ZACATENCO. Recuperado a partir de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/7183/1/5.pdf>

Quintana Pando, M. E. (2012). *MIGRACION DE UNA RED INDUSTRIAL PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS AL PROTOCOLO IEC 61850*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Recuperado a partir de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1300/QUINTANA_PANDO_MARIA_RED_INDUSTRIAL_PROTOCOLO_IEC61850.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García Villacsís, M. E. (2014). *SISTEMA SCADA PARA EL PROCESO DE PALETIZADO L4 DE ENVACES DE CRISTAL EN LA EMPRESA CRITALERA DEL ECUADOR S.A CRIDESA DE GUAYAQUIL. IGRACION DE UNA RED INDUSTRIAL PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS AL PROTOCOLO IEC 61850*. UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO. Recuperado a partir de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8550>

Kaiser Alvarez, K. A. (2008). *ESTUDIO DE LA PLATAFORMA INTEGRADA DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL FABRICANTE ROCKWELL AUTOMATION Y SU APLICACIÓN COMO SOLUCIÓN REAL DE AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. Recuperado a partir de https://www.academia.edu/8749422/ESTUDIO_DE_LA_PLATAFORMA_INTEGRADA_DE_ROCKWELL_AUTOMATION

Peñaranda Loayza, R. A. (2010) *ANALISIS Y ESTUDIO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL SCADA EN EL BLOQUE 16 REPSOL YPF*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO. Recuperado a

partir de

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/609/1/99536.pdf>

Sacalxot López, W. O. (2012) *PROPUESTA PARA MIGRACION DEL SISTEMA DE CONTROL APASC+ PROCESSUITE V3.01 HACIA SIMATIC PCS7 APACS+ OSV7.0 EN UNA PLANTA INDUSTRIAL*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Recuperado a partir de

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0184_ME.pdf

De Sousa Costa, J. J. (2006) *ESTUDIO TÉCNICO PARA LA ACTUALIZACIÓN DE SISTEMAS DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN DE LA PLANTA DE RUCIO VIEJO TOTAL UBICADA EN JUSEPIN, EDO.MONAGAS. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA*. CENTRAL DE VENEZUELA. Recuperado a partir de

<http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/2450/1/TESIS SCADA.pdf>

Arellano Aldave, C. M. & Bobadilla Añasco, M. A. (2014) *DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO REDUNDANTE PARA AGILIZAR EL PROCESAMIENTO DE LA DATA OBTENIDA EN EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN EN LOS PRODUCTOS ENLATADOS EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO*. Recuperado a partir de

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/605/1/ARELLANO_CESAR_SIS_TEMA_MONITOREO_REDUNDANTE.pdf

Córdova Suarez, J. C. & García Villacís, F. V. (2009) *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL ETHERNET, PROFIBUS, PROFINET PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE 18 MÁQUINAS DE INYECCIÓN EN LA PLANTA DE LONA DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO ECUADOR*. Recuperado a partir de

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/3214>

Botero Correa, D. F. & Beltrán Castro, J. H. (2208) *ANALISIS DE Y DISEÑO DE UNA RED INDUSTRIAL DE COMUNICACIONES PARA EL LABORATORIO DE*

ROBOTICA Y SISTEMAS INTEGRADOS DE FABRICACIÓN DEN LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE (LRSIF). UNIVERSIDAD DE LA SALLE.

Recuperado a partir de

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16666/T44.08>

[B657a.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16666/T44.08/B657a.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Muñoz Jorquera, J. M. (2007) *ESTUDIO DE APLICACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DEVICENET Y CONTROLNET DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES COMO SOLUCIÓN DE RED DE CAMPO Y PROCESO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL.* UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. Recuperado a partir de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcm971e/doc/bmfcm971e.pdf>

Musante, M. (2016) *DISEÑO DE UNA RED INDUSTRIAL.* UNIVERSIDAD PRIVADA ITBA DE BUENOS AIRES. Recuperado a partir de

<https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/876/TELCO>

[Musante.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/876/TELCO/Musante.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Orosco Iguasnia, F. E. (2015) *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CONTROL Y COMUNICACIÓN POR INTERNET PARA REPORTE DE PROCESOS INDUSTRIALES PARA TOMA DE DESICIONES A NIVEL GERENCIAL.* PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.

Recuperado a partir de

http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7933/Tesis_Final_Fausto

[Orozco.pdf;sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7933/Tesis_Final_Fausto/Orozco.pdf;sequence=1)

Gallegos Ramírez, J. M. & Delgado Guerrero, E. H. (2015) *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL MODBUS PARA EL CONTROL DE ACTUADORES TRIFÁSICOS EN EL LABORATORIO DE FABRICACIÓN FLEXIBLE.* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL.

