



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ADECUACION DE LA PLATAFORMA
SCADA BASADA EN EL SISTEMA
ACTUAL WONDERWARE INTOUCH EN
LA PLANTA CORIMON PINTURAS**

Autor:

Carlos A. Daza Bohorquez

Urb. Yuma II, calle N.º 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRONICA

**ADECUACION DE LA PLATAFORMA SCADA BASADA EN EL SISTEMA
ACTUAL WONDERWARE INTOUCH EN LA PLANTA CORIMON
PINTURAS VALENCIA C.A.**

**Informe de Pasantías presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRONICO**

Autor: Carlos Arturo Daza Bohorquez

C.I.: V-24.778.839

Tutor: Ing. Gerson Sánchez



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRONICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Gerson Sánchez portador(a) de la cedula de identidad N° 7.143.386, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano Carlos Arturo Daza Bohorquez, portador de la cedula de identidad N° 24.778.839, titulado **ADECUACION DE LA PLATAFORMA SCADA BASADA EN EL SISTEMA ACTUAL WONDERWARE INTOUCH EN LA PLANTA CORIMON PINTURAS VALENCIA C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

San Diego, a los veinte (20) días del mes de febrero del año dos mil veinte (2020).

Ing. Gerson Sánchez

C.I. 7.143.386.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRONICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Gerson Sánchez portador(a) de la cedula de identidad N° 7.143.386, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano Carlos Arturo Daza Bohorquez, portador de la cedula de identidad N° 24.778.839, titulado **ADECUACION DE LA PLATAFORMA SCADA BASADA EN EL SISTEMA ACTUAL WONDERWARE INTOUCH EN LA PLANTA CORIMON PINTURAS VALENCIA C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

San Diego, a los veinte (20) días del mes de febrero del año dos mil veinte (2020).

Ing. Gerson Sánchez

C.I. 7.143.386.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRONICA

ADECUACION DE LA PLATAFORMA SCADA BASADA EN EL
SISTEMA ACTUAL WONDERWARE INTOUCH EN LA PLANTA
CORIMON PINTURAS VALENCIA C.A.

TUTOR EMPRESARIAL

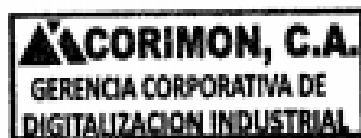
Ing. Alejandro Padra

C.I. 22.515.348

TUTOR ACADEMICO

Ing. Gerson Sánchez

C.I. 7.143.386





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRONICA

**ADECUACION DE LA PLATAFORMA SCADA BASADA EN EL
SISTEMA ACTUAL WONDERWARE INTOUCH EN LA PLANTA
CORIMON PINTURAS VALENCIA C.A.**

TUTOR EMPRESARIAL

TUTOR ACADEMICO

Ing. Alejandro Padra

C.I. 22.515.348

Ing. Gerson Sánchez

C.I. 7.143.386

ANEXO 4-A



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

pág. 1/2

DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO DE PASANTÍA

DATOS DEL ESTUDIANTE	Apellidos y nombres: Daza Bohórquez Carlos Arturo	
	Cédula de identidad: 24.778.839	Teléfonos: 0414-7391846
	Escuela: Electrónica	Facultad: Ingeniería
	Inicio de la pasantía: 21-07-2019	Final de la pasantía: 11-10-2019
	Tiempo completo: <input type="checkbox"/>	Medio tiempo: <input checked="" type="checkbox"/>
DATOS DE LA EMPRESA	Nombre: Corimon C.A.	
	Teléfonos: 0241-6131777	
	Dirección: Av. Hans Neumann, Edificio Corimon Nave Araguaney, Piso P.B, Urbanización Industrial El Bosque, Valencia, Carabobo.	
	Actividad económica: Servicios	
	Departamento donde realizará la pasantía: Digitalización Industrial	
DATOS DE LOS TUTORES	Tutor Académico: Ing. Gerson Sánchez	
	Teléfonos: 0414-0492566	
	Tutor Empresarial: Ing. Alejandro Padra	
	Departamento: Digitalización Industrial	
	Cargo: Analista de Digitalización Industrial	
	Teléfonos: 0241-6131709	

TRABAJO DE PASANTÍA

Título de la pasantía: Reingeniería de la plataforma SCADA basada en el sistema actual Wonderware en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.	
Identificación del problema o situaciones problemáticas: Falta de una correcta arquitectura y sub-utilización de las herramientas de la plataforma SCADA basada en el sistema actual Wonderware en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.	
Formulación del problema: ¿Qué mejoras pueden ser propuestas para optimizar la operatividad de la plataforma SCADA en la planta Corimon Pinturas C.A.?	
Objetivo General: Proponer un diseño de la plataforma SCADA basada en el sistema actual Wonderware en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.	Objetivos específicos: Diagnosticar la operatividad de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.
	Identificar las fallas y puntos críticos de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.
	Diseñar una reingeniería sobre la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.
	Evaluar la factibilidad operativa, económica y social del diseño de la plataforma SCADA
 Tutor académico	 Tutor empresarial
Estudiante	

APROBACIÓN POR LA COMISIÓN DE ESCUELA: _____



ANEXO 4-A (Continuación)



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

pág. 22

DESCRIPCIÓN PROGRAMÁTICA

Semana	Actividades a realizar	Observaciones
1	Inducción de seguridad	
	Inducción al puesto de trabajo	
2	Inducción en el centro operativo	
	Levantamiento de planta en planta solvente, planta industrial, planta látex.	
3	Estudio del sistema SCADA implantado actualmente	
	Estudio del front-end del sistema SCADA en planta industrial.	
4	Estudio del front-end del sistema SCADA en planta solvente	
	Estudio del front-end del sistema SCADA en planta látex.	
5	Estudio del backend del sistema SCADA en general	
6	Reuniones con los departamentos implicados para detección de fallas y puntos críticos.	
7	Desarrollo de maquetas de la arquitectura front-end del sistema SCADA .	
8	Desarrollo de maquetas de la arquitectura backend del sistema SCADA	
9	Reunión interna con el departamento de Digitalización Industrial para correcciones internas.	
10	Presentación de maquetas con los departamentos implicados.	
11	Corrección de maquetas planta industrial, planta latex, planta solvente, materia prima	
12	Presentación de propuesta final.	
Recomendaciones:		
 Tutor empresarial (Nombre, firma y sello de la empresa)		 Tutor académico (Nombre, firma y sello de la facultad)



ÍNDICE

Índice de Figuras.....	i
Índice de Tablas.....	ii
Resumen.....	ii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: LA EMPRESA.....	3
1.1.Descripción de la Empresa.....	3
1.1.1. Ubicación.....	4
1.1.2. Mercados.....	4
1.1.2.1.Acabados Arquitectónicos.....	4
1.1.2.2.Mantenimiento Industrial y Marino.....	4
1.1.2.3.Acabados de Equipos Originales.....	5
1.1.2.4.Revestimiento para Madera.....	5
1.1.3. Políticas.....	5
1.1.3.1.Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.....	5
1.1.3.2.Seguridad y Salud en el Trabajo.....	6
1.1.3.3.Relación con los Clientes y Consumidores.....	6
1.1.3.4.Relación con los Competidores.....	7
1.1.4. Valores.....	7
1.1.5. Principios.....	7
1.1.6. Misión y Visión.....	7
1.1.6.1.Misión.....	7
1.1.6.2.Visión.....	8
1.2.Reseña Histórica.....	8
1.3.Descripción del Departamento.....	9

1.4. Estructura Organizacional.....	10
CAPITULO II: EL PROBLEMA.....	12
2.1. Planteamiento del Problema.....	12
2.2. Formulación del Problema.....	14
2.3. Objetivos.....	14
2.3.1. Objetivo General.....	14
2.3.2. Objetivos Específicos.....	14
2.4. Justificación y Alcance.....	14
2.5. Limitaciones.....	15
CAPITULO III: MARCO TEORICO.....	16
3.1. Antecedentes.....	16
3.2. Bases Teóricas.....	18
3.2.1. Pirámide CIM.....	20
3.2.2. Funcionalidades de un Sistema SCADA.....	22
3.2.3. Especificaciones Físicas.....	25
3.2.4. Componentes de un Sistema SCADA.....	26
3.2.4.1. Configuración.....	26
3.2.4.2. Interfase Grafica.....	27
3.2.4.3. Tendencias.....	27
3.2.4.4. Alarmas y Eventos.....	27
3.2.4.5. Informes.....	28
3.2.4.6. Recetas.....	28
3.2.5. Sistemas de Comunicación.....	29
3.2.5.1. Punto a Punto.....	29
3.2.5.2. Multipunto Dedicado.....	30
3.2.5.3. Multipunto Compartido Estrella.....	30

3.2.5.4. Multipunto Compartido en Anillo.....	30
3.2.6. Interfases de Comunicación.....	30
3.2.7. Redes Industriales de Comunicación.....	31
3.2.8. Seguridad de un Sistema SCADA.....	32
3.3. Definición de Términos Básicos.....	34
CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO.....	38
4.1. Tipo de Investigación.....	38
4.2. Diseño de la Investigación.....	39
4.3. Población y Muestra.....	40
4.3. Técnica e Instrumento de Recolección de Datos.....	40
4.4. Fases de la Investigación.....	42
4.4.1. Fase I: Diagnosticar la operatividad y funcionalidad de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.....	42
4.4.2. Fase II: Identificar fallas y puntos críticos de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.....	42
4.4.3. Fase III: Diseñar la adecuación sobre la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.....	42
4.4.4. Fase IV: Evaluar la factibilidad operativa, económica y social del diseño a proponer de la plataforma SCADA	43
CAPITULO V: RESULTADOS.....	44
5.1. Fase I: Diagnosticar la operatividad y funcionalidad de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.....	44
5.1.1. El Sistema SCADA de la Planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.....	44
5.1.1.1. Pantalla Planta Industrial.....	46
5.1.1.2. Pantalla Materia Prima.....	50
5.1.1.3. Pantalla Planta Látex.....	54

5.2. Fase II: Identificación de fallas y puntos críticos de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.....	56
5.2.1. Dimensiones de cada una de las pantallas.....	57
5.2.2. Navegación entre ventanas.....	58
5.2.3. Modificación y Adición de elementos visuales.....	58
5.2.4. Tendencia de Históricos.....	60
5.3. Fase III: Adecuación de la plataforma SCADA basada en el sistema actual WONDERWARE Intouch en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.....	61
5.3.1. Redimensión de cada una de las pantallas.....	61
5.3.2. Navegación Entre Ventanas.....	64
5.3.2.1. MenuUp.....	64
5.3.2.2. MenuDown.....	65
5.3.2.3. Asignación de Navegación a Iconos.....	67
5.3.3. Modificación y Adición de Elementos Visuales.....	70
5.3.3.1. Colores de los Tanques.....	70
5.3.3.2. Indicativos Visuales de Avisos y Alarmas Para los Niveles de los Tanques.....	71
5.3.3.3. Distribución de Tuberías de las Balanzas.....	73
5.3.3.4. Iconos de Parada de Emergencia.....	77
5.3.3.5. Comparativo de Materia Prima.....	79
5.3.3.6. Ventana de Estatus de Bombas.....	82
5.3.4. Tendencia de Históricos.....	84
5.4. Fase IV: Factibilidad Operativa, Económica, Social y Ambiental para la Implementación de la Propuesta de Adecuación.....	86
5.4.1. Factibilidad Operativa.....	87
5.4.2. Factibilidad Económica.....	87
5.4.3. Factibilidad Social.....	89
5.4.4. Factibilidad Ambiental.....	90

CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS.....	94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizacional del Grupo CORIMON.....	10
Figura 2. Estructura Organizacional de Corimon Pinturas C.A.....	11
Figura 3. Pirámide de Automatización.....	19
Figura 4. Controlador Lógico Programable.....	21
Figura 5. Arquitectura Básica de un Sistema SCADA.....	24
Figura 6. Arquitectura General de un Sistema SCADA.....	25
Figura 7. Recepción y envío de información de los RTU y MTU.....	26
Figura 8. Arquitectura de Control del Sistema SCADA.....	44
Figura 9. CorimonGalaxy en el entorno de desarrollo de Archestra IDE.....	46
Figura 10. Pantalla Principal Planta Industrial.....	46
Figura 11. Secciones del Menu Inferior de la Pantalla de Planta Industrial.....	47
Figura 12. Seccion Tanques de la Pantalla Planta Industrial.....	47
Figura 13. Balanza Solvente del Área de dispersión de Planta Industrial.....	48
Figura 14. Pantalla de Alarmas y Avisos de Planta Industrial.....	49
Figura 15. Distribucion MenuDown Pantalla Materia Prima.....	50
Figura 16. Ventana de Tanques de la Pantalla de Materia Prima.....	51
Figura 17. Pantalla de Ingreso de Materia Prima.....	51
Figura 18. Bloque de Ingreso de Materia Prima de la Pantalla de Materia Prima..	52
Figura 19. Inventario Actual de Materias Primas.....	52
Figura 20. Vista de tanque #01 de Planta Industrial de la Pantalla de Planta Industrial.....	53
Figura 21. Vista del tanque #08 de Planta Industrial de la Pantalla de Materia Prima.....	53
Figura 22. Distribucion del MenuDown de la Pantalla de Planta Latex.....	54
Figura 23. Ventana Tanques Slurry de Planta Latex.....	54

Figura 24. Botón Configurar Tanques Slurry.....	55
Figura 25. Ventana de Configuración.....	55
Figura 26. Configuraciones de Cada Una De Las Pantallas del Sistema SCADA.	61
Figura 27. Configuración WindowMaker de la pantalla de Planta Industrial.....	62
Figura 28. Ventana de Configuración de Ventanas.....	62
Figura 29. Rediseño del MenuUp.....	65
Figura 30. Modificación del MenuDown.....	65
Figura 31. MenuDown Tanques.....	66
Figura 32. MenuDown Balanzas Dispersión.....	66
Figura 33. MenuDown Balanzas Terminación.....	66
Figura 34. MenuDown Opciones.....	67
Figura 35. Pantalla Tanques desde el WindowMaker.....	69
Figura 36. Adición de Recuadros a las Viñetas de los Tanques.....	69
Figura 37. Ventana de Opciones de Animación para los Recuadros.....	70
Figura 38. Ventana de Selección de Llamado de Ventanas.....	70
Figura 39. Cambio de Color de la Barra de Nivel de los Tanques.....	71
Figura 40. Tanque con Luces Piloto para los Avisos y Alarmas.....	72
Figura 41. Tanques de la Pantalla de Materia Prima.....	73
Figura 42. Balanza Resina de Dispersion.....	74
Figura 43. Tanques que Comparten la Misma Materia Prima Conectados a Dispersión.....	74
Figura 44. Modificación del Icono que Representa Las Tuberías que Surten Materia Prima a las Áreas Productivas de Planta.....	75
Figura 45. Distribución de Tuberías para la Balanza de Resinas de Dispersión..	76
Figura 46. Distribución de Tuberías para la Balanza de Solventes de Dispersión.	76
Figura 47. Adición de Recuadros a las Viñetas de las Balanzas.....	77
Figura 48. Luces de Parada de Emergencia.....	78
Figura 49. Luces de Alto Nivel en las Balanzas.....	78

Figura 50. Comparativo del Inventario Teórico con el Inventario Real.....	80
Figura 51. Configuración de los Animations Links de Cada Bloque de Texto....	81
Figura 52. Sumatoria de los Valores Detectados por los Sensores de los Tanques	81
Figura 53. Ventana de Estatus de Bombas.....	82
Figura 54. Configuración de la Pantalla de Información de Bombas.....	83
Figura 55. Ventana Indicadora de Señales de Seguridad de Cada Motor.....	84
Figura 56. Configuración Individual Para Cada Uno de los Tanques.....	85
Figura 57. Tendencia Grafica del Tanque 6103PI#27I.....	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. División del Grupo CORIMON.....	3
Tabla 2. Lista de Cotejo del Sistema SCADA.....	60
Tabla 3. Propiedades de las Ventanas Principales del Sistema SCADA.....	63
Tabla 4. Modificaciones de localizaciones y dimensiones de las ventanas principales del sistema SCADA.....	64
Tabla 5. Dimensiones de la ventana asignada al MenuDown Opciones.....	67
Tabla 6. Inversión estimada de Pasantes FUNDEI Febrero 2020.....	88
Tabla 7. Cotización de renovación/actualización del WONDERWARE Customer First.....	88
Tabla 8. Estimación de precios de equipos físicos utilizados para la adecuación	89
Tabla 9. Comparación de costos.....	89



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRONICA

**ADECUACION DE LA PLATAFORMA SCADA BASADA EN EL
SISTEMA ACTUAL WONDERWARE INTOUCH EN LA PLANTA
CORIMON PINTURAS VALENCIA C.A.**

Autor: Daza, Carlos

Tutor: Ing. Gerson Sánchez

Fecha: febrero 2020

RESUMEN

El presente informe de pasantías fue desarrollado en la empresa **CORIMON Pinturas C.A Valencia.**, la cual se dedica a la fabricación y venta de pinturas con una amplia gama de productos y acabados. Actualmente CORIMON Pinturas C.A. posee tres SCADA, divididos en tres equipos, para tres áreas distintas: Planta Industrial, Planta Látex y el Departamento de Materia Prima (inventario de materia prima), donde, los primeros dos, respectivamente, poseen un enfoque principal en la supervisión de nivel y temperatura de los tanques que suplen materia prima a las respectivas plantas y la supervisión del llenado de las balanzas de las áreas de dispersión y terminación pertenecientes a Planta Industrial. Además, se debe recalcar, que a nivel visual (gráficamente) no son los más eficientes debido a las disposiciones de pantallas, botones e iconos interactivos, causando mucha carga visual para el usuario veterano y una gran confusión para un nuevo usuario del sistema. Debido a todo esto surgió la necesidad de realizar actualizaciones y adecuaciones sobre dicha plataforma con la finalidad de mejorar sus capacidades de supervisión y generación de informes en lo que respecta al estado de los tanques, de la materia prima que estos almacenan, y de las bombas que envían dicha materia prima al proceso productivo en planta.