Recuperado a partir de

https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10386/1/UPS_GT001418.pdf

ANEXOS

ANEXO N° 01

MATRIZ DE CONSISTENCIAS – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“MIGRACION DEL SISTEMA PLC-5 AL SISTEMA CONTROLLOGIX PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS CONTROLADORES Y EL SCADA DE LA PLANTA DE SEPARACION DE GASES DEL AIRE, PISCO 2019”

Objetivos	Problemas	Hipótesis	Metodología de la investigación	Variables	Dimensiones	Indicadores
<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar en qué aspecto la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix influye en la confiabilidad del proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019. <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Especificar en qué medida la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix acrecienta la señal de respuesta hacia el Scada en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019. Especificar como se reduce los costos por la migración del sistema PLC-5 al sistema Controllogix hacia el Scada en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019. Establecer un plan de migración del sistema PLC-5 al sistema ControlLogix por etapas en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019. 	<p>Problema General</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿En qué aspecto la migración del sistema PLC5 al sistema ControlLogix influye en la confiabilidad del proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019? <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿En qué medida la migración del sistema PLC-5 al sistema ControlLogix mejora la señal de respuesta hacia el Scada en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019? ¿De qué manera se reduce los costos por la migración del sistema PLC-5 al sistema ControlLogix hacia el Scada en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019? ¿Cómo se realiza el proceso de migración del sistema PLC-5 al sistema ControlLogix hacia el Scada en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019? 	<p>Hipótesis General</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante el sistema Controllogix en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019 se mejora la confiabilidad del proceso entre los controladores y el Scada. <p>Hipótesis Específicos</p> <p>H1: Mediante el protocolo de comunicación Ethernet de Controllogix se mejora la velocidad y señal de respuesta hacia el Scada en el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019.</p> <p>H2: Mediante el estudio de análisis costo beneficio, se recupera la inversión por migración del sistema PLC-5 al sistema ControlLogix.</p> <p>H3: Mediante un plan de migración por etapas al nuevo sistema Controllogix con protocolo de comunicación Ethernet para todo el proceso de la Planta de Separación de Gases del Aire Pisco 2019, de esta forma, permite realizar el cambio sin comprometer la operación.</p>	<p>Tipo de Investigación Tipo: Aplicada. Nivel: Explicativo. Diseño: No experimental</p> <p>Población y muestra Personal de Operaciones de la unidad (Técnicos de Producción, Jefe de Planta, Ing. De Procesos, Tec. Mantenimiento, Ing. Mantenimiento)</p> <p>Técnicas e Instrumentos Encuesta. Cuestionario de encuesta.</p>	<p>Variable Independiente Sistema Controllogix.</p> <p>Variable Dependiente Confiabilidad del Proceso</p>	<p>Transmisión</p> <p>Programación</p> <p>Sistema de control Automático</p> <p>Tendencias</p>	<p>Señal de comunicación</p> <p>Scada</p> <p>Programa de mantenimiento</p> <p>Registro de Producción</p>

ANEXO N° 02

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

"MIGRACION DEL SISTEMA PLC-5 AL SISTEMA CONTROLLOGIX PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS CONTROLADORES Y SCADA DE LA PLANTA DE SEPARACION DE GASES DEL AIRE, PISCO 2019"

Variable	Dimensiones	Indicadores	Items	Escala de Valoración	Instrumento
Sistema Controllogix	Transmisión	Señal de comunicación.	1 ¿En ocasiones, tienes problemas con el proceso de la planta por causa de tu sistema de comunicación del PLC?	1. Totalmente de acuerdo 2. De acuerdo 3. Neutral 4. En desacuerdo	Encuesta
			2 ¿Crees que el problema de comunicación se ha incrementado este último año?		
			3 ¿Crees Tú que debes tener los conocimientos sobre el sistema de comunicación y automatización aplicado al proceso de la unidad?		
			4 ¿Es muy importante una buena señal de comunicación entre el PLC y el Scada para tu proceso?		
			5 ¿En algunos casos, al ejecutar una orden desde el Scada hacia un dispositivo de control, este no respondió?		
			6 ¿Cuándo ha parado la planta, en ocasiones fue por alguna mala señal de comunicación del proceso?		
			7 ¿Los problemas de señal comunicación con el PLC-5, influyen el arranque de tu proceso, demorándolo más de lo normal?		
			8 ¿En algún momento la señal de tu Scada se alteró y mostro valores anormales?		
			9 ¿Tener fallas en la señal de comunicación, afecta directamente tu producción?		
			10 ¿Consideras constante la mala de señal de comunicación en tu proceso?		
			11 ¿Crees que tener una mejor señal de respuesta en tu operación mejoraría tu producción?		
			12 ¿Consideras necesario la migración del sistema comunicación DH+ PLC-5 al sistema de comunicación Ethernet Controllogix?		
			13 ¿Consideras que la empresa debería migrar no solo a un nuevo sistema sino con nuevos paneles?		
			14 ¿Consideras que la migración debería ser de la misma patente Rockwell y no otra?		
			15 ¿Consideras que pensar en migrar debió haberse pensado con anterioridad?		
			16 ¿Si se llegase migrar a un nuevo PLC, los nuevos paneles con sus módulos Controllogix deberían estar ubicados en un solo lugar y no como están actualmente?		
	Programación.	Scada.	17 ¿En algún momento los datos en el Scada se alteraron y mostro valores fuera de rangos?		
			18 ¿Si el Scada fallara, no existiría otra forma de operar el proceso de producción?		
			19 ¿El mal funcionamiento del Scada sería crítico para el sistema de automatización?		
			20 ¿Tu sistema Scada actual almacena y muestra la información de forma confiable de tu proceso?		
			21 ¿El proceso de configuración de un nuevo sistema Scada NO ocasionaría alguna pérdida en la producción?		
			22 ¿Crees complicado realizar la migración a un nuevo sistema?		
			23 ¿Crees tú que migrar a un nuevo sistema tiene que ser por etapas según el proceso?		
			24 ¿El costo por la migración al nuevo sistema NO demandaría mucho gasto ya que la recuperación de la inversión retornaría a corto plazo?		