Palabras claves: SCADA, PLC, Programacion Leadder, Señales
WONDERWARE, InTouch, WindowMaker,
WindowViewer, Historian Client.

INTRODUCCIÓN

La automatización de un proceso industrial, a pequeña o a grande escala, representa un gran avance en la última revolución industrial. Gracias a ella, grandes procesos productivos, que en el pasado pudieran tomar largos periodos de trabajo y una cantidad considerable de operadores encargados de la supervisión de estos, son reducidos a acciones ejecutadas por una sola maquina la cual acorta tiempos de producción, generando así resultados fiables con pocos errores en él proceso. Sin embargo, el hecho de que los procesos sean automatizados no evita la necesidad de que existan operadores en planta que se encuentren supervisando dicho proceso para poder mantenerlo controlado.

Es gracias a lo anterior que nacen los sistemas SCADA (Supervicion, Control y Adquisicion de Datos) como un software diseñado para funcionar como un puente entre un operador de proceso (humano) y el proceso de planta, donde este informa de manera constante y cíclica el estado actual del proceso, además de poder generar acciones en el proceso de manera remota desde la comodidad de un escritorio, evitando así la necesidad de tener uno o más operadores en planta que se encuentren vigilando y atentos a cualquier falla o inconveniente que pueda surgir.

En el presente informe de pasantías se plantea por qué la necesidad de tener un sistema SCADA bien diseñado, esto para que los procesos automatizados puedan generar los mayores tiempos de producción y evitar tiempos de parada prolongados por errores que puedan surgir en el camino.

Entonces, por lo previamente expuesto, este informe está dirigido a dar una propuesta de una adecuación sobre el sistema SCADA de la planta Corimon Pinturas Valencia con la finalidad de poder añadir o agregar funcionalidades de control y supervisión para poder explotar con más eficiencia dicho software.

Dicho informe de pasantías se encuentra enmarcado en cinco capítulos, los cuales están estructurados de la siguiente manera:

En el Capítulo I se describe la empresa, su historia, misión y visión, valores y objetivos, además de describir el departamento corporativo encargado del mantenimiento y monitoreo del sistema SCADA de la empresa.

En el Capítulo II se detalla metódicamente el problema que existe antes de la intervención realizada, se realiza la formulación de una pregunta, se plantean los objetivos o fases de manera metodológica para poder cumplir con estas y se plantean la justificación (el porqué de la investigación), alcance (hasta donde va a llegar el proyecto) y límites (agentes externos a la investigación que pueden generar barreras en el avance de esta).

En el Capítulo III se detallan antecedentes a la investigación que servirán de base teórica y práctica para el desarrollo del proyecto, además de las bases teóricas y términos básicos.

En el Capítulo IV se plantea el tipo de investigación y el diseño de la investigación, seleccionando los métodos de recolección y análisis de información más eficientes y adecuados para el desarrollo de la investigación, además de plantear las fases, que, aunque fueron previamente mencionadas en el capítulo II, aquí se plantean detalladamente que pasos se deben de cumplir para cumplir obtener los resultados esperados.

Por último, en el Capítulo V se describen los resultados obtenidos en cada una de las fases y el resultado general de la investigación

CAPITULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción General de la Empresa

Corimon es una empresa nacional especializada y líder en el ramo de sus cuatro áreas de negocios. Pinturas, Productos, Resinas y Empaque. El ámbito de actuación de Corimon es Venezuela y sus mercados de influencia regional donde busca consolidar su presencia comercial mediante una agresiva estrategia de mercado que aumente el valor del negocio para sus accionistas y les garantice a sus clientes productos competitivos en oportunidad, calidad y precios.

Actualmente, el grupo CORIMON se encuentra compuesto por tres divisiones las cuales pueden ser reflejadas en la siguiente tabla.

División de pinturas	
<ul style="list-style-type: none">• Corimon Pinturas, C.A.• Tiendas Montana, C.A.• Cerdex, C.A.	
División de Resinas	División de Empaque
<ul style="list-style-type: none">• Resimon C.A.	<ul style="list-style-type: none">• Montana Grafica C.A.

Tabla 1. División del grupo CORIMON.

Fuente: El Autor

Corimon ha sido pionera del mercado de capitales en Venezuela. Sus acciones se cotizan en la bolsa de Valores de Caracas desde el año 1979 y, en el año 1993, se convirtió en la primera empresa venezolana en inscribir sus acciones en forma de "American Depositary Receipt" (ADR's), un documento físico que respalda el depósito en un banco estadounidense de acciones de compañías cuyas sociedades fueron construidas fuera de aquel país, en la Bolsa de Valores de Nueva York.

Continuando, Corimon Pinturas C.A. es una empresa del grupo CORIMON, que se dedica a la producción de pinturas. Actualmente produce para las marcas más prestigiosas del país, como Pinturas Montana y Pinturas Pinco, además cuenta con una larga y reconocida trayectoria en la fabricación de pinturas para las áreas arquitectónicas, madera, tráfico, mantenimiento industrial, marinas, equipo original (OEM) y reacadado automotriz.

La gama de pinturas y productos relacionados, resinas, empaques, y tintas son producidos bajo los más altos estándares de calidad con tecnología de punta, en armonía con el medio ambiente.

1.1.1. Ubicación

Actualmente Corimon Pinturas C.A. se encuentra ubicada en la Avenida Hans Neumann, Edificio Corimon Nave Araguaney, piso PB, Urbanización Industrial El Bosque, Valencia, Carabobo.

1.1.2. Mercados

1.1.2.1. Acabados Arquitectónicos

Este mercado va dirigido a la protección y decoración de estructuras de concreto y mampostería en general; se caracteriza por muchos competidores y canales de distribución amplia, líneas de productos y mercadeo muy competitivo, concentrándose el gasto en la inversión publicitaria. Para Corimon Pinturas C.A. el sector de pinturas arquitectónicas constituye el mayor mercado tanto en volumen como en bolívares.

1.1.2.2. Mantenimiento Industrial y Marino

Estos productos van dirigidos al mantenimiento de estructuras, equipos y materiales para la industria en general.

1.1.2.3. Acabados De Equipos Originales

Este sector se caracteriza por los requerimientos de avanzada tecnología, altos niveles de servicios al cliente y calidad en productos dirigidos al acabado de vehículos y equipos originales.

1.1.2.4. Revestimiento Para Madera

Este mercado va dirigido a la población y decoración para la estructura de madera en general. Es un mercado con muchas oportunidades de crecimiento.

1.1.3. Políticas

1.1.3.1. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

Las empresas filiales del Grupo CORIMON, están comprometidas en la protección y preservación del medio ambiente, por ello se debe:

- Cumplir con las disposiciones legales municipales, estatales o nacionales, así como tener presente la importancia de cuidar el entorno natural como parte de la conciencia individual.
- Cumplir con la legislación ambiental inherente a las actividades y a la mejora continua de nuestro desempeño referente a evitar, controlar y mitigar eventualmente impactos ambientales que surjan de las actividades, productos y/o servicios
- Gestionar y/o apoyar en la obtención de los permisos medioambientales necesarios para cumplir con la legislación vigente, así como la seguridad de los productos y materiales peligrosos.
- Minimizar el consumo de los recursos naturales, incluidos la energía y el agua, reducir la generación de residuos sólidos, aguas residuales y emisiones de gases.

1.1.3.2. Seguridad y Salud en el Trabajo

En las empresas filiales del grupo CORIMON, se cuenta con sistemas de administración y controles para:

- Brindar un entorno libre de accidente e incidentes donde se prevenga las lesiones y enfermedades laborales.
- Identificar peligros y controlar los riesgos relacionados con la industria específica.
- Proporcionar agua potable, iluminación, ventilación, y baños adecuados; salidas de emergencia y equipos de seguridad contra incendios; y acceso a apoyo en caso de emergencias.
- Cumplir con las disposiciones legales pertinentes de acuerdo al área de seguridad ambiente en el trabajo.

Por lo que el personal debe:

- Cumplir con el uso de Equipos de protección personal, de acuerdo con el puesto de trabajo donde labora.
- Comprometerse con el objetivo de cero accidentes.

1.1.3.3. Relación con Clientes y Consumidores

- Para los trabajadores de CORIMON y sus empresas filiales, su principal principio es garantizar la satisfacción de sus clientes y consumidores.
- Información requerida para el cabal uso y comercialización de sus productos.
- Ningún cliente debe ser condicionado a comprar algo que no desea, a cambio de obtener otro producto que si espera.

1.1.3.4. Relación con los Competidores

- El grupo CORIMON está comprometido en competir lealmente con otras empresas, cooperando en el mantenimiento de un libre mercado.
- CORIMON tiene como práctica, no captar clientes de otros competidores mediante métodos no éticos.

1.1.4. Valores

- Constancia.
- Confianza.
- Conciencia Ambiental.
- Compromiso.
- Dedicación.
- Excelencia.

1.1.5. Principios

- Satisfacción al cliente y los consumidores.
- Compromiso con la mejora continua.
- Libertad de expresión.
- Manejo proactivo de los riesgos de seguridad y salud.
- La competencia justa.

1.1.6. Misión y Visión

1.1.6.1. Misión

Diseñar, fabricar y distribuir en forma segura y cuidando el medio ambiente, productos con calidad para satisfacer las necesidades de los clientes. Utilizando las mejores prácticas sus procesos, tecnología de punta, potenciando la formación, crecimiento y motivación del talento humano, generando valor para los accionistas.

1.1.6.2. Visión

Ser el fabricante de pinturas más competitivo del continente americano.

1.2. Reseña Histórica

En 1949 Hans y Lotar Neumann establecen la empresa llamada “Montana, Fabrica de Pinturas, C.A.” la cual rápidamente se consolidó en el mercado nacional venezolano durante la década de los años 50.

Para el año 1959 se construyó Montana Grafica como la segunda empresa del grupo CORIMON y posteriormente, durante ese mismo año, se creó Resimón con el fin de cubrir las necesidades de Pinturas Montana en cuanto a resinas y así reemplazar la importación de estas. De esta manera, desde sus inicios, tanto Montana Grafica como Resimon trabajaron independientemente de Pinturas Montana.

Una vez consolidada en el mercado arquitectónico, Pinturas Montana, se inició en las áreas de mantenimiento industrial, madera, marino, y automotor. Elaborando, en este último, fondos que servirían de base para la aplicación de pinturas haciendo así de Chrysler y General Motors sus primeros clientes.

De esta manera el grupo CORIMON comenzó a contribuir con el desarrollo del país, no solo a través de la inversión en el sector industrial, sino haciendo constantes aportes a la educación y cultura por medio de fundaciones y centros culturales.

El primer proyecto a gran escala de Pinturas Montana ocurrió durante la presidencia del General Marcos Pérez Jiménez, y consistió en pintar los túneles de la Autopista Caracas – La Guaira. Para esta obra se elaboró un aditivo especial que evita en gran medida la adherencia de suciedad, que protegió a los túneles y mantuvo su pintura en buen estado durante muchos años.

Para el año 1994, CORIMON se concentró en el mercado de pinturas, beneficiado por su posición como uno de los grupos empresariales privados más

grande y respetados de Venezuela y a través de sus compañías Montana, Pinco Pittsburg, Wantzelius, Construcentro, Cerdex, Colorín, Sissons Paints, General Paint Company y Standard Brands, inicia operaciones en México, Colombia y en la Costa Suroeste de los Estados Unidos, a la vez que afianzan sus operaciones en Venezuela, Argentina y el Caribe.

Actualmente, el Grupo CORIMON se ha centrado en el mercado nacional bajo un concepto vanguardista en lo que respecta a su alta participación de mercado en todas las áreas en donde incursiona. A su vez, posee en sus producciones equipamiento de última tecnología, se destaca en su organización, su alto estándar de calidad y su solidez financiera.

1.3. Descripción del Departamento

El departamento de Digitalización Industrial, perteneciente a Corimon C.A. es el encargado generar, planificar y liderar proyectos pertenecientes al área de digitalización para el grupo CORIMON y sus filiales (Corimon Pinturas, Resimon, Montana Grafica, Cerdex, etc) con el fin de poder adecuar estas empresas a la industria 4.0, también conocida como la cuarta era industrial o “fabrica inteligente”, tendencia que tiene como objetivo generar industrias informatizadas con todos los procesos interconectados a través del “Internet Industrial de Las Cosas” (IIoT), concepto derivado del “Internet de Las Cosas” (IoT).

1.4. Estructura Organizacional

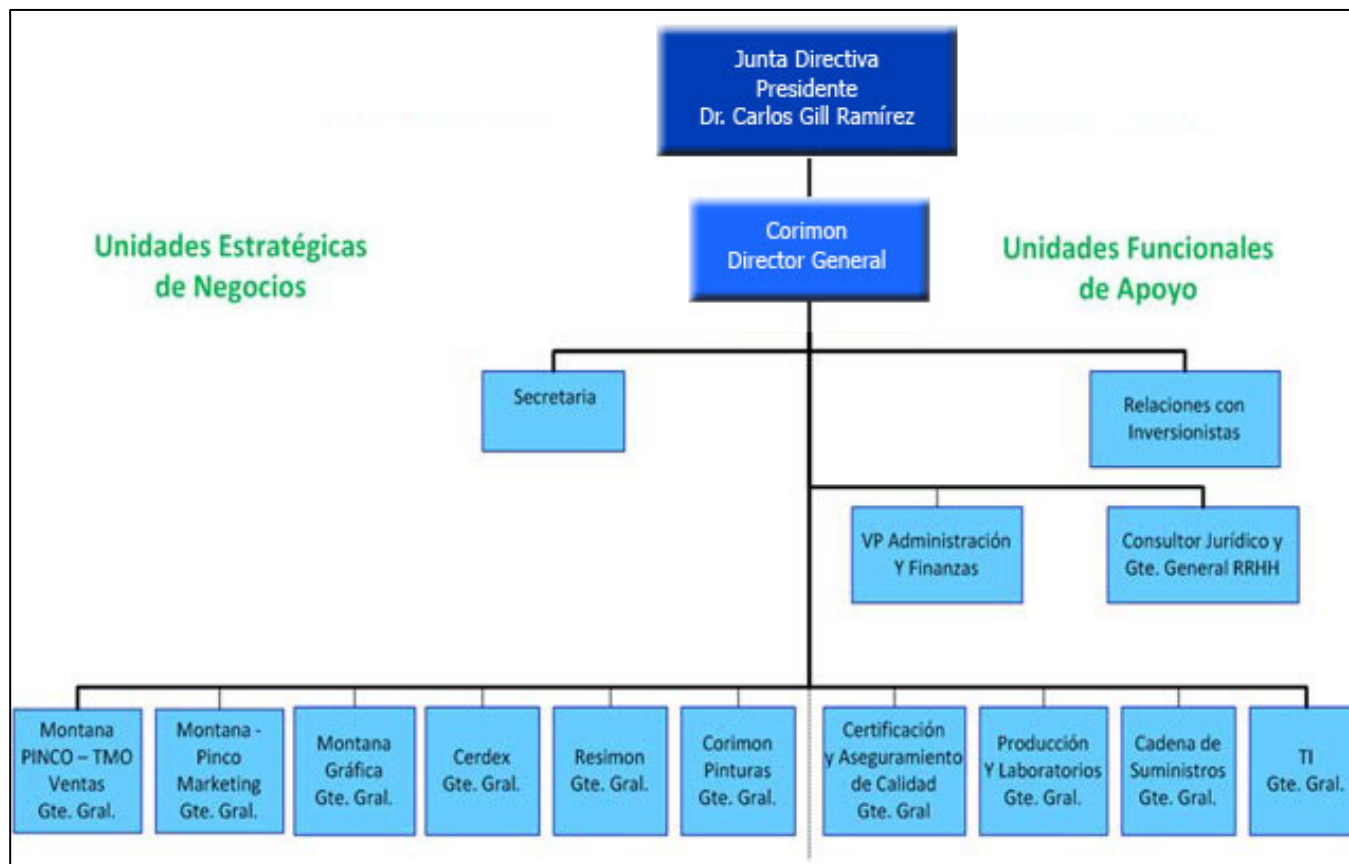


Figura 1. Estructura Organizacional del Grupo CORIMON.