Confiabilidad del Proceso	Sistema de control automático	Programa de Mantenimiento.	<p>25 ¿Consideras importante que tu sistema Scada actual envíe información del estado de operatividad de tus instrumentos en tiempo real?</p> <p>26 ¿Consideras importante que tu sistema Scada pueda gestionar el mantenimiento de tus instrumentos del proceso?</p> <p>27 ¿Reparar los equipos dañados generaría más gasto que migrar a un sistema vigente, ya que la reparación de estos no garantiza la confiabilidad?</p> <p>28 ¿Crees importante tener actualizado en tu almacén el stock de respuestos críticos para el sistema PLC?</p> <p>29 ¿Tu programa de mantenimiento cumple con la confiabilidad y disponibilidad que requiere el proceso?</p> <p>30 ¿Es difícil adquirir los repuestos de tu sistema actual en el mercado mundial?</p> <p>31 ¿Consideras elevado el costo por la adquisición de los respuestos críticos para tu proceso?</p> <p>32 ¿El stock actual de tus respuestos críticos para tu sistema PLC-5 es insuficiente?</p>	5. Totalmente desacuerdo
	Tendencias	Registro de Producción.	<p>33 ¿Consideras que las tendencias de tu Scada es el único medio por el cual se registran y obtienen los datos de producción?</p> <p>34 ¿En ocasiones has tenido problemas con el ingreso de reporte en el registro de producción por mala información de las tendencias del proceso en tu Scada?</p> <p>35 ¿Si tu Scada fallara NO tendrías como obtener las tendencias de tu proceso?</p> <p>36 ¿El registro de producción es un indicador de falla en el sistema de proceso?</p> <p>37 ¿Si el sistema PLC-5 fallase, afectaría el consumo específico diario de la Planta?</p> <p>38 ¿En tu registro de producción existen reportes que confirman fallas de su sistema actual PLC-5?</p> <p>39 ¿Consideras al registro de producción necesario para determinar la confiabilidad de tu sistema?</p> <p>40 ¿Consideras que migrar al nuevo sistema Controllogix influirá en la mejora de tu consumo específico en el registro de producción?</p>	

ANEXO N° 03 INSTRUMENTOS

ENCUESTA

"MIGRACION DEL SISTEMA PLC-5 AL SISTEMA CONTROLLOGIX PARA LA MEJORA DEL PROCESO DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS CONTROLADORES Y SCADA DE LA PLANTA DE SEPARACION DE GASES SEPARACIÓN DEL AIRE, PISCO 2019"

DEPARTAMENTO DE OPERACIONES

AREA:

FECHA: / /

Cuestionario de investigación anónimo para comprender y analizar la propuesta de Migración del sistema plc-5 al sistema controllogix para la mejora del proceso de comunicación entre los controladores y Scada de la planta de separacion de gases separación del aire, pisco 2019.

Lee detenidamente cada pregunta y responde con la mayor sinceridad marcando con una (X) la opción que mas creas conveniente según el cuadro de valoración

6	4	3	2	1
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente desacuerdo

Marca con una "X" la afirmativa	Alternativa de respuesta				
	1	2	3	4	5
1. ¿En ocasiones, tienes problemas con el proceso de la planta por causa de tu sistema de comunicación del PLC?					
2. ¿Crees que el problema de comunicación se ha incrementado este último año?					
3. ¿Crees TÚ que debes tener los conocimientos sobre el sistema de comunicación y automatización aplicado al proceso de la unidad?					
4. ¿Es muy importante una buena señal de comunicación entre el PLC y el Scada para tu proceso?					
5.- ¿En algunos casos, al ejecutar una orden desde el Scada hacia un dispositivo de control, este no respondió?					
6.- ¿Cuándo ha parado la planta, en ocasiones fue por alguna mala señal de comunicación del proceso?					
7.- ¿Los problemas de señal comunicación con el PLC-5, influyen el arranque de tu proceso, demorándolo más de lo normal?					
8.- ¿En algún momento la señal de tu Scada se alteró y mostro valores anormales?					