Fuente www.corimon.com/la-corporacion/organigrama-gerencial/

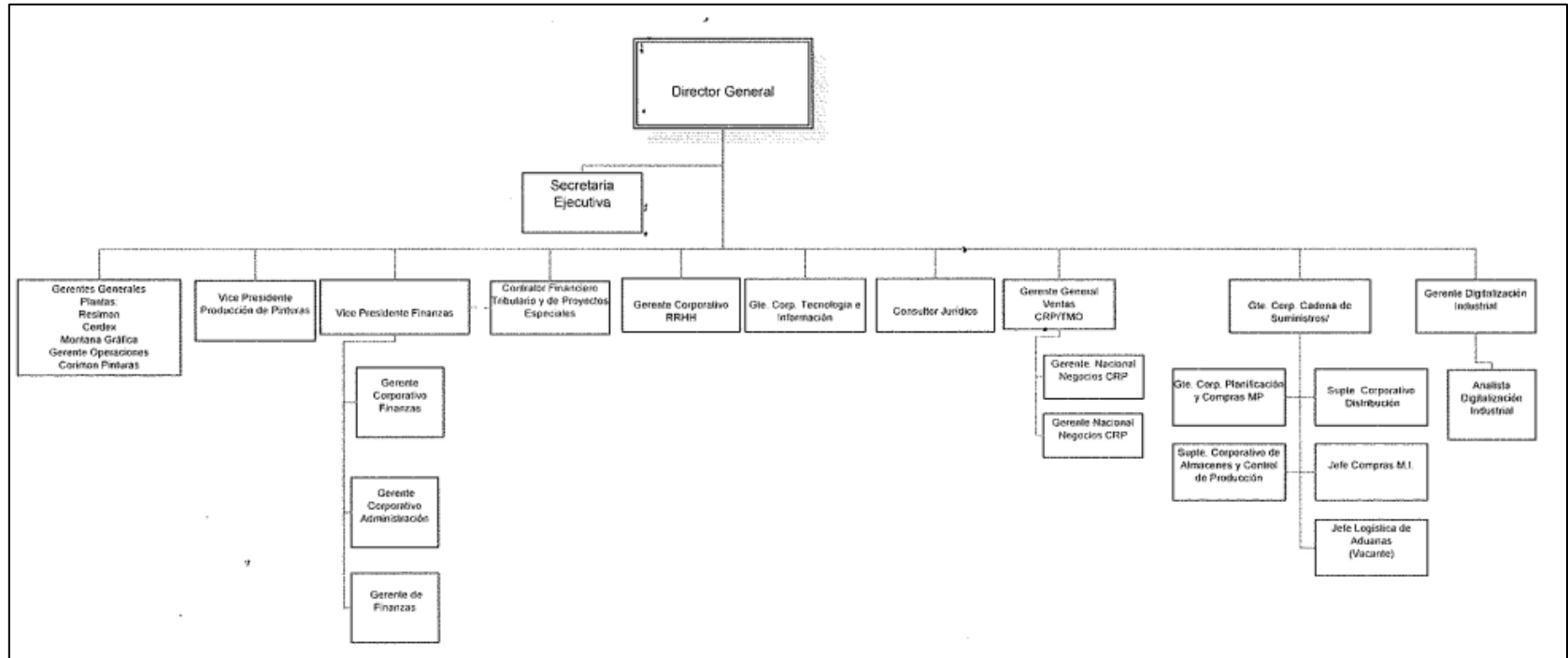


Figura 2. Estructura Organizacional de Corimon Pinturas.

Fuente: Normativa CRM-GTH-F01 (2019)

CAPITULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del Problema

Desde la revolución industrial, conocido como un punto de inflexión en la historia el cual modifico e influencio todos los aspectos de la vida cotidiana de una u otra manera, siempre se ha intentado diseñar sistemas y métodos que ayuden a controlar y supervisar dichos procesos de la manera más eficiente y menos costosa posible para poder garantizar eficacia y eficiencia, esto debido a que se hizo evidente que los controles manuales no son los más fiables a causa del error humano.

Este punto reconoció y definió una problemática que existe en el mundo de la automatización industrial a lo largo de todo su trayecto y evolución, y es ¿cómo mantener un proceso controlado y supervisado para minimizar las perdidas en el proceso?

Siguiendo este orden de ideas, si algún proceso se encuentra totalmente controlado y supervisado ¿por qué hay que mejorar y crear nuevos sistemas de supervisión y control? La respuesta a esta última pregunta nace del hecho de la evolución de la tecnología que, junto con ella, se deben crear métodos y sistemas que se adapten a estos avances para que puedan cumplir con la tarea de controlarlos y supervisarlos eficientemente.

Es por esto que, a raíz de lo previamente planteado, aparecen los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con Supervisión y Adquisición de Datos). Estos nacen de la necesidad de mantener vigilado cualquier proceso industrial que se pueda imaginar, además de generar acciones de control por medio de los PLC (Programmable Logic Controller o Controladores Lógicos Programables) para poder garantizar seguridad para el operador de planta y minimizar

los periodos de parada entre procesos y así agilizar todo el proceso de producción. Gracias a esto fue posible generar una conexión entre el área industrial (zona de campo) y un escritorio remoto donde el operador solo debe tomar decisiones simples y pueda generar acciones sobre el proceso al cual se le ha asignado su supervisión.

Sin embargo, existen casos en que los sistemas SCADA se ven limitados a tener como función principal y/o única la de supervisión, dejando al operador la responsabilidad de tomar una decisión que se limita más allá de operaciones lógicas sobre qué acción debe realizar en el proceso de producción, volviéndolo así un poco ineficiente y causando que un sistema con bastante potencial sea poco aprovechado y, en el peor de los casos, desperdiciado.

Actualmente Corimon Pinturas C.A. posee tres SCADA, divididos en tres equipos, para tres áreas distintas: Planta Industrial, Planta Látex y el Departamento de Materia Prima (inventario de materia prima), donde, los primeros dos, respectivamente, poseen un enfoque principal en la supervisión de nivel y temperatura de los tanques que suplen materia prima a las respectivas plantas y la supervisión del llenado de las balanzas de las áreas de dispersión y terminación pertenecientes a Planta Industrial. No obstante, actualmente esta plataforma no está siendo explotado a su máxima capacidad en el ámbito de supervisión y control de procesos. De hecho, la pantalla dedicada a Planta Látex es la única en poseer un control y configuración directa de los motores pertenecientes a los tanques “*Slurry*”, motores que requieren encenderse de manera periódica para evitar la sedimentación de la materia prima que este almacena.

Además, se debe recalcar, que a nivel visual (gráficamente) no son los más eficientes debido a las disposiciones de pantallas, botones e iconos interactivos, causando mucha carga visual para el usuario veterano y una gran confusión para un nuevo usuario del sistema.

Es debido a esto que es imperativo generar propuestas de modificación para este sistema con el fin de añadir funcionalidad de supervisión que permitan reducir los

tiempos de parada de planta para mejorar los procesos de producción de pinturas. Entonces, es en este punto donde se plantea la interrogante:

2.2. Formulación del Problema

¿Cómo se pueden mejorar las capacidades funcionales de la plataforma SCADA en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Desarrollar la adecuación de la plataforma SCADA basada en el sistema actual Wonderware InTouch en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.
- Identificar fallas y puntos críticos de la plataforma SCADA de la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.
- Diseñar la adecuación sobre la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.
- Evaluar la factibilidad operativa, económica y social del diseño a proponer de la plataforma SCADA.

2.4. Justificación y Alcance

El siguiente trabajo de investigación se propone debido a la falta de operatividad, funcionalidad y frecuencia de uso que posee el sistema SCADA utilizado en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A. Esto con el fin de poder reforzar los puntos débiles y críticos que posee el sistema actual en áreas que refieren a supervisión y control de procesos de planta e inventariado de materia prima para así poder mejorar la fluidez de producción y crear un ambiente beneficioso, tanto para la empresa en lo

que respecta a tiempos de producción, mantenimiento y corrección de fallas, como para los empleados, con menor tiempos de espera de producción y comunicación dual entre los operadores de planta y el sistema SCADA a través de los HMI (Human – Machine Interface o Interfaz Humano – Maquina).

2.5. Limitaciones

La principal limitación que posee este trabajo de investigación es el tiempo, esto debido a que para el diseño, propuesta e implementación de un sistema SCADA totalmente funcional se requiere de un lapso de tiempo estimado no menor a un año.

Continuando, la comunicación entre departamentos internos con el fin de colaboración para avances de proyectos también figura como otra limitación a resaltar, esto debido a que dependiendo de qué tan colaborativa, fructífera y reciproca pueda ser la comunicación entre departamentos internos causara que el proyecto avance o se retrase en lo que respecta a tiempos de desarrollo del proyecto.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes

Al momento de realizar cualquier trabajo de investigativo se deben tener en cuenta todo trabajo previo que se relacionen, de manera directa o indirecta, esto con el fin de tener documentación de soporte que respalde todo el trabajo investigativo.

Continuando, no está de más mencionar que existe una infinidad de trabajos previos relacionados con sistemas SCADA, sin embargo, entre los antecedentes asociados al trabajo de investigación podemos resaltar:

Para iniciar, se tiene el trabajo de grado realizado por Betancourt Luis (2015), el cual lleva por título: **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO EL SOFTWARE INTOUCH CON RED DE COMUNICACIÓN ETHERNET PARA LA PLANTA LIOFILIZADO PARA LA COMPAÑÍA DE ELABORADOS DE CAFÉ “EL CAFÉ C.A.”**”, perteneciente a la Universidad Politécnica Salesiana en Guayaquil Ecuador. En dicho trabajo, Betancourt plantea la necesidad de un sistema que genere monitoreo frecuente de Temperatura, Presión y Frecuencia en las áreas de tanques, espumado, túnel y secado de cámara para el departamento de producción. Esta necesidad fue solventada mediante la creación de un sistema SCADA, el cual se desarrolló mediante la interfase de Wonderware Intouch.

Es, entonces, que se selecciona este trabajo de grado elaborado por Betancourt Luis (2015) como antecedente debido al uso exclusivo que tiene de Intouch WindowMaker para poder realizar la interfase grafica que servirá como puente entre el proceso productivo de planta y el departamento de producción.

Continuando, se tiene que el trabajo de grado realizado por De Sousa Costa (2006), el cual lleva por título **“ESTUDIO TECNICO PARA LA ACTUACION DE SISTEMAS DE SUPERVISION, CONTROL Y PROTECCION DE LA PLANTA DE RUCIO VIEJO DE TOTAL UBICADA EN JUSEPIN, EDO. MONAGAS”** perteneciente a Universidad Central de Venezuela, se ejecutó con la finalidad actualizar el sistema SCADA para conseguir mejores alternativas para centralizar las diversas aplicaciones existentes (Telemetría de pozos, procesos, Parada de Emergencia y Sistema de Fuego y Gas), mejorar la velocidad de comunicación en las diversas redes y facilitar las funciones de mantenimiento y operación de planta. Además de estas propuestas, también se plantearon diversas opciones según la tecnología existente en ese momento y la instalada en planta, mientras que al mismo tiempo se habla sobre la instalación de una base de datos histórica basada en SQL.

Entonces, en el trabajo de grado elaborado por De Sousa Costa (2006), hace hincapié en lo necesario de la centralización de las supervisiones de procesos de cada área de la planta con el fin de poder tener todos los reportes en una sola estación remota, y gracias a esto, minimizar los tiempos de paro de planta debido a fallas o mantenimientos. Es debido a esto que se seleccionó como documento antecedente debido a los pasos sistemáticos que utiliza para agregar nuevas funcionalidades de control de fallas y mantenimiento de equipos.

También se debe resaltar el siguiente trabajo de grado realizado por Ramirez Julio (2014), el cual lleva por título **“DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE PANTALLAS EN UN SISTEMA SCADA PARA MONITOREO EN PROCESO DE SERVICIOS GENERALES EN PLANTA FARMACEUTA”** perteneciente al Instituto Politécnico Nacional, en México D.F. En esta tesis, al igual que en la primera mencionada, Ramirez plantea como objetivo principal el desarrollo de un sistema SCADA para el monitoreo de los procesos productivos de planta usando la interfase Wonderware Intouch como herramienta para poder realizar la interfase grafica.

De esta manera, podemos conseguir como punto principal de relación de estas tres tesis que todos los sistemas SCADA estaban o planeaban ser diseñados utilizando todas las herramientas gráficas y lógicas que ofrece el paquete de Wonderware Intouch, comenzando con la creación de la Galaxia donde el sistema SCADA se planea desarrollar, hasta la creación grafica de iconos y pantallas por parte del Archestra IDE Graphic Manager y Intouch Windowmaker. Por otro lado, todos los antecedentes también poseen enfoque en lo que respectan al área de supervisión de procesos, tomando así las señales de planta mediante las señales enviadas y recibidas por los PLC y asignando acciones lógicas e interactivas a cada uno de los iconos del sistema para poder generar interacción visual de lo ocurrido en el proceso productivo con el operador del SCADA desde un computador remoto al proceso de planta.

3.2. Bases Teóricas

Como punto de inicio es necesario explicar que es y para qué sirve un sistema SCADA con más profundidad, y justamente como se describió previamente la palabra SCADA funciona como acrónimo para *Supervisory Control and Data Acquisition*, que en español traduce a *Supervisión Control y Adquisición de Datos*. Este es cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso, de cualquier naturaleza, y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias, el control de dicho proceso. Citando a Lopez Esteban (2015) en su artículo “Los Sistemas SCADA en la Automatización Industrial”:

“Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones de software especialmente diseñadas para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con instrumentos y actuadores e interfaz gráfica de alto nivel para el operario”. (p. 3)

Continuando, el sistema SCADA permite comunicarse con los dispositivos de campo como controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de

dosificación, para controlar el proceso en forma automática desde la pantalla del equipo remoto, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. Además, provee a diversos usuarios de toda la información que se recopila del proceso productivo.

Gracias a la información previa podemos entonces establecer que no se trata de un sistema de control sino de un software de supervisión que realiza la tarea de interfase entre los niveles de control (Controlador Lógico Programable, abreviado como PLC) y los de gestión a un nivel superior. Entonces se pueden describir, de manera gráfica y conceptual, las relaciones de comunicación que existe en el proceso productivo, en el cual se encuentra el SCADA, mediante la “Pirámide de Automatización”. Citando a Rodríguez, Aquilino (2012) en su libro Sistemas SCADA:

“Mediante el software de adquisición de datos y control, el mundo de las maquinas se integra directamente en la red empresarial, pasando a formar parte de los elementos que permitirán crear estrategias de empresa globales. Aparece el concepto de Fabricación Integral Informatizada (Computer Integrated Manufacturing)” (p. 1 - 29)



Figura 3. Pirámide de Automatizacion.

Fuente: Cesar Augusto (2017)

Continuando, Rodriguez, Aquilino menciona: “La denominada Pirámide de la Automatización, CIM (Computer Integrated Manufacturing), intenta resumir, de forma gráfica, la estructuración de los sistemas de comunicación en un entorno productivo” (Rodriguez, 2012, 5.45).

3.2.1. Pirámide CIM

De esta manera, la pirámide de automatización es un esquema universal que tiene por objetivo representar las distintas áreas básicas que se pueden encontrar en cualquier proceso automatizado industrial. Esta recoge los cinco niveles “tecnológicos” que se pueden encontrar en un entorno industrial productivo y los relaciona de manera jerárquica. Sin embargo, es importante mencionar que, aunque se trabaja con niveles jerárquicos, gracias a los avances de los estándares de comunicación, cada uno de los niveles tiene libertad de comunicación con los demás.