9.- ¿Tener fallas en la señal de comunicación, afecta directamente tu producción?					
10.- ¿Consideras constante la mala de señal de comunicación en tu proceso?					
11.- ¿Crees que tener una mejor señal de respuesta en tu operación mejoraría tu producción?					
12.- ¿Consideras necesario la migración del sistema comunicación DH+ PLC-5 al sistema de comunicación Ethernet Controllogix?					
13.- ¿Consideras que la empresa debería migrar no solo a un nuevo sistema sino con nuevos paneles?					
14.- ¿Consideras que la migración debería ser de la misma patente Rockwell y no otra?					
15.- ¿Consideras que pensar en migrar debió haberse pensado con anterioridad?					
16.- ¿Los nuevos paneles con sus módulos Controllogix deberían estar ubicados en un solo lugar y no como están actualmente?					
17.- ¿En algún momento los datos en el Scada se alteraron y mostro valores fuera de rangos?					
18.- ¿Si el Scada fallara, no existiría otra forma de operar el proceso de producción?					
19.- ¿El mal funcionamiento del Scada sería crítico para el sistema de automatización?					
20.- ¿Tu sistema Scada almacena y muestra la información de forma confiable de tu proceso?					
21.- ¿El proceso de configuración de un nuevo sistema Scada NO ocasionaría alguna pérdida en la producción?					
22.- ¿Crees complicado realizar la migración a un nuevo sistema?					
23.- ¿Crees tú que migrar a un nuevo sistema tiene que ser por etapas según el proceso?					
24.- ¿El costo por la migración al nuevo sistema NO demandaría mucho gasto ya que la recuperación de la inversión retornaría a corto plazo?					
25.- ¿Consideras importante que tu sistema Scada actual envíe información del estado de operatividad de tus Instrumentos en tiempo real?					
26.- ¿Consideras importante que tu sistema Scada pueda gestionar el mantenimiento de tus Instrumentos del proceso?					
27.- ¿Reparar los equipos dañados generaría más gasto que migrar a un sistema vigente, ya que la reparación de estos no garantiza la confiabilidad?					
28.- ¿Crees importante tener actualizado en tu almacén el stock de respuestos críticos para el sistema PLC-5?					
29.- ¿Tu programa de mantenimiento cumple con la confiabilidad y disponibilidad					

que requiere el proceso?					
30.- ¿Es difícil adquirir los repuestos de tu sistema actual en el mercado mundial?					
31.- ¿Consideras elevado el costo por la adquisición de los repuestos críticos para tu proceso?					
32.- ¿El stock actual de tus repuestos críticos para tu sistema PLC-5 es insuficiente?					
33.- ¿Consideras que las tendencias de tu Scada es el único medio por el cual se registran y obtienen los datos de producción?					
34.- ¿En ocasiones has tenido problemas con el ingreso de reporte en el registro de producción por mala visualización de las tendencias del proceso en tu Scada?					
35.- ¿Si tu Scada fallara NO tendrías como obtener las tendencias de tu proceso?					
36.- ¿El registro de producción es un indicador de falla en el sistema de proceso?					
37.- ¿Si el sistema PLC-5 fallase, afectaría el consumo específico diario de la Planta?					
38.- ¿Con el sistema actual PLC-5 existen reportes que confirman la falla de dicho sistema en tu registro de producción?					
39.- ¿Consideras al registro de producción necesario para determinar la confiabilidad de tu sistema?					
40.- ¿Consideras que migrar al nuevo sistema Controllogix influirá en la mejora de tu consumo específico en el registro de producción?					

Gracias por su colaboración.

**ANEXO N° 04
VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

Petales Sánchez Maximandro Odito

DNI: 10357529

Especialidad del validador: Doctor en Educación

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima 21 de diciembre del 2019


Firma del Validador

Observaciones (precisar si hay suficiencia): tiene suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

Bernavento Onellara Escobar Hugo

DNI: 10626370

Especialidad del validador: ing. Sistemas

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

22 de 12 del 2019


Firma del Validador

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

Mg. Edilit G. Rosales Paronyez

DNI: 25703679

Especialidad del validador: Psicología

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

22 de Dic. del 2019


Firma del Validador

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA CONTROLLOGIX**

N°	Dimensiones / Ítem	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	I. TRANSMISION							
1	¿En ocasiones, tienes problemas con el proceso de la planta por causa de tu sistema de comunicación del PLC?	/		/		/		
2	¿Crees que el problema de comunicación se ha incrementado este último año?	/		/		/		
3	¿Crees Tú que debes tener los conocimientos sobre el sistema de comunicación y automatización aplicado al proceso de la unidad?	/		/		/		
4	¿Es muy importante una buena señal de comunicación entre el PLC y el Scada para tu proceso?	/		/		/		
5	¿En algunos casos, al ejecutar una orden desde el Scada hacia un dispositivo de control; este no respondió?	/		/		/		
6	¿Cuándo ha parado la planta, en ocasiones fue por alguna mala señal de comunicación del proceso?	/		/		/		
7	¿Los problemas de señal comunicación con el PLC-5, influyen el arranque de tu proceso, demorándolo más de lo normal?	/		/		/		
8	¿En algún momento la señal de tu Scada se alteró y mostro valores anormales?	/		/		/		
9	¿Tener fallas en la señal de comunicación, afecta directamente tu producción?	/		/		/		
10	¿Consideras constante la mala de señal de comunicación en tu proceso?	/		/		/		
11	¿Crees que tener una mejor señal de respuesta en tu operación mejoraría tu producción?	/		/		/		
12	¿Consideras necesario la migración del sistema comunicación DH+ PLC-5 al sistema de comunicación Ethernet Controllogix?	/		/		/		
13	¿Consideras que la empresa debería migrar no solo a un nuevo sistema sino con nuevos paneles?	/		/		/		
14	¿Consideras que la migración debería ser de la misma patente Rockwell y no otra?	/		/		/		
15	¿Consideras que pensar en migrar debió haberse pensado con anterioridad?	/		/		/		

16	¿Si se llegase migrar a un nuevo PLC, los nuevos paneles con sus módulos Controllogix deberían estar ubicados en un solo lugar y no como están actualmente?	/	/	/		
II. PROGRAMACIÓN		/	/	/		
17	¿En algún momento los datos en el Scada se alteraron y mostro valores fuera de rangos?	/	/	/		
18	¿Si el Scada fallara, no existiría otra forma de operar el proceso de producción?	/	/	/		
19	¿El mal funcionamiento del Scada sería crítico para el sistema de automatización?	/	/	/		
20	¿Tu sistema Scada almacena y muestra la información de forma confiable de tu proceso?	/	/	/		
21	¿El proceso de configuración de un nuevo sistema Scada NO ocasionaría alguna pérdida en la producción?	/	/	/		
22	¿Crees complicado realizar la migración a un nuevo sistema?	/	/	/		
23	¿Crees tú que migrar a un nuevo sistema tiene que ser por etapas según el proceso?	/	/	/		
24	¿El costo por la migración al nuevo sistema NO demandaría mucho gasto ya que la recuperación de la inversión retornaría a corto plazo?	/	/	/		

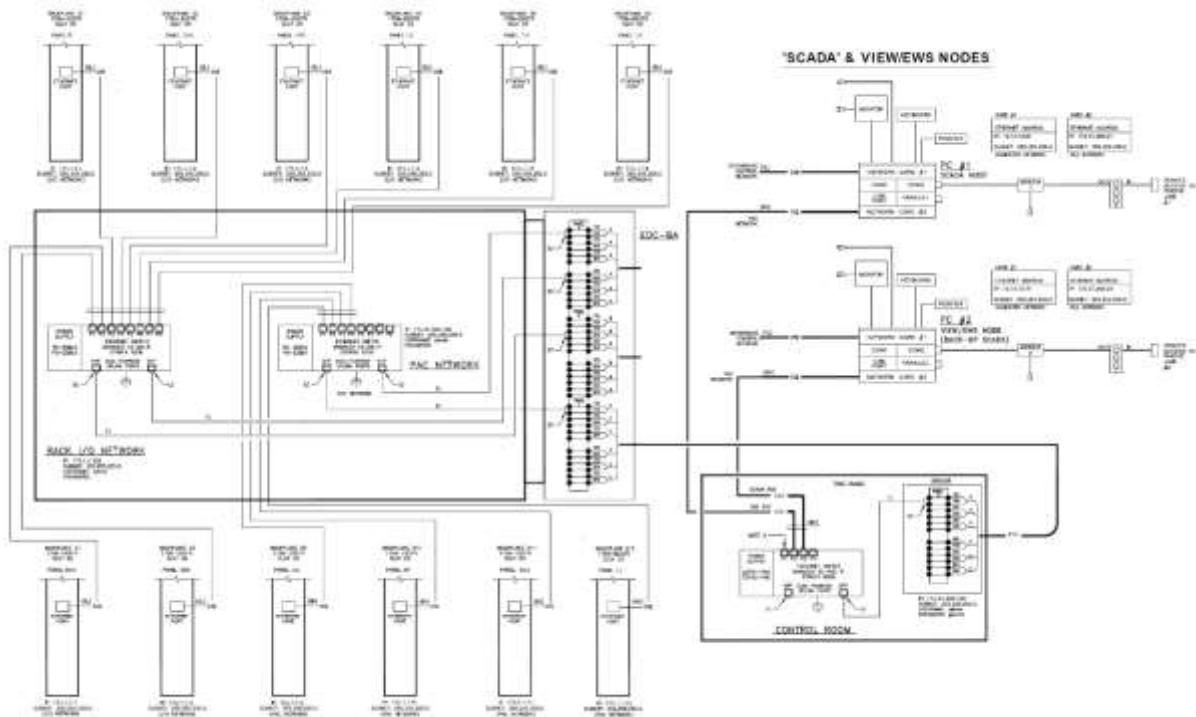
**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE: CONFIABILIDAD DEL PROCESO**

N°	Dimensiones / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
I. SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO								
25	¿Consideras importante que tu sistema Scada actual envíe información del estado de operatividad de tus instrumentos en	/		/		/		
26	¿Consideras importante que tu sistema Scada pueda gestionar el mantenimiento de tus instrumentos del proceso?	/		/		/		
27	¿Reparar los equipos dañados generaría más gasto que migrar a un sistema vigente, ya que la reparación de estos no garantiza la confiabilidad?	/		/		/		
28	¿Crees importante tener actualizado en tu almacén el stock de repuestos críticos para el sistema PLC?	/		/		/		