Continuando, el primer nivel llamado Nivel de Campo o Equipos de Campo, es el nivel más bajo. Está ubicado en la base de la pirámide porque es en este nivel donde reposa la mayor carga de responsabilidad con respecto a las lecturas y acciones que se ejecutan en la planta. Aquí se encuentran equipos como sensores, los cuales recopilan información, la cual es enviada a los PLC para luego ser evaluada y enviadas a los actuadores, encargados de ejecutar la tarea que se les comanda desde el nivel dos (2) de la pirámide.

Siguiendo, en el segundo nivel, llamado Nivel de Control o Control de Procesos corresponde a los PLC. Estos son computadoras que son adaptadas para que funcionen en áreas industriales que presentan humedad, polvo, golpes o vibraciones sin ningún tipo de inconveniente, con múltiples puertos de entrada y salida, resistencia a amplios rangos de temperatura e inmune a ruidos eléctricos. Estos empezaron como sistemas de dedicación exclusiva al control de instalaciones, maquinas o procesos. Sin embargo, con el tiempo han ido

evolucionando, incorporando cada vez más prestaciones en forma de módulos de ampliación, entre ellos los procesadores de comunicación.



Figura 4: Controlador Lógico Programable Siemens (PLC)

Fuente: Zenteno (2019)

Luego de este se encuentra el Nivel de Supervisión o de Operación y Supervisión. Es en este nivel donde nace el sistema SCADA. Los sistemas SCADA se conciben como herramienta de supervisión y mando. Aunque inicialmente se concebido como un programa para supervisión y recolección de datos, gracias a los avances de desarrollos tecnológicos, han surgido una serie de productos hardware y buses especiales diseñados para este tipo de sistemas, permitiéndole obtener acceso al nivel uno (1) o de campo.

Después de este nos encontramos con el cuarto nivel llamado *Manufacturing Execution System* o *Sistema de Ejecución de Manufactura* (MES). Conocido como el nivel de planificación, este se encarga de conectar, mediante el uso de una base de datos (DB), con el tope de la pirámide. También, mediante el uso de programas de diseño gráfico, y usando los datos recolectados

por el SCADA y almacenado en la DB, es posible representar gráficos y reportes. En algunas ocasiones el nivel tres (3) y cuatro (4) son tomados como uno solo y esto es debido a el avance que han tenido los sistemas SCADA, los cuales le permite obtener funciones tanto de control de equipos de campo, tal como se mencionó anteriormente, y de planificación.

Por último, nos encontramos con el nivel de gestión. Este es conocido como *Enterprise Resource Planning* o *Planificación de Recursos Empresariales* (ERP), el cual cumple la función de gestionar información, tareas de negocios operaciones, producción, pronosticar oferta/demanda. En este nivel se usan softwares totalmente ajenos a los dos primeros niveles de la pirámide, en donde su enfoque principal es de funciones administrativas.

3.2.2. Funcionalidades de un Sistema SCADA

Reanudando, podemos constatar como en la actualidad los sistemas SCADA se han expandido, obteniendo así funcionalidades que lo dotan como un software completo en lo que respecta al área de supervisión y control de cualquier proceso productivo. Entre las principales ventajas que este brinda:

- Reducir costos con respecto a la contratación de personal de planta, esto debido a que es más fácil ver lo que ocurre en la instalación desde la oficina que enviar a un operario a realizar la tarea, causando que ciertas revisiones se vuelvan innecesarias.
- Debido a la adquisición de datos el mantenimiento de los equipos es mucho más fácil ya que se posee un histórico de cada elemento de campo y su comportamiento. La misma aplicación puede ser programada de manera que genere avisos cuando se aproximen fechas de revisión o cuando una maquina tenga más fallos de los considerados normalmente.

- Mejorar los procesos de gestión mediante la creación de gráficas, estadísticas y valores tabulados gracias a todos los datos recopilados y almacenados, esto con el propósito de explotar el sistema con el mejor rendimiento posible.
- Puesto que es un sistema abierto busca mejorar la conectividad. Gracias a los protocolos de comunicación actuales se permite la interconexión interna de sistemas de diferentes proveedores y evita la existencia de lagunas informativas que puedan causar fallos en el funcionamiento o en la seguridad.

También, para que un sistema SCADA pueda ser denominado como uno debe cumplir con funciones de:

- Monitorización, esto mediante la representación en tiempo real de datos a el operador de planta.
- Supervisión y adquisición de datos del proceso y herramientas de gestión para la toma de decisiones
- Visualización de estados de señales, esto mediante alarmas y avisos o eventos para dar a conocer a los operarios y que estos efectúen las acciones correctoras pertinentes.
- Mando, mediante la posibilidad de que los operadores puedan cambiar consignas y otros datos claves del proceso directamente desde el ordenador (marcha, paro o modificación de parámetros).
- Garantizar la seguridad de los datos. Tanto el envío como la recepción de datos deben de estar suficientemente protegidos de influencias no deseadas, intencionadas o no.
- Garantizar la seguridad en los accesos, mediante la restricción de zonas de programa comprometidas a usuarios no autorizados, es decir,

estableces niveles de usuarios jerárquicos que permitan o no acciones a usuarios específicos.

Los primeros ordenadores o equipos utilizados bajo el esquema SCADA en el campo de la automatización localizaban todo el control en el PC y tendían progresivamente a la distribución de control en planta. De esta manera, las bases para los equipos de planta quedarían divididos en tres bloques principales:

- Software de adquisición de datos (SCADA)
- Sistemas de adquisición y mando (sensores y actuadores)
- Sistema de interconexión (comunicaciones).

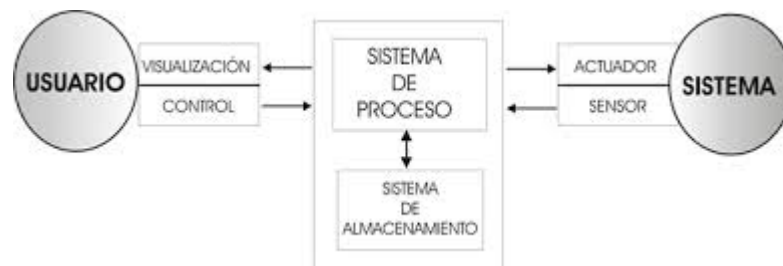


Figura 5. Arquitectura básica de un sistema SCADA.

Fuente: Sistemas SCADA 3ra Edición, Rodríguez Aquilino (2012).

El usuario interactúa mediante herramientas de visualización y control, conocidas como *Human – Machine Interfase* o *Interfase Hombre – Maquina* (HMI), permitiéndole así acceso al control del proceso. Esto se realiza mediante un ordenador donde reside el software (sistema servidor). Luego, el Sistema de Proceso capta el estado del sistema a través de los elementos sensores e informa al usuario a través del HMI. Tomando los comandos ejecutados por el usuario, el Sistema de Proceso inicia las acciones pertinentes para mantener el control y ejecutar los comandos usando como intermediario a los elementos actuadores.

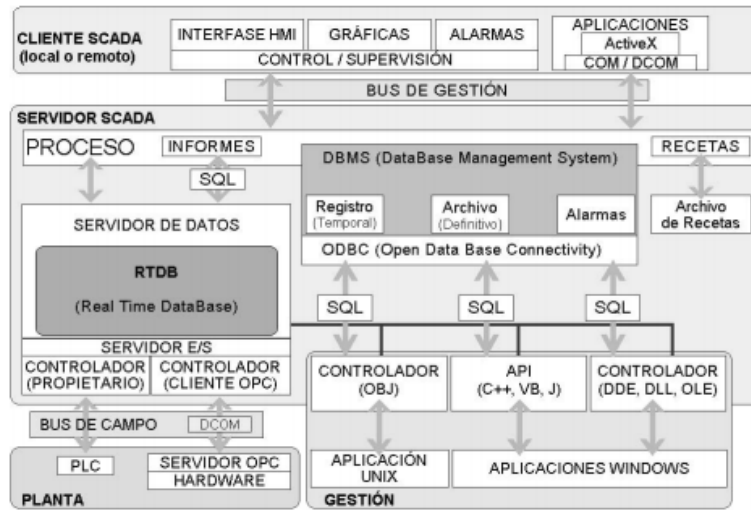


Figura 6. Arquitectura General de un Sistema SCADA.

Fuente: Sistemas SCADA 3ra Edición, Rodríguez Aquilino (2012).

3.2.3. Especificaciones Físicas

Continuando, es importante también señalar que especificaciones físicas (hardware) son las que identifican un sistema SCADA. Este software, a nivel conceptual está dividido en dos secciones: Los captadores de información (equipos encargados de recopilar datos de los elementos de control del sistema y luego procesan estos para su utilización), en este contexto este es el servidor del sistema, y los utilizadores de datos (encargados de utilizar la información, son herramientas de análisis de datos), en este contexto estos son los clientes o los usuarios del sistema. Mediante los clientes, los datos residentes en los servidores pueden ser evaluados para utilizarlos como criterios en las tomas de decisiones y acciones oportunas para mantener las condiciones nominales del proceso productivo de planta.

Entonces, gracias a lo planteado previamente se tienen los siguientes elementos:

- HMI
- Unidad Central (Master Terminal Unit o MTU)
- Unidad Remota (Remote Terminal Unit o RTU)
- Sistemas de Comunicaciones

De esta manera, el MTU centraliza el mando de las unidades remotas conectadas a la aplicación, además de gestionar comunicaciones, recopilar datos arrojados por las RTU, establece una comunicación con los operadores, ejecuta análisis, impresión y visualización de datos en tiempo real, además de ser el encargado de la seguridad del sistema. Por otro lado, los RTU son todos los elementos dedicados a rutinas de control y/o supervisión de un sistema, normalmente se encuentran alejados del centro de mando y se comunican contantemente con el MTU bajo algún canal de comunicación como por ejemplo comunicación por buses.

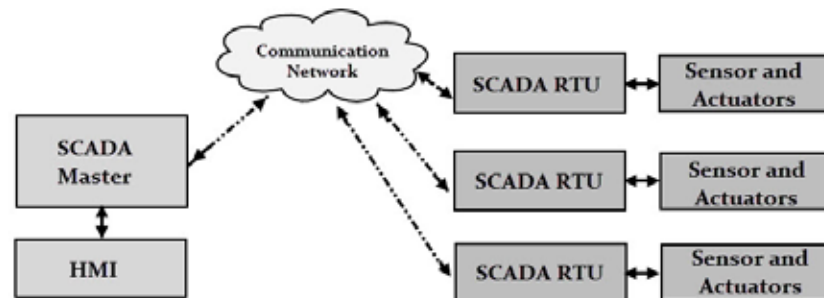


Figura 7. Recepción y envío de información de los RTU y MTU.

Fuente: Initial approach for monitoring online angular coherence between State Estimator and Synchrophasor measurements (2017)

3.2.4. Componentes de un sistema SCADA

3.2.4.1. Configuración

Es la encargada de definir el entorno de trabajo para poder adaptarlo a las necesidades de proceso productivo. Es en este dónde se

estructura el flujo de pantallas, ya sea en desarrollo lineal o árbol. Es aquí también donde se asignan niveles de seguridad a los diferentes usuarios que harán uso de la aplicación, esto para evitar que personas con menores rangos dentro del proceso de producción genere un cambio que afecte la configuración de algún elemento de campo.

3.2.4.2. Interfase Grafica

Permite la elaboración de pantallas de usuarios múltiples combinaciones de: Imágenes (estáticas e iconos interactivos o animados), textos y gráficas, definiendo así las funciones de control y supervisión de planta. Estas ayudan a generar alarmas intuitivas al usuario mediante el juego de colores y señales que puedan indicar al usuario cualquier evento inusual en el proceso.

3.2.4.3. Tendencias

Utilidades primordiales de un sistema SCADA que permiten representar de forma cómoda el comportamiento de las variables que intervienen en el proceso productivo. Aquí se incluyen: Representación en tiempo real (Real – time Trending) de las variables como flujo, temperatura, presión, y recuperación y representación de variables almacenadas (Historical Trending). También el desplazamiento a lo largo de todo el registro histórico, esto con el fin de ver el desarrollo de algún área de producción mediante el estudio de la variable de proceso.

3.2.4.4. Alarmas y Eventos

Está de más mencionar que para que una aplicación funcione como una herramienta de supervisión y control esta debe poseer elementos que ayuden a identificar cualquier situación irregular que esté

presente en el momento o que pueda presentarse en un futuro cercano, es por eso que son necesarias las alarmas y eventos, respectivamente.

Las alarmas se basan en la constante vigilancia de los parámetros de las variables del sistema y que se ven activadas cuando se ejecutan sucesos no deseables o desfavorables debido a que dan lugar a problemas de funcionamiento, retrasando cualquier plan de producción. Por otro lado, el resto de situaciones normales como puesta en marcha o paro de producción, cambio de algún parámetro o consignas de funcionamiento se denominan como eventos del sistema

Es normal que en algunos sistemas SCADA los eventos estén configurados como avisos preventivos, o simplemente avisos, los cuales son los encargados de hacer conocer al usuario de la existencia de correcciones preventivas que pueden ser ejecutadas o no con el fin de evitar que se presenten las alarmas relacionadas con este equipo o proceso en un futuro cercano.

3.2.4.5. Informes

Este orientado específicamente al área de supervisión. Generado gracias a la ayuda de las tendencias y alarmas y eventos. Esto con la necesidad de generar reportes del desarrollo histórico y estado actual del sistema en general o detallado por áreas de planta. Esta herramienta es generalmente usada para propósitos administrativos encontrados en el último nivel de la pirámide CIM.

3.2.4.6. Recetas

Componente primordial para mejorar el tiempo de producción debido a que permite configurar un sistema de forma automática. Se tratan de archivos que guardan los datos de configuración de los

diferentes elementos del sistema (velocidad de proceso, presiones, temperaturas, niveles de alarma, cantidad de piezas o materia prima). Esto facilita el proceso productivo gracias a que solo es necesario la ejecución de un comando para poner en producción la maquinaria.

3.2.5. Sistema de Comunicación

Los sistemas de comunicación estandarizados en los sistemas SCADA de módem. Los servidores de datos interrogan de manera constante y cíclica a los elementos de campo (*polling* o conocido en español como sondeo), recopilando los datos enviados por los PLC.

Gracias a la evolución de los controladores mediante la adición de módulos integrados es posible establecer cualquier tipo de comunicación entre un servidor de datos y cualquier elemento de campo.

Las diversas combinaciones de los elementos de comunicación dan lugar a diversas tipologías estándar, las cuales pueden ser utilizadas de forma individuales o se pueden combinar para mejorar la transmisión de datos. Las más resaltantes son:

3.2.5.1. Punto a Punto

Obedece a la relación lineal maestro – esclavo, es decir, un solo elemento remoto (previamente descrito como RTU) se encuentra conectado directamente con el sistema de control (previamente descrito como MTU) mediante una única línea de comunicación. Funciona como una comunicación limitada a dos extremos. Cuando se trabaja a distancia, cada punto final se encuentra dotado con un modem para convertir las señales analógicas de telecomunicación en un flujo de datos digitales

3.2.5.2. Multipunto Dedicado

Nace como un derivado del estándar previo. Un solo MTU se encuentra conectado a varias estaciones RTU mediante la conexión de enlaces directos y permanentes. Tiende a ser poco efectiva debido a que el tráfico individual de información enviada desde las estaciones RTU recae en un único sistema de control, causando una saturación en las estaciones MTU.

3.2.5.3. Multipunto Compartido Estrella

Basado en la misma línea jerárquica maestro – esclavo. El punto clave para diferenciar este tipo de tipología con la anterior es que aunque se tenga de un solo puerto de comunicaciones, la recepción de información se realiza mediante multiplexación (proceso y técnica de combinación de dos o más señales para poder transmitir las por un solo medio de comunicación), realizándose el intercambio de datos por turnos.

3.2.5.4. Multipunto Compartido en Anillo

Esta es más robusta que la anterior gracias a que se proporciona un segundo camino para la información evitando el corte de información en caso de existir un fallo en el nodo. En este tipo de conexiones los RTU se encuentran comunicados en serie y junto a estos también se encuentra el MTU, de esta manera se forma un circuito cerrado de comunicación en forma de “anillo”.