29	¿Tu programa de mantenimiento cumple con la confiabilidad y disponibilidad que requiere el proceso?	/	/	/		
30	¿Es difícil adquirir los repuestos de tu sistema actual en el mercado mundial?	/	/	/		
31	¿Consideras elevado el costo por la adquisición de los repuestos críticos para tu proceso?	/	/	/		
32	¿El stock actual de tus repuestos críticos para tu sistema PLC-5 es insuficiente?	/	/	/		
	II. TENDENCIAS	Si	No	Si	No	Si
33	¿Consideras que las tendencias de tu Scada es el único medio por el cual se registran y obtienen los datos de producción?	/	/	/		
34	¿En ocasiones has tenido problemas con el ingreso de reporte en el registro de producción por mala información de las tendencias del proceso en tu Scada?	/	/	/		
35	¿Si tu Scada fallara NO tendrías como obtener las tendencias de tu proceso?	/	/	/		
36	¿El registro de producción es un indicador de falla en el sistema de proceso?	/	/	/		
37	¿Si el sistema PLC-5 fallase, afectaría el consumo específico diario de la Planta?	/	/	/		
38	¿En tu registro de producción existen reportes que confirman fallas de su sistema actual PLC-5?	/	/	/		
39	¿Consideras al registro de producción necesario para determinar la confiabilidad de tu sistema?	/	/	/		
40	¿Consideras que migrar al nuevo sistema Controllogix influirá en la mejora de tu consumo específico en el registro de producción?	/	/	/		

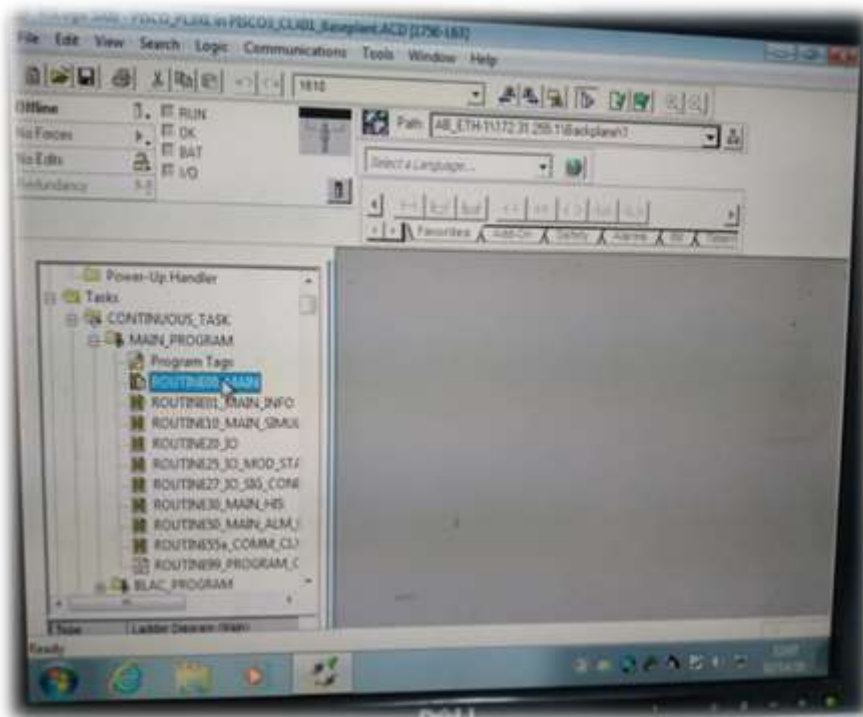
ANEXO N° 06 PROPUESTA DE VALOR

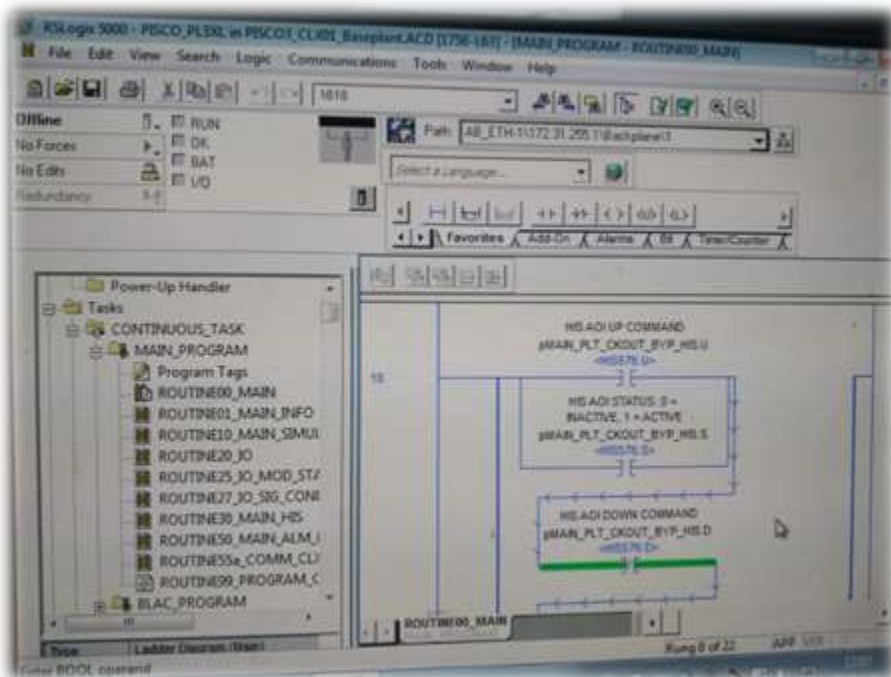
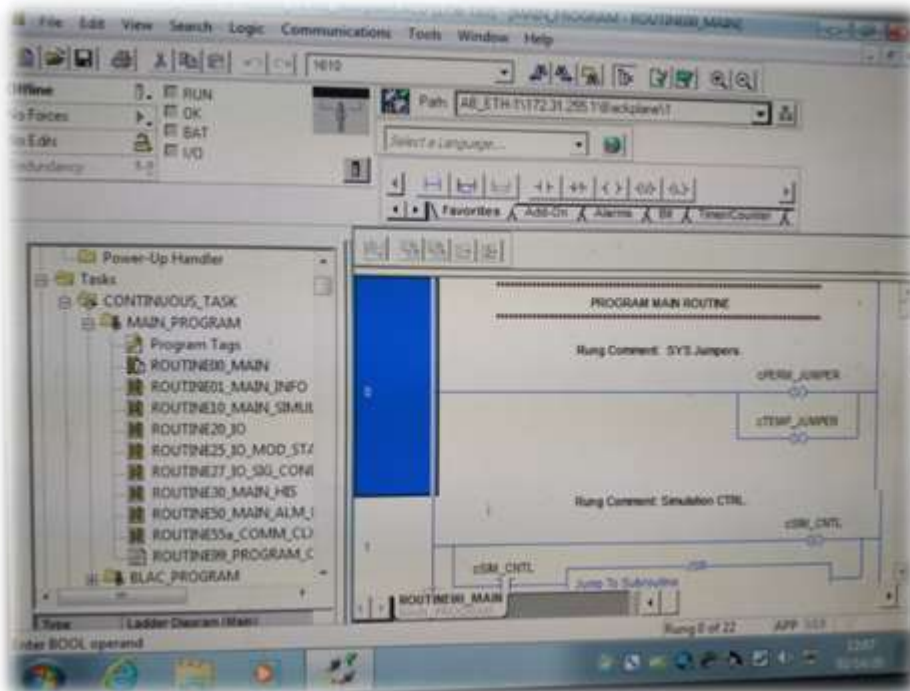
DISEÑO DE ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN SISTEMA CONTROLLOGIX PARA LA PLANTA SEPARACIÓN DE GASES DEL AIRE PISCO