3.2.6. Interfaces de Comunicación

Es la que permite al MTU acceder a los dispositivos de campo mediante los RTU. De esta manera, las interfaces de comunicación generan un enlace directo desde el sistema de control y los sistemas de campo, justo como se

planteó en el inciso anterior, mediante el BUS de campo. Las interfases constan de distintos elementos:

- La base del sistema de comunicación es el BUS de campo, el cual transporta la información captada por los PLC en nivel de campo y envía las ordenes de control. Este vendrá definido en función de la robustez del sistema SCADA, distancia entre los RTU y/o disponibilidad del servicio público de comunicación.
- Los módems que conectan físicamente los RTU y el MTU al BUS.
- El módulo de comunicaciones contiene los drivers de conexión con el resto de elementos digitales conectados. Estos protocolos pueden ser abiertos, en el cual se encuentra el protocolo PROFIT BUS, o propios del fabricante.

3.2.7. Redes Industriales de Comunicación

Las comunicaciones a nivel de planta o campo deben poseer características particulares para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real que se deben producir y ser capaces de soportar ambientes hostiles (humedad, calor, golpes, vibraciones) en los cuales existe una gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras. En el ámbito industrial existen varios tipos de redes para diferentes entornos, entre los destacables:

- Red de Factoría: Utilizado en redes de oficina, contabilidad y administración, ventas, gestión de pedidos, almacén, etc. Este es el tipo de red utilizado en los niveles de gestión y planificación de la pirámide CIM. Se manejan altos volúmenes de información, sin embargo, los tiempos de recepción y envío no son críticos.

- Red de planta: Para interconectar módulos y equipos de planta entre sí y con departamentos como diseño o planificación. Estas redes deben manejar mensajes de cualquier tamaño, gestionar eficazmente errores de transmisión (detección y corrección), cubrir áreas y longitudes extensas, gestionar mensajes con prioridad y disponer de amplio ancho de banda.
- Red de célula: Para interconectar dispositivos de fabricación que operan en modo secuencial, por ejemplo, los PLC. Las características deseables de estas redes son: Gestionar mensajes cortos eficientes, capacidades de manejar tráfico de eventos discretos, bajo costo de instalación y de conexión por nodo, recuperación rápida ante eventos anormales y alta fiabilidad.

3.2.8. Seguridad de un Sistema SCADA

Con el desarrollo de nuevos sistemas de comunicación, se fueron descomponiendo los sistemas de control, permitiendo ubicar los centros de mando donde fuera más conveniente geográficamente. Sin embargo, es debido a las largas distancias que se presentan y a los medios de transmisión de la data que se necesitan procesos que garanticen la seguridad e integridad de la información. Uno de los principales problemas que presentan los sistemas de monitorización y control es la falta de fondos adecuados al equipamiento y al personal que lo hace servir.

Citando nuevamente a Rodriguez “Un aspecto destacado en la seguridad de sistemas es la vulnerabilidad relacionadas con la obtención o modificación de datos de funcionamiento o configuraciones de equipos.” (Rodriguez, 2012, 4.11).

Las políticas de seguridad es un pilar principal sobre el cual se podrá apoyar las necesidades de crecimiento, operatividad y mantenimiento de un

sistema. Los principales aspectos de seguridad en sistemas SCADA se pueden agrupar en cuatro grandes grupos:

- Características Físicas: La fiabilidad en los equipos y su disponibilidad es directamente proporcional a su coste.
- Sistemas Operativos: Tener sistemas operativos considerados como estándares conlleva adoptar los riesgos propios del sistema.
- De comunicaciones: Al hacer servir protocolos abiertos, como cruce con los sistemas operativos, se añaden más vulnerabilidades a los sistemas de control.
- Aplicaciones: La falta de medidas de seguridad (contraseña, privilegios, limitaciones de tiempo) hacen que los sistemas sean vulnerables. La posibilidad de conexión indiscriminada durante las puestas en marcha o durante el funcionamiento normal abre las puertas a multitud de amenazas, tales como los virus o piratas informáticos.

De esta manera los procedimientos más habituales y recomendados para la protección de datos son:

- Confidencialidad: Con el propósito de proteger la información de aquellos usuarios no autorizados. Es básico el principio de que no todo el mundo debe tener acceso a toda la información. Cualquier requerimiento de información sobre el sistema debería ser verificado por un protocolo de control de acceso a esta información para determinar si esta puede o no ser visualizada y compartida.
- Integridad de la información: No debería modificarse sin una autorización explícita. No solo se debe proteger de acciones mal

intencionadas, sino también de errores futuros o fallas de equipos.

- Autenticidad de la información: Siempre debe ser posible verificar la autenticidad de los datos recibidos.
- Acuse de recibo: Toda información enviada entre emisor y receptor debe ser verificada si llega a su destino.
- Disponibilidad de información: Disponibilidad de información para los usuarios cuando estos lo requieran siempre y cuando cumplan con los parámetros de confidencialidad.

3.3. Definición de Términos Básicos

- **SCADA:** Acrónimo para Supervisory Control and Data Acquisition o Supervisión Control y Adquisición de Datos. Nombre designado a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso de producción y permita el control al usuario del mismo sistema mediante herramientas de visualización como interfases gráficas, alarmas y eventos, tendencias (representación gráfica de la evolución de variables del sistema), registro y archivos, generación de informes, control de proceso.
- **Ordenador Workstation:** Término utilizado para hacer referencia a cualquier equipo informático particularmente desarrollado con el fin de ser usado por una sola persona por vez, lo cual implica que toda la capacidad de procesamiento está disponible para el operador. Esto resulta beneficioso debido a que evita que el usuario del equipo tenga que realizar trabajos mediante servidores remotos que limitaban las capacidades de un equipo.
- **Wonderware InTouch:** Es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de interfase HMI bajo entorno PC. InTouch utiliza como sistema operativo el entorno Windows 95/98/NT/2000/XP. Este paquete de software

consta básicamente de tres elementos: ArchestrA IDE, Windowmaker y Windowviewer.

- **ArchestrA IDE:** Es la Arquitectura Tecnológica basada en .NET de Microsoft, desarrollada por Wonderware. Es una arquitectura sobre la que se genera software que son fácilmente desplegables e integrables
- **QuickScript:** Es el nombre que recibe el lenguaje de scripting (escritura) y funcionalidades utilizadas en el entorno InTouch. Es similar al lenguaje utilizado en la programación de PLC y al texto estructurado. Quickscrip permite construir aplicaciones robustas aprovechando las ventanas de la programación aplicado al control del proceso.
- **Script:** Es un conjunto de instrucciones que controla la aplicación para hacer algo. Las funciones de scripts pre construidas (commando de programación) incluyen funciones matemáticas, trigonométricas, string, entre otros. Usando estas funciones se ahorra tiempo en el desarrollo de aplicaciones.
- **Interfase gráfica:** Es un programa informático que actúe como interfase de usuario, puente de interacción entre el usuario y el programa, utilizando en conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfase. Su principal uso es el de proporcionar un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo de una máquina.
- **HMI:** Acrónimo para Human – Machine Interfase o lo que es lo mismo Interfase Hombre – Máquina. Dispositivos que permiten la comunicación entre la máquina y el operador. Formado en sus inicios por paneles compuestos por indicadores (luz piloto, alarma, etc) y comandos (pulsadores de accionamiento manual, sensores, relés, etc). Actualmente debido a la evolución de la industria (actualmente la cuarta revolución industrial o la industria 4.0) es posible contar con sistemas HMI electrónicos, mediante los cuales los operadores pueden acceder de manera sencilla (un ejemplo de esto son los paneles táctiles)

facilitando el control y supervisión de una maquina o proceso directamente en el campo.

- **Sensores:** Todo aquel elemento que posee una propiedad sensible a una magnitud física y, que, al variar con cierta intensidad, manifiesta la presencia de dicha magnitud. En la industrial, un sensor es un objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, conocidas como variables de proceso o instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas. Normalmente estos elementos se encuentran en contacto directo o en proximidad a la variable a detectar.
- **Actuadores:** Dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Recibe las ordenes de un controlador y en función de ella genera la orden para activar un elemento final de control (una válvula o un selenoide)
- **PLC:** Acrónimo para Programmable Logic Controller o Controlador Logico Programable. Son computadoras pequeñas que fueron adaptadas para que pudieran trabajar sin ningún inconveniente en áreas industriales sometidas a altas temperaturas o movimientos repetitivos y fuertes (golpes o vibraciones). Son los responsables de comandar (actuadores) y recibir (sensores) información de los instrumentos de campo.
- **Control de procesos:** Un Sistema de “Control de Procesos” permite que las operaciones del proceso productivo referido a áreas industriales se vuelvan más fiable y eficiente, esto debido a que se encarga de obtener y mantener las condiciones de funcionamiento nominales, eliminando cualquier desviación o error que puede presentarse mediante el ajuste de las variables de proceso.
- **Variable de Proceso:** Propiedad física o química que es constantemente medida y controlada debido a que es por medio de esta que se regula un lazo de control.

- **Variable Controlada:** Variable que se desea controlar. Es la más importante del proceso de control ya que es la que debe mantenerse estable, debido a que si existe una variación de estas las condiciones del proceso de ven totalmente alteradas o distorsionada a menor a mayor escala. Su monitoreo se realiza de manera constante mediante elementos de campo como sensores.
- **Variable Manipulada:** Es la variable que se modifica para afectar de manera directa a la variable controlada. Esta es modificada mediante el controlador, el cual transmite modificaciones para lograr el ajuste de la variable controlada.
- **Telemetría:** Nombre que recibe el proceso de control a distancia. Es mediante la telemetría que es posible la medición de variables físicas de manera remota. Este es la transmisión a distancia de información sobre algún tipo de magnitud medida (como la variable de proceso, por ejemplo).
- **Bus de Campo:** Es un sistema de transmisión de datos El termino bus indica el transporte secuencial de señales eléctricas que representan información codificada de acuerdo con un protocolo.
- **PROFIBUS:** Estándar de comunicación abierto para buses de campo. Deriva de la palabra Process Field Bus o Bus de Proceso de Campo. Empleado para la interconexión de dispositivos de campo de entrada/salida con PLCs y PCs. Dispone de tres perfiles de usuario: PROFIBUS FMS (Fielbus Message Specification) Protocolo de comunicación diseñada para proporcionar servicios de mensajería entre y con dispositivos programables en entornos CIM; PROFIBUS DP (Decentralized Periphery) diseñado para la comunicación de datos a alta velocidad a nivel de dispositivo, los PLCs y PCs se comunican con los dispositivos de campo distribuidos por medio de un enlace de alta velocidad; y los PROFIBUS PA (Process Automation) el cual conecta los sistemas de automatización y los sistemas de control de procesos con los dispositivos de campo.

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

Hernández, Roberto (2010), señala que “El investigador debe visualizar la manera práctica y concreta de responder a las preguntas de investigación, además de cubrir los objetos fijados. Esto implica seleccionar o desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular de su estudio” (p. 120). Entonces, basándonos en la cita previamente planteada, nos referimos al diseño de la investigación como el plan, estrategia o pasos a seguir concebida para obtener la información o resultados que se desea.

De esta manera, volviendo a citar a Hernández (2010) “Si el diseño está concebido cuidadosamente, el producto final de un estudio tendrá mayores posibilidades de éxito para generar conocimiento”.

4.1. Tipo de Investigación

Descrito por Landeau (2005) “La investigación se puede hacer de muchas maneras, ya que hay una gran variedad de opiniones sobre que es la investigación y una disparidad importante sobre que se investiga y como se hace” (p. 20). Entonces, aquí es donde se postula la existencia de una gran variedad de tipos de investigaciones, sin embargo, la selección de la orientación del tipo de investigación va a depender del contexto de estudio y de los resultados que se desean obtener al finalizar el estudio.

Citando a Gonzales, E. (2015):

“Las investigaciones o proyectos especiales son aquellos que a través de una investigación proponen creaciones que tienen un interés cultural y una utilidad. A diferencia de los proyectos factibles, los cuales

se enfocan a propuestas o modelos operativos que pueden o no ser llevados a cabo, un proyecto especial resulta en un objeto real”.

De esta manera, las tesis que adopten la investigación de tipo especial desarrollan elementos creativos altamente especializados que servirán para adecuarse a un área de conocimiento específico y que funcionarían como aportes muy valiosos para impulsar el desarrollo de la investigación a gran escala.

Entonces, luego de presentados los previos argumentos descritos por Gonzales, que la actual investigación se considera del tipo especial, puesto que, se planea desarrollar las adecuaciones necesarias sobre el sistema SCADA de la planta Corimon Pinturas C.A, derivadas de un estudio previo de fallas y puntos críticos que este posee.

4.2. Diseño de Investigación

Descrita por Arias (2006) “El diseño de la investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental.” (p.27).

En el mismo documento, Arias describe al diseño de campo como “Aquella que consiste en la recolección de datos directamente en la realidad donde ocurren los hechos sin manipularlos, es decir el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes” (p.31).

Continuando, atendiendo a lo propuesto por Landeau (2005), con respecto a los diseños de campo, afirma: “Es útil para la planificación del trabajo y la comprensión de los datos recolectados por medios diferentes” (p.33). Es importante acotar que los diseños de campo utilizan datos secundarios (entiéndase documentos previos o bibliografías) que funcionan como soporte teórico, no obstante, son los datos primarios obtenidos los esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado.

También, tomando en cuenta el tipo de investigación descriptiva, Arias (2006) afirma que

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados en este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” (p.24).

De esta manera, utilizando los argumentos previamente planteados, se puede afirmar que la investigación se enmarca en una modalidad de diseño de campo y descriptiva. Esto debido a la constante recopilación de los valores de campo en planta recibidos en el SCADA para constatar que las funcionalidades de control y mantenimiento a diseñar se acoplan de manera correcta y favorecen al proceso productivo.

4.3. Población y Muestra

Lugo (2016) “La población refiere al universo, conjunto o totalidad de elementos sobre los que se investiga o hacen estudios, mientras que la muestra es una parte o subconjunto que se selecciona previamente de una población para realizar el estudio”. Es entonces, gracias a lo previamente postulado que para la investigación se tomara a Corimon Pinturas Valencia C.A. como la población de estudio y el sistema SCADA como la muestra de estudio.

4.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Citando nuevamente a Arias (2006) “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. Entonces, tomando esto en conjunto con el diseño de campo descrito previamente, se debe de almacenar todos los datos prudentes para su correcta interpretación. También, el mismo autor afirma “La observación es una técnica que

consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en el entorno, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p. 69).

También, Méndez (1999) argumenta que “Las fuentes y técnicas para recolección de la información son los hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permiten tener información” (p.143).

Entonces, se selecciona como instrumentos de recolección de datos la observación directa, debido a que se debe evaluar el comportamiento y desenvolvimiento del sistema SCADA cada que se ejecuten modificaciones sobre esta para verificar que tan efectivas son y si cumple con los subobjetivos planteados.

Por otro lado, los instrumentos de recolección de datos se encuentran definidos por Amador, M. (2009) como “los mecanismos que utiliza el investigador para recolectar y registrar la información obtenida”. De esta manera entendemos que estas herramientas son de vital importancia para el análisis de la información que fue recolectada por los autores de la investigación.

Específicamente para este tipo de investigación se utilizó como principal instrumento de investigación la entrevista no estructurada, la cual se entiende como una entrevista que trabaja con preguntas abiertas o que manejen cierto grado de ambigüedad sin la necesidad de tener un orden preestablecido dotándola así con características de una conversación. Así, los principales sujetos que fueron sometidos a dicha entrevista son empleados del departamento de Digitalización Industrial (Gerente y Analista de Digitalización), además de preguntas puntuales dirigidas a los gerentes y supervisores de planta y cada uno de los subniveles de planta.

Otro de los instrumentos utilizados que se encuentra directamente relacionado con la entrevista no estructurada fue un libro de notas para anotar las respuestas obtenidas y una lista de chequeo.

4.5. Fases de la Investigación

Puesto que todo trabajo investigativo se estructura de pautas y puntos a seguir para poder realizar mediciones y recolecciones de datos sin alteración de estos, es conveniente especificar las “etapas” o “fases de investigación” que se utilizaran para poder trabajar bajo un esquema estructurado, organizado y lógico que nos ayude a cumplir los objetivos y obtener los resultados más cercanos al objetivo principal de la investigación.

4.5.1. Fase I: Diagnosticar la situación actual de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.

Diagnosticar e identificar las estructura lógica, visual, comunicativa y funcional de la plataforma SCADA de la planta Corimon Pinturas. En esta primera fase se identifica en que punto y estado se encuentra el sistema SCADA y que funciones de supervisión y control son las que ejecuta de manera correcta.

4.5.2. Fase II: Identificar fallas y puntos críticos de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta Corimon Pinturas Valencia C.A.

Luego de estudiado el sistema SCADA tanto a nivel de frontend (interfaz gráfica) como a nivel de backend (programación lógica y conexión con los equipos de campo) se debe de identificar cuáles son los puntos a corregir o añadir al sistema para optimizar más la comunicación entre usuario – programa, que también puede ser interpretada como usuario – proceso.

4.5.3. Fase IV: Diseñar la adecuación sobre la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta Corimon Pinturas Valencia C. A.

Para la cuarta y última fase, luego identificados los puntos críticos, se deben de realizar dos pasos intermedios. El primero es diseñar una maqueta o borrador base que funcionará como punto de referencia hacia como diseñar la interfase grafica del

programa y la fluidez de este para luego realizar las maquetas en la interfase de desarrollo IDE las cuales luego serán sometidas a prueba

4.5.4. Fase III: Evaluar la factibilidad operativa, económica y social del diseño a proponer de la plataforma SCADA.

En la tercera fase, se evaluarán factores a tomar en cuenta como factibilidad operativa, el cual refiere a evaluar si se poseen los recursos necesarios para realizar un diseño funcional que atenué los puntos críticos detectados en la fase anterior, la factibilidad operativa, referido a si se poseen los recursos económicos para financiar el proyecto, y la factibilidad social, es decir, que tan necesaria es la propuesta de diseño por parte de los usuarios (operadores de planta).

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual de la plataforma SCADA basada en el sistema WONDERWARE en la planta CORIMON Pinturas C.A.

5.1.1. El Sistema SCADA de la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.

Para desarrollar un proyecto de ingeniería es de relevancia conocer el espacio a estudiar. Al respecto, se puede decir que actualmente la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A. cuenta con un sistema SCADA, el cual se encuentra dividido en tres pantallas distintas, las cuales a su vez se encuentran alojadas en tres equipos diferentes, correspondiente a los departamentos de producción de Planta Industrial, Planta Látex, respectivamente, y el departamento de Materia Prima. Este proyecto fue realizado por la empresa de Instrumentación y Automatización Industrial **Ingenia M.F. C.A.** en el año 2012 para CORIMON Pinturas C.A.

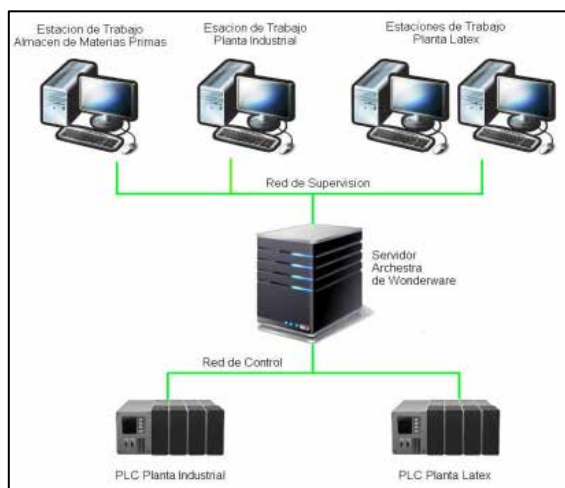


Figura 8. Arquitectura de Control del Sistema SCADA

Fuente: Manual de Operación SCADA (2015).

Este sistema, en general, se encuentra orientado a la supervisión de niveles de materia prima de los tanques que suplen de esta a las plantas ya mencionadas previamente. De esta manera, la pantalla asignada al departamento de materia prima cumple la única función de actualizar los niveles mediante el ingreso manual de esta. Por otro lado, las otras dos pantallas, además de indicar los niveles de los tanques, también cumplen la función de supervisar el proceso productivo. En el caso de la pantalla asignada a Planta Industrial, esta puede supervisar la dosificación de materia prima a las respectivas áreas de planta, mientras que la pantalla asignada a Planta Latex tiene la facultad de controlar unos motores pertenecientes a los tanques “Slurry”, los cuales tienen como función evitar la sedimentación de la materia prima que se aloja en estos tanques.

El sistema SCADA se encuentra alojado en el servidor de ArchestrA IDE de Wonderware, tal como se especifica en la figura ocho (8), el cual funciona como el gestor y puente de conexión entre las señales de los PLC que controlan las diferentes áreas automatizadas de planta. En el IDE nos encontramos con “CorimonGalaxy”, la cual es en la que reside la configuración general de todos los elementos que forman parte del SCADA como lo son las configuraciones de las pantallas (Planta Industrial, Planta Latex y Materia Prima), las configuraciones y modelados de los elementos de planta que interfieren en el proceso de dosificación de materia prima (tanques, bombas, válvulas, etc), los PLC junto con todas las señales necesarias para poder utilizar en pantalla.

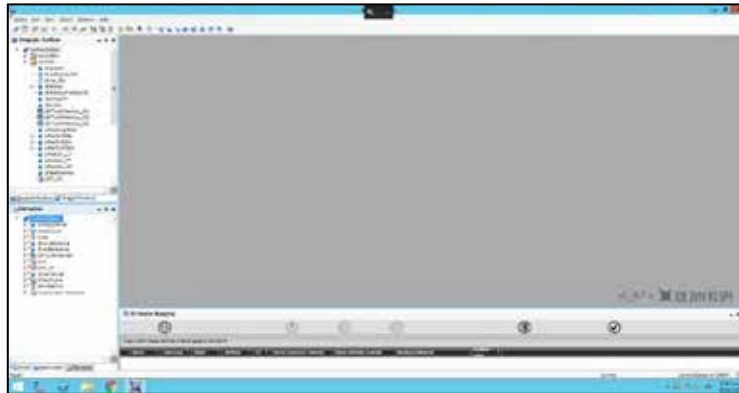


Figura 9. CorimonGalaxy en el entorno de desarrollo de Archestra IDE

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.1.1.1. Planta Industrial

La Planta Industrial es la encargada de la producción de pinturas en base a solventes y resinas. En ella se tiene una ventana principal, la cual comparte las mismas configuraciones que las dos pantallas restantes (Planta Latex y Materia Prima). En ella se puede señalar varios elementos que se explicaran detallada e individualmente.



Figura 10. Pantalla Principal Planta Industrial

Fuente: Daza, Carlos (2015).

Inicialmente consta con una imagen central la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A. la cual utiliza como fondo de pantalla inicial. En la parte superior se tiene el llamado, en el WindowMaker de Intouch, MenuUp. Esta sección alberga la sección de alarmas y el registro de empleados a la plataforma. Por último, se tiene el MenuDown, el cual permite la navegación entre las ventanas asignadas a las diferentes partes del proceso de dosificación de materia prima (en este caso solvente y resinas).



Figura 11. Secciones del menú inferior de la pantalla de Planta Industrial

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Este menú se encuentra distribuido de la siguiente manera: Primero se tiene la sección de Tanques, la cual se encarga de monitorear el nivel de materia prima de dichos tanques, cuanto representa esto en kilogramos y la temperatura de cada tanque de manera individual.

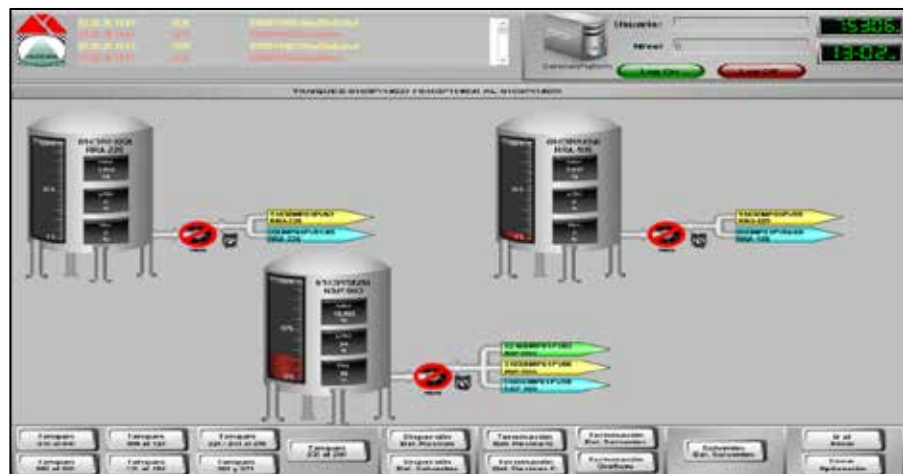


Figura 12. Sección Tanques de la pantalla Planta Industrial

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Siguiendo, se tienen las secciones de Dispersión y Terminación. Estas dos, aunque cumplen las mismas tareas de supervisión de dosificación de resina y de solvente a las balanzas, se encuentran separadas debido a que son distintas áreas de planta, donde se dosifica, respectivamente, materia prima a las dos balanzas que forman parte del área de dispersión y a las tres balanzas que forman parte del área de terminación.

Es importante clarificar en este punto la diferencia entre las áreas de dispersión y terminación. La primera sección del proceso productivo de Planta Industrial es dispersión, en ella se adicionan a los tanques de mezcla la materia prima necesaria para poder “dispersar” cada uno de los polímeros que forman parte de la receta de formulación de un lote de producción. Luego de dispersar y mezclar todos los elementos, esta mezcla pasa al área de terminación para ser evaluada por control de calidad y corrección, donde se determina si se deben de añadir más materia prima para poder conseguir un preparado que cumpla los estándares de producción de planta, es aquí donde figuran las balanzas del área de terminación, las cuales se encuentran reflejadas en la pestaña de terminación de la pantalla SCADA de Planta Industrial.

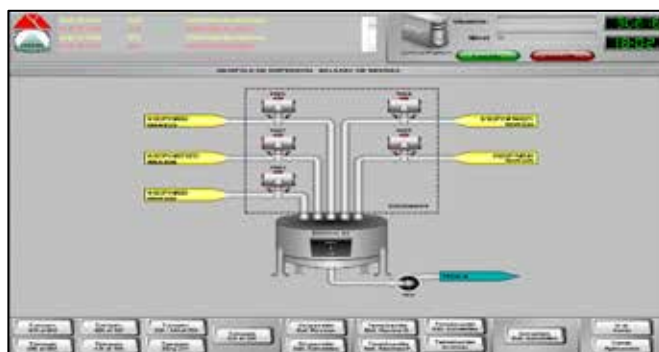


Figura 13. Balanza Solvente del área de dispersión de Planta Industrial

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.1.1.2. Pantalla Materia Prima:

La pantalla asignada al departamento de materia prima cumple las tareas de supervisar los niveles de todos los tanques de planta (planta industrial y planta látex), registrar el ingreso de materia prima de manera manual, reconocer los avisos y alarmas de nivel de solicitud y nivel bajo (respectivamente), y resetear las alarmas luego de que los niveles de materia prima en los tanques que hayan arrojado la alarma sean repuestos.

La pantalla principal, al igual que la pantalla de planta industrial posee la misma configuración, es decir, consta de un menú superior (MenuUp) una pantalla principal que cuenta con la imagen del patio de la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A., y un menú inferior (MenuDown). Lo único en lo que difiere esta pantalla con respecto a la anterior planteada es su menú inferior, el cual sigue la siguiente configuración:



Figura 15. Distribución MenuDown Pantalla Materia Prima.

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Siguiendo, tal como se aprecia en la figura 13, los botones que se encuentran asignados a las secciones de Área Industrial y Área Látex, apertura ventanas que funcionan para la verificación de los niveles de los tanques. Dichas ventanas solo muestran los tanques sin sus respectivas bombas ni tuberías que los conectan a los procesos productivos de planta, esto por la sencilla razón de que el departamento de Materia Prima solo supervisa y reporta, de manera constante, la cantidad de materia prima que se dispone para producción.



Figura 16. Ventana de Tanques de la Pantalla de Materia Prima

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Ahora, el botón asignado a control de inventario muestra una ventana en la cual se realiza el ingreso manual de materia prima:



Figura 17. Pantalla de Ingreso de Materia Prima

Fuente. Manual de Operación SCADA (2015).

Mostrada la figura anterior podemos entonces describir la función y navegación de esta. En dicha ventana los usuarios asignados son los responsables de realizar el ingreso de materia prima mediante el llenado del siguiente cuadro con sus respectivos datos:

Ingreso de Materias Primas

Materia Prima: Ninguna

Factura: []

Orden de Compra: []

Cantidad de Ingreso: 0.00 Kg

Ingresar

Figura 18. Bloque de Ingreso de Materia Prima de la Pantalla de Materia Prima

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Además, existe una sección en la cual se muestra un registro de la cantidad de materia prima en kilogramos existente en el momento, la cual cada que se realiza una adición o ingreso de materia prima se va sumando al valor previo existente. Todos estos valores nuevos ingresados van sumándose al valor de materia prima existente en el momento el cual es almacenado en la memoria de los PLC (planta industrial y planta látex)

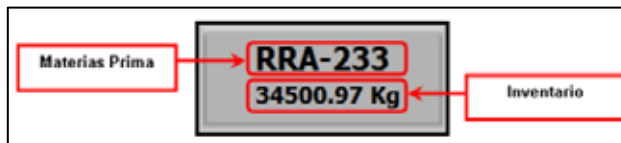


Figura 19. Inventario Actual de Materias Primas

Fuente: Manual de Operación SCADA (2015).

Por consiguiente, se habla de un sistema de registro de la cantidad de materia prima existente en el momento, el cual es paralelo a los niveles de los tanques y lo que representan estos en kilogramos vistos en los recuadros internos de los tanques:

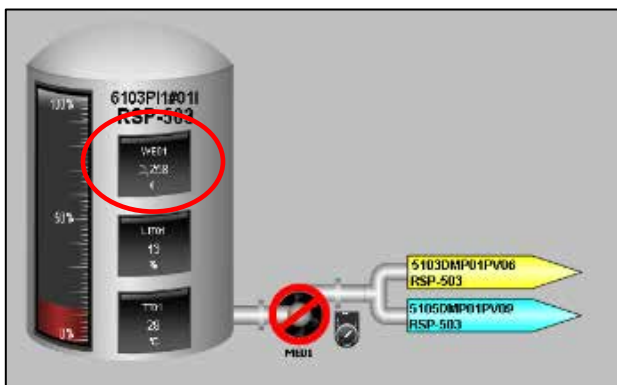


Figura 20. Vista del tanque #01 de Planta Industrial de la Pantalla de Planta Industrial

Fuente: Daza, Carlos (2019)



Figura 21. Vista del tanque #08 de Planta Industrial de la Pantalla de Materia Prima

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.1.1.3. Pantalla Planta Látex:

Continuando, de la pantalla asignada a Planta Látex se puede inferir entonces que cuenta con tres ventanas principales emergentes cuando se apertura el SCADA, siendo el menú superior (MenuUp), el menú inferior (MenuDown) y la pantalla principal. La diferencia en este caso, al igual que en el caso de la pantalla de Materia Prima, es su menú inferior, el cual se encuentra distribuido de la siguiente manera:



Figura 22. Distribución del MenuDown de la Pantalla de Planta Látex

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Aquí podemos constatar que la pantalla asignada a Planta Latex, tiene la función de supervisión de niveles de tanques y control de motores designados a los tanques Slurry, los cuales pueden ser manipulados mediante el botón de configuración de tanques.



Figura 23. Ventana Tanques Slurry de Planta Latex

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Esta es la ventana más importante y resaltante de la pantalla asignada a Planta Látex. Entre las características de esta pantalla podemos resaltar la supervisión de niveles, pesos de materia prima y temperatura de los tanques, pero además también tiene la facultad de controlar la velocidad de giro y el tiempo de funcionamiento de los motores que tienen acoplados los tanques en la parte superior, todo con la finalidad de evitar la sedimentación de la materia prima que albergan dichos tanques y poder hacer el proceso productivo más eficiente a la hora de ahorrar tiempo de dosificación.

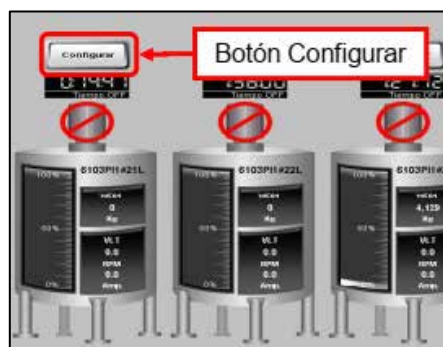


Figura 24. Botón Configurar tanques Slurry

Fuente: Manual de Operación SCADA (2015)



Figura 25. Ventana de Configuración

Fuente: Manual de Operación SCADA (2015).

No obstante, esta ventana es la única especial en toda la pantalla de Planta Látex, y todo debido a que las demás ventanas solo supervisan niveles de los tanques, donde, comparándola con la pantalla asignada a Planta Industrial, no tiene ningún tipo de conexión con el proceso productivo (no hay iconos de bombas que indiquen el encendido de estas para la dosificación de la materia prima, o de tuberías que conecten el tanque con la producción en planta).