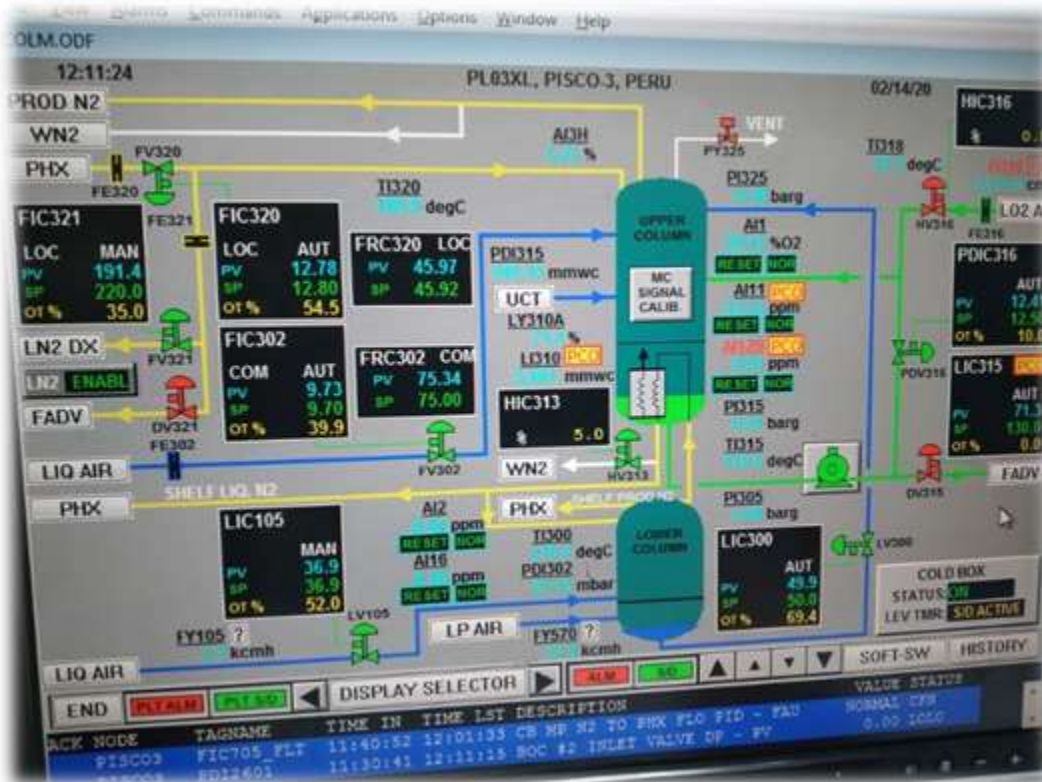
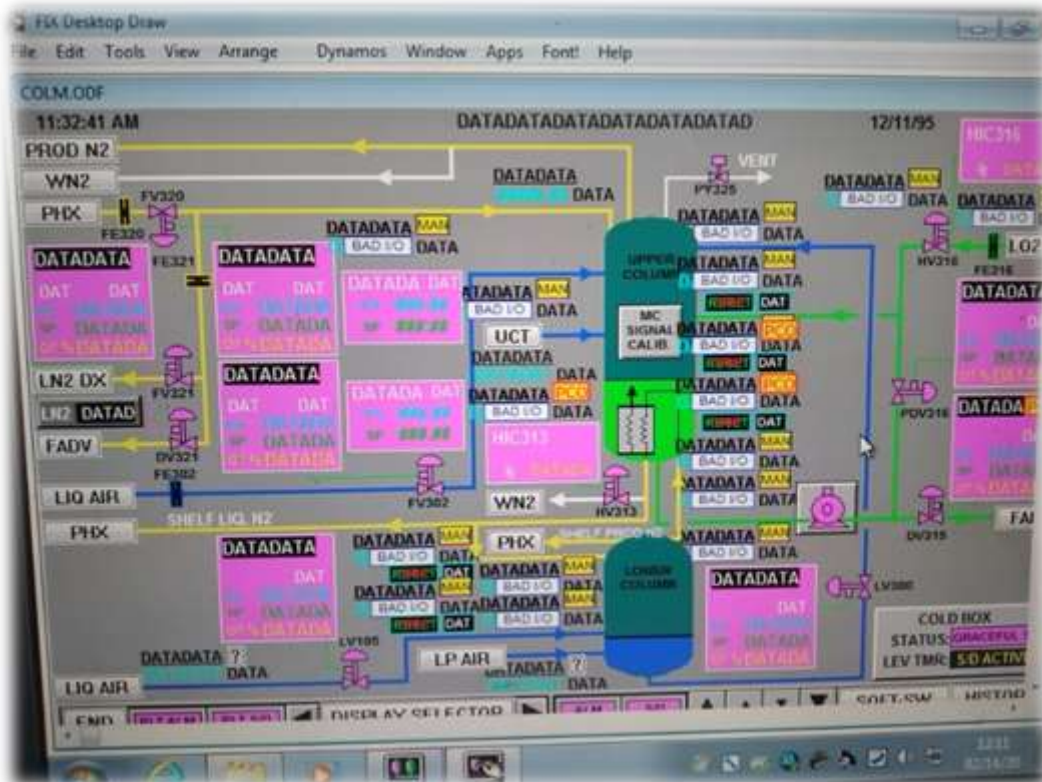


INSTALACION Y CONFIGURACION DE SCADA RSLOGIX5000 SISTEMA CONTROLLOGIX











BLAC	ALM	NO	LOGO	Alarm Summary	
PP	ALM	NO	BOC #1	ALM	NO
BAC	ALM	NO	BOC #2	ALM	NO
UC TURB	ALM	NO	O2 DRX	ALM	NO
PHX N2	ALM	NO	O2 VAP	ALM	NO
PHX O2	ALM	NO	O2PL/MTR	ALM	NO
COLM	ALM	NO	PID ALM	ALM	NO
LO2 PUMP	ALM	NO	CLX_01	ALM	NO
ANLZ	ALM	NO	CLX_07	ALM	NO
COOL WTR	ALM	NO	CRITP1	ALM	NO
UTILITY	ALM	NO	CRIT	ALM	NO
PL3XL ARST	ALM	NO	SUPERV	ALM	NO

ACK	NODE	TAGNAME	TIME IN	TIME LST	DESCRIPTION	VALUE STATUS
	FISCO3	FIC705_FLT	11:40:52	12:01:33	CB MP N2 TO PHX FLO FID - FV	NORMAL CFW
	FISCO3	FDI2601	11:30:41	12:09:43	BOC #2 INLET VALVE DF - FV	0.00 LOLO
	FISCO3	FDI601	11:30:39	11:37:37	BOC #1 INLET VALVE DF - FV	0.00 LOLO
	FISCO3	FIC705	11:30:37	12:08:27	CB MP N2 TO PHX FLO FID - FV	332 HINI
	FISCO3	FI316	10:32:25	10:32:25	574CB LOI ADD FLOW - FV	2,276.5 HINI
✓	FISCO3	PI820	09:45:07	09:45:07	FIRE WATER PRES - FV	999,999.99 HINI
✓	FISCO3	PI820	22:24:26	22:24:26	AK 128 CO2 IN MC - FV	0.00 LOLO
✓	FISCO3	PI1651	14:24:37	14:28:51	O2 DRIOX F/L DE AT METER - FV	-1.0 LOLO