Por último, al igual que en todas las pantallas previas se tiene la ventana de Avisos y Alarmas, la cual cumple la misma función en todas las pantallas. Sin embargo, es importante acotar que cuando existen niveles de solicitud (aviso) o niveles bajos (alarma), los únicos capaces de realizar el reset de estas es el departamento de Materia Prima a través de la pantalla que se le fue asignada.

5.2. Fase II: Identificación de fallas y puntos críticos de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.

Luego de ser explicado de manera detallada el SCADA y las funciones que este ejerce, tanto de manera individual (cada una de las tres pantallas existentes) como de manera general (de qué manera se conectan cada una de las pantallas), prosigue la identificación de los puntos críticos del sistema SCADA.

Este sistema SCADA se encuentra orientado a la supervisión en lo que respecta a niveles de materia prima y la dosificación de esta a planta, además de poseer funciones de control (pantalla Planta Látex), sin embargo, al igual que todo proyecto, siempre existen y existirán mejoras que pueden ser aplicadas con la finalidad de mejorar la interacción usuario – interfase para la comodidad de los empleados que hacen uso de esta herramienta.

Con la finalidad de poder realizar justificaciones a las siguientes fallas y puntos críticos de la plataforma haremos uso de la documentación respectiva, en este caso el

libro “Sistemas Scada” de Rodríguez, Aquilino, que funcionara como soporte para los siguientes argumentos:

5.2.1. Dimensiones de cada una de las pantallas:

En los puntos 5.1.1.1, 5.1.1.2 y 5.1.1.3 se dio a conocer que todas las pantallas principales contaban con la misma estructura de ventanas (MenuUp, MenuDown, y Principal). Es aquí donde debemos señalar las dimensiones asignadas a cada una de las ventanas.

Debido a que las ventanas que permanecen estáticas durante la navegación de todas las pantallas de la plataforma (ya sea la pantalla asignada a planta industrial, a materia prima o a planta látex) son las ventanas de MenuUp y MenuDown, se debe considerar que tanto espacio pueden ocupar estas ventanas debido a que esto evita que las pantallas que deberían tener mayor protagonismo (ventana principal y las demás ventanas de navegación), y por ende menor espacio para disponer sobre la distribución de iconos estáticos o interactivos necesarios que reflejan la situación en la que se encuentra el área productiva en el momento.

Una de las principales razones por las cuales estas ventanas disponen de un espacio mayor al que deberían es debido a la cantidad de botones de navegación que poseen (sobre todo en la pantalla de Planta Industrial. Puesto que todas las pantallas poseen la misma estructura por convenio del desarrollador del proyecto (esto para que todas las pantallas trabajaran bajo el mismo estándar de navegación) todas se encuentran en la misma condición, viéndose afectadas las ventanas principales de las pantallas de Materia Prima y Planta Látex debido a la poca cantidad de botones de navegación que albergan estas.

5.2.2. Navegación Entre Ventanas:

Continuando, la navegación en un sistema SCADA debe ser la más sencilla e intuitiva posible, esto con el fin de evitar que el usuario supervisor pueda verse confundido sobre cual botón navegar para realizar el llamado a la ventana que desea. En el caso del sistema SCADA de CORIMON Pinturas C.A. la única manera de navegar entre ventanas es mediante los botones de navegación tanto del MenuUp como del MenuDown. Aunque es cierto que esto no representa una falla o punto crítico, si es un aspecto que puede ser adecuado.

Facilitar al usuario, mediante los iconos estáticos o dinámicos de las ventanas, una manera de navegación más intuitiva y sencilla que le permita conocer, en este caso, a que parte del proceso están conectados los tanques de almacenamiento de materia prima, es un punto importante a adecuar y agregar. En otras palabras, se propone la adición de nuevos medios y métodos de navegación entre pantallas.

5.2.3. Modificación y adición de elementos visuales:

Puesto que los sistemas SCADA están diseñados para reflejar, de manera remota, toda la situación actual de planta, podemos afirmar entonces que es un sistema que se basa en usar de manera total el sentido de la visión del usuario, es decir, este debe tener las menores distracciones visuales posibles y resaltar los parámetros de interés, mediante iconos interactivos, de manera que este pueda detectar cuando ocurre una situación irregular en el menor tiempo posible.

Este argumento previo sirve para reforzar lo planteado en el inciso 5.2.1. Es aquí donde se hace la propuesta de modificación y adición de elementos visuales.

De los puntos más críticos a señalar se tiene:

1. Los colores de los niveles de los tanques no son los adecuados para la captación visual de los usuarios en planta debido a lo opacos que resultan ser.
2. Además de existir la ventana de alarma en cada una de las pantallas y la barra de los tanques, no existe ningún otro indicativo para saber cuál es el estado del stock de materia prima de los tanques, el cual esta subdividido en tres estados:
 - i. Nivel alto (un 85% de la capacidad nominal del tanque)
 - ii. Nivel de solicitud (un 20 % de la capacidad nominal del tanque)
 - iii. Nivel bajo (un 5% de la capacidad nominal del tanque).Este también es llamado Nivel Imbombeable.
3. Las balanzas de planta industrial no poseen la correcta división y distribución de las tuberías que conectan a estas con los diferentes tanques, esto debido a que por simplicidad se crearon la cantidad de tuberías como de cantidad de materia prima existentes en el momento del diseño del sistema SCADA.
4. No existe ningún indicativo en pantalla para las paradas de emergencia en planta.
5. No existe un comparativo de la cantidad de materia prima que existe en los tanques con la cantidad de materia prima que se ingresa desde el departamento de Materia Prima
6. Aunque el icono asignado a las bombas indica cuando esta se encuentra apagada, bloqueada, encendida y en falla; cuando estos motores se encuentran en falla o simplemente no logran que funcionen de manera remota no existe ninguna ventana o icono que de indicativo del estado las señales que intervienen en el encendido de la bomba, alargando los tiempos de parada debido a que se debe

de realizar la búsqueda de las señales faltantes en la programación del PLC

5.2.4. Tendencia de Históricos

Las gráficas de tendencias, o tendencia de históricos, son una herramienta simple pero útil dentro del análisis de algún proceso mediante el análisis de graficas generadas por los valores de las señales a las cuales son asignadas y que permiten estudiar el desenvolvimiento de estas durante un lapso de tiempo seleccionado.

Puesto que se trabaja con un sistema SCADA, justo como es especificado en el capítulo tres (3) (marco teórico), se debe tener un registro grafico del movimiento de materia prima y actividad de planta cuando se encuentre en producción, esto con la finalidad de poder tener un seguimiento del comportamiento de todos los elementos de planta para verificar y constar cualquier anomalía que se presente. Sin embargo, esta plataforma SCADA no posee este tipo de herramienta o no fue implementada.

Entonces, todo lo anteriormente planteado puede ser plasmado es un cuadro o tabla para su respectiva revisión antes y después de aplicar las adecuaciones necesarias.

	Existe	Falta Adecuar	Falta Implementar
Redimensión de cada una de las pantallas	SI	SI	N/A
Navegación entre pantallas	SI	SI	SI
Modificación de elementos visuales	SI	SI	N/A
Adición de elementos visuales	NO	N/A	SI
Tendencia de Históricos	NO	N/A	SI

Tabla 2. Lista de Cotejo del sistema SCADA.

Fuente: Daza, Carlos (2019).

5.3. Fase III: Adecuación de la plataforma SCADA basada en el sistema actual WONDERWARE Intouch en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.

Todas las adecuaciones y diseños que se realizaron a la plataforma SCADA de la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A. fueron realizadas en tres programas que pertenecen al paquete de Wonderware Intouch, los cuales son: ArchestrA IDE, ArchestrA Graphics y Wonderware Intouch WindowMaker

5.3.1. Redimensión de cada una de las pantallas

Puesto que todas las pantallas tienen la misma dimensión y siguen un mismo patrón de distribución de ventanas, botones y elementos visuales básicos es necesario hacer modificaciones sobre cada una de las pantallas. Para lograr esto es necesario entrar en las configuraciones individuales de cada pantalla, las cuales se encuentran en la configuración de la galaxia “CorimonGalaxy” tal como se muestra en la figura veintiséis (26).

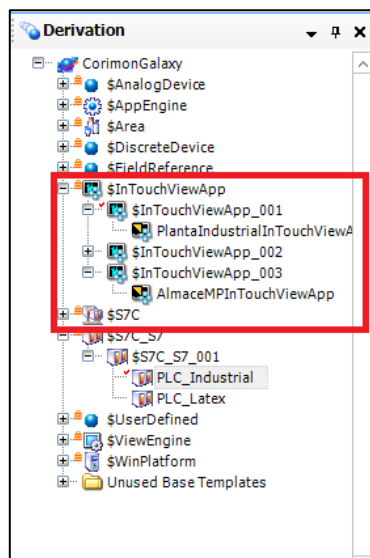


Figura 26. Configuraciones de cada una de las pantallas del sistema SCADA

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Al ingresar a cualquiera de las configuraciones se da inicio a la configuración interna de cada una de ellas en Wonderware Intouch WindowMaker:

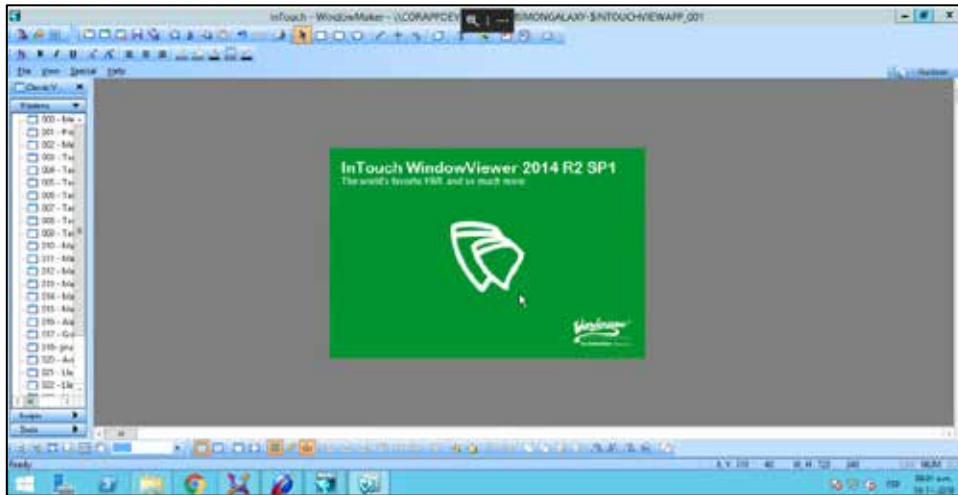


Figura 27. Configuración WindowMaker de la pantalla de Planta Industrial

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Como se aprecia en la figura veintisiete (27), a la izquierda se tiene en forma de lista todas las ventanas que conforman la pantalla de planta industrial. Cada ventana, al momento de su creación o edición (de ser necesario) debe ser configurada mediante la siguiente pantalla:

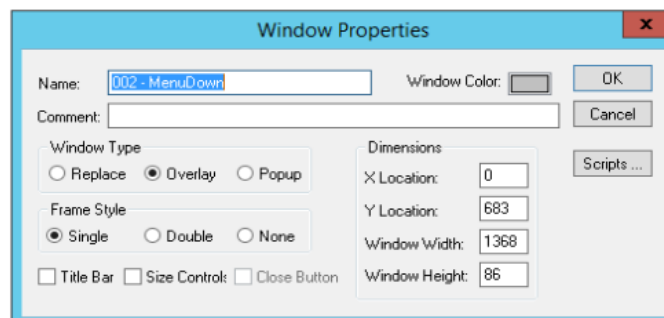


Figura 28. Ventana de configuración de ventana

Fuente: Carlos, Daza (2019)

Respecto a la figura veintiocho (28) se puede apreciar que en la ventana “Window Properties” se establecen parámetros como lo son: Posición o localización en el plano principal mediante los ejes coordenados X y Y (teniendo en cuenta que se toma como referencia el punto $X = 0$ y $Y = 0$, siendo esta coordenada la esquina superior izquierda de la pantalla), las dimensiones de la pantalla mediante las configuraciones de ancho y alto (Window Width y Window Height) de la pantalla, y que tipo de ventana va a ser mediante las opciones Replace (Reemplazar, cada que se llame esta ventana desde cualquier otra pantalla la pantalla de llamado se cerrara), Overlay (Superponer, cada que se llame esta ventana desde cualquier otra pantalla esta se superpondrá a la pantalla de llamado), Popup (Emergente, cada que se haga llamado a esta ventana mediante otra solo se generara una vista superficial de la llamada y luego se cerrara).

Es importante acotar que las unidades que se manejan para los parámetros de posición y dimension son pixel, en plural pixeles, conocida como la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital.

De esta manera, para las distribuciones generales de la cada una de las pantallas del sistema SCADA tenemos que:

1	Localización	Dimensiones
Menu Up	$X = 0; Y = 0$	Width = 1368; Height =120
Ventana Principal o Cualquier Ventana de Navegacion	$X = 0; Y = 100$	Width = 1368; Height = 609
Menu Down	$X = 0; Y = 681$	Width = 1368; Height = 87

Tabla 3. Propiedades de las ventanas principales del sistema SCADA

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Tal como es expuesto previamente, todas estas dimensiones, y por ende las localizaciones, deben ser modificadas con la finalidad de poder ganar más espacio útil para la ventana principal y las ventanas de navegación. Entonces, se procedió a modificar las propiedades de dichas ventanas, obteniendo los siguientes cambios:

Nombre de Pantalla	Localización	Modificaciones	Dimensiones	Modificaciones
Menu Up	X = 0 Y = 0	X = 0; Y = 0	Width = 1368; Height = 120	Width = 1368; Height = 60
Ventana Principal o Ventanas de Navegación	X = 0 Y = 120	X = 0; Y = 100	Width = 1368 Height = 561	Width = 1368 Height = 609
Menu Down	X = 0 Y = 681	X = 0; Y = 707	Width = 1368 Height = 87	Width = 1368 Height = 60

Tabla 4. Modificaciones de localizaciones y dimensiones de las ventanas principales del sistema SCADA

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.3.2. Navegación Entre Ventanas

Puesto que en la sección anterior se realizaron modificaciones en las ventanas principales de la navegación del sistema SCADA, es prudente realizar también un rediseño de estas para poder aprovechar el espacio útil ganado y mejorar su aspecto visual

5.3.2.1. MenuUp:

Debido a las redimensiones causadas en la sección previa surgió la necesidad de realizar modificaciones en el diseño general del menú superior.

Inicialmente se centró el icono asignado a mostrar las últimas alarmas y avisos generados, el cual también funciona como método de navegación hacia la ventana de alarmas y avisos. Posteriormente se reubicó el icono asignado a una ventana nueva del menú inferior (MenuDown). La hora y el ingreso de usuarios a la plataforma fueron separados, dejando el icono de fecha y hora a la izquierda junto al logo de la empresa Corimon C.A., icono que también fue dotado de propiedades de navegación el cual genera un llamado a la pantalla principal, al MenuUp y al MenuDown principal, mientras que el registro de usuarios se dejó en su totalidad a la derecha de la pantalla.



Figura 29. Rediseño del MenuUp

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.3.2.2. MenuDown

Siguiendo, tal como se puede constatar en la tabla comparativa cinco (5) las dimensiones de esta ventana fueron reducidas para poder asignar dicho espacio a la ventana principal y al resto de ventanas de navegación. Debido a esto, la cantidad de botones para la navegación entre ventanas fue reorganizada.

Para lograr esto se crearon distintas ventanas que contaran con las mismas propiedades que el MenuDown modificado (Localización: X = 0, Y = 707; Dimensiones: Width = 1368, Height = 60). Es decir, se creó una ventana “principal” que permite el acceso a las diferentes secciones del sistema SCADA: Tanques, Dispersión, Terminación, Planta Solvente y Opciones.



Figura 30. Modificación del MenDown

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Al clickear en cada uno de los botones para cada una de las secciones que conforman la pantalla de Planta Industrial se hará un llamado a cada una de las ventanas que albergan los botones relacionados con el llamado de las pantallas de tanques, balanzas y bombas.



Figura 31. MenuDown Tanques

Fuente: Daza, Carlos (2019)



Figura 32. MenuDown Balanzas Dispersión

Fuente: Daza, Carlos (2019)



Figura 33. MenuDown Balanza Terminación

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Para el caso de los botones asignados para la sección de opciones se creó una ventana con dimensiones y ubicación distinta a las ventanas de menú para los tanques, y balanzas de dispersión y terminación. Puesto que también es necesaria la adición de un botón para la pantalla de los estatus de

los motores, el cual va a estar localizado en la ventana de MenuDown Opciones, las propiedades asignadas para esta ventana son:

Nombre	Tipo	Localización	Dimensiones
MenuDown (Opciones2)	Overlay	X = 1096 Y = 426	Width = 272 Height = 342

Tabla 5. Dimensiones de la ventana asignada a MenuDown Opciones

Fuente: Daza, Carlos (2019)



Figura 34. MenuDown Opciones

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.3.2.3. Asignación de saltos a Iconos:

Continuando, además de hacer un rediseño de las ventanas superiores e inferiores (MenuUp y MenuDown respectivamente), y realizar una redistribución de botones para la navegación interna del menú inferior, también

deben ser creados nuevos métodos para la navegación entre pantallas ajena a los botones de la ventana inferior y la ventana superior (icono de alarmas).

Para la asignación de a cuáles iconos y a cuáles no se debe hacer la asignación se debe plantear que objetos representan estos en planta, esto con la finalidad de poder enlazar que iconos llamaran ciertas ventanas y cuáles no.

Para iniciar, tenemos los iconos asignados a la representación y reporte del estatus de los tanques de planta. Estos cuentan con los indicativos de nivel en porcentaje, el indicativo de la cantidad de materia prima existente en kilogramos, el indicativo de temperatura, el icono de motor asignado a la representación de la bomba de cada tanque y las viñetas que señalan a que proceso de planta está conectado cada tanque en particular. Habiendo planteado todo lo previo, es fácil constatar que los iconos a los cuales se les proporcionara funciones de llamado de ventana serán el icono asignado a la representación de la bomba de cada tanque y las viñetas que señalan a que proceso de planta se encuentra conectado, esto debido a que:

- 1) Motores: Al realizar un click sobre estos generaran un llamado para la redirección a la ventana de estatus general de motores.
- 2) Viñetas: Al realizar click sobre estas se generará un llamado para la redirección a las ventanas de balanzas (dispersión y terminación)

No obstante, estos iconos no existen por separados en el sistema SCADA debido a que forman parte del icono general del tanque tal como se muestro en la figura veinte (20), es por esto que para generar el llamado a las ventanas correspondientes a cada uno de los iconos (motores y viñetas) se adicionaron unos recuadros invisibles a los cuales se les asigno la acción de llamado de ventana:

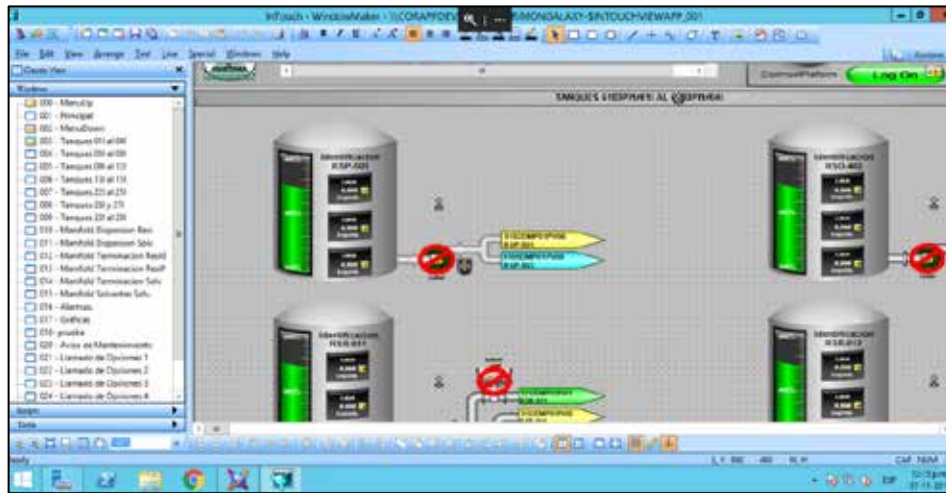


Figura 35. Pantalla Tanques desde el WindorMaker

Fuente: Daza, Carlos (2019).

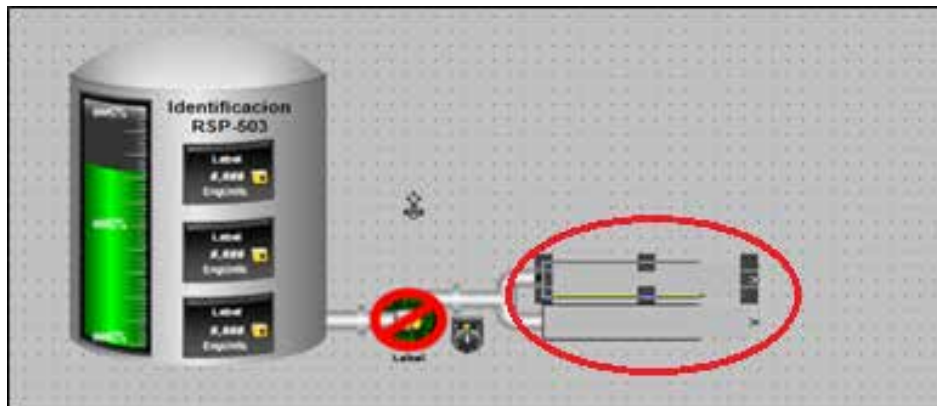


Figura 36. Adición de recuadros a las viñetas de los tanques

Fuente: Daza, Carlos (2019)



Figura 37. Ventana de opciones de animación para los recuadros:

Fuente: Daza, Carlos (2019)

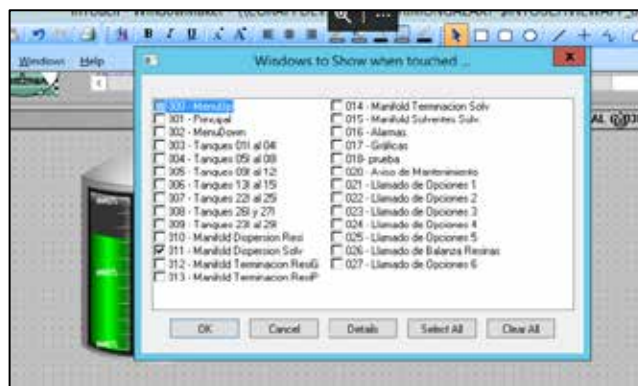


Figura 38. Ventana selección de llamado de ventanas

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Este proceso se realizó para cada una de las viñetas de los tanques y balanzas, y para cada una de las bombas de los tanques que conforman la pantalla de Planta Industrial.

5.3.3. Modificación y adición de elementos visuales

5.3.3.1. Colores de los tanques

Para el cambio de color de los tanques se necesita entrar a las propiedades generales de este icono (llamado en el entorno

WONDERWARE como “Custom Properties”). Esta ventana permite las modificaciones de las propiedades que rigen las acciones y vistas de los iconos.

Para el caso de los tanques de Planta Industrial, y para los tanques de Planta Látex y Materia Prima, se cambió el color del indicador de nivel de marrón (brown) a rojo (red), con la finalidad de generar más impacto visual al supervisor de pantalla y poder llamar su atención con respecto a los niveles generales de materia prima de los tanques.

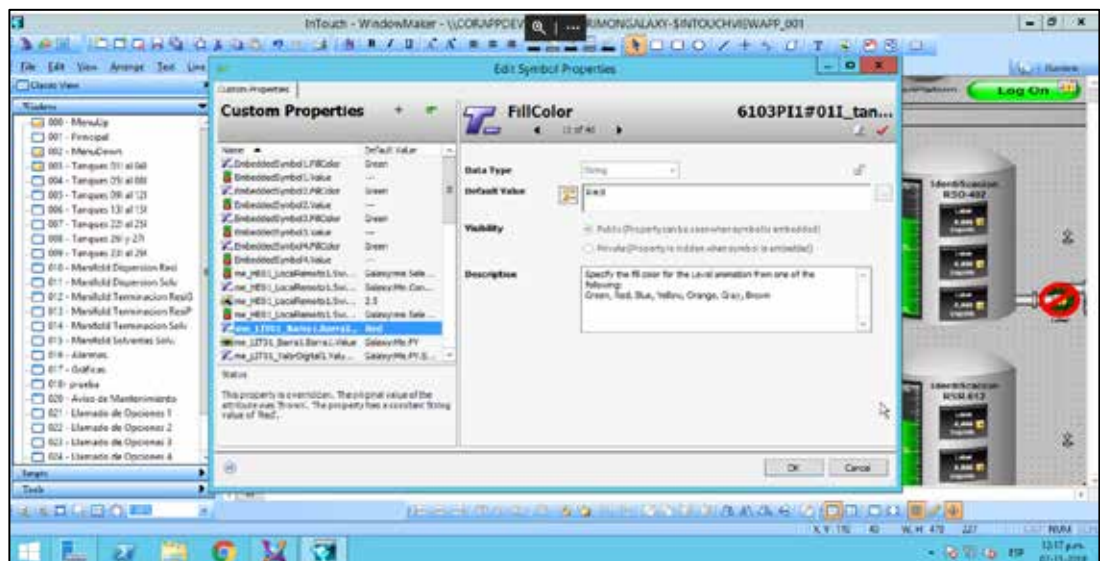


Figura 39. Cambio de color de la barra de nivel de los tanques

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.3.3.2. Indicativos visuales de avisos y alarmas para los niveles de los tanques

Una de las de las nuevas adiciones visuales agregadas fueron los indicadores de avisos y alarmas para cada uno de los tanques de planta.

Esta modificación se logró utilizando los iconos nativos del WindowMaker de Intouch. Para este caso se utilizaron luces piloto de color amarillo, destinado a señalar avisos de reposición de materia prima, y rojo, destinado a señalar cuando la materia prima del tanque se encuentra en nivel mínimo y estado imbombeable (nivel en el cual la bomba no se puede accionar hasta que no se reponga materia prima en el tanque y se reseteen bloques de alarmas).

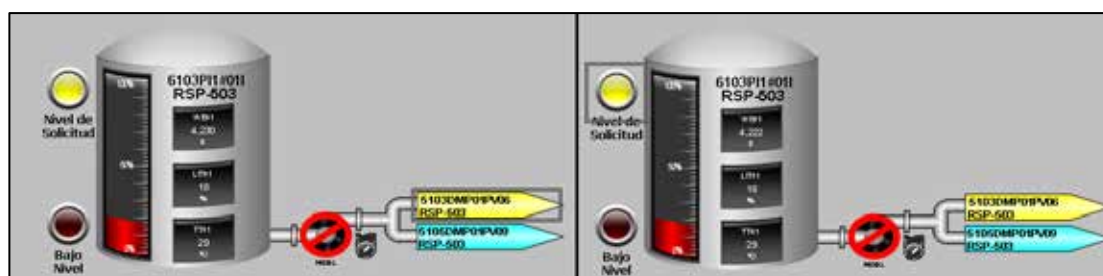


Figura 40. Tanque con luces piloto para los avisos y alarmas

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Algo que hay que resaltar con respecto a estas nuevas adiciones es que, al igual que las bombas y las viñetas de los tanques, se le proporcione con la función de navegación, donde, tanto para las luces de aviso como las de alarmas (luces amarilla y roja respectivamente), al realizar un click sobre estas la pantalla hace una redirección de ventanas llevándonos directamente a la ventana de alarmas para constatar estos eventos. Esta misma configuración se realizó para los tanques asignados a la pantalla de materia prima y planta látex.



Figura 41. Tanques de la pantalla de Materia Prima

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.3.3.3. Distribución de tuberías de las balanzas

Debido a que los sistemas SCADA funcionan como representaciones visuales de los objetos y equipos de planta es importante que estos elementos (iconos) sean lo más parecido a sus homólogos reales, es decir, tratar de asemejar lo más posible estos iconos con los objetos de campo.

Este caso no sucede con las balanzas de planta industrial, pues por ahorro de espacio y por similitudes de materia prima en diferentes tanques se agruparon todas las tuberías que conectarán los tanques que contienen la misma materia prima con las balanzas de planta industrial. Es decir, si existen dos tanques que contienen el producto A y estos están conectados por medio de tuberías con las balanzas de dispersión o terminación. Todo lo previamente planteado puede ser constatado en la figura treinta y nueve (39).

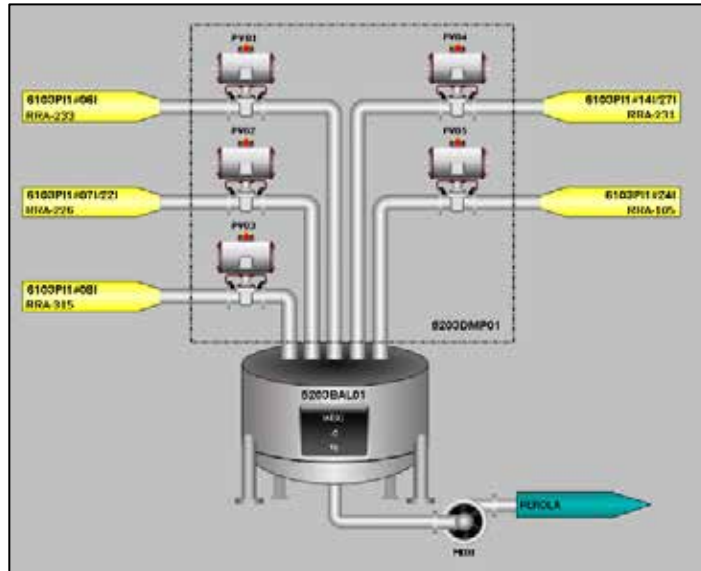


Figura 42. Balanza Resina de Dispersión

Fuente: Daza, Carlos (2019)

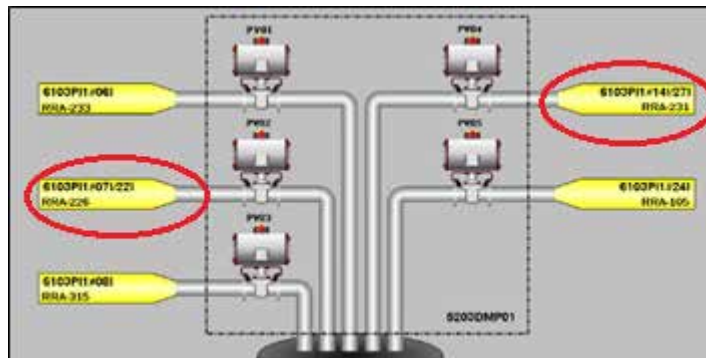


Figura 43. Tanques que comparten la misma materia prima conectados a dispersión

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Este caso se repite en la balanza solvente de dispersión, y en las balanzas de solvente y de resina (grande y pequeña) de terminación. Para todo esto se realizó la modificación del icono desinado a representar las

tuberías que alimentan a las balanzas de planta industrial y la adición de nuevas tuberías para conectar a los distintos tanques en planta.

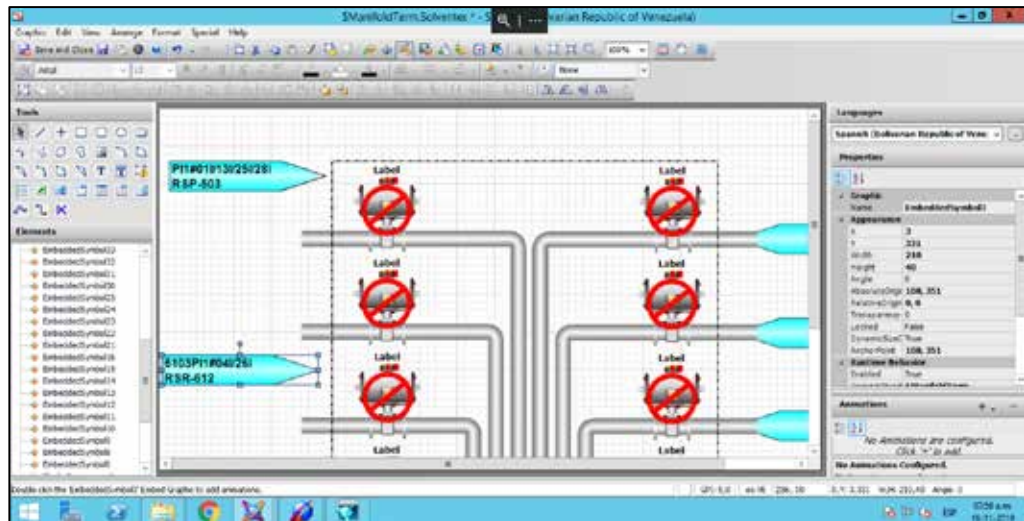


Figura 44. Modificación del icono que representa las tuberías que surten materia prima a las áreas productivas de planta

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Es así como, para las balanzas de dispersión (balanza de resina y balanza de solvente) y las balanzas de terminación (balanzas de resina grande y pequeña, y balanza de solvente) se estructuró la siguiente configuración:



Figura 45. Distribución de tuberías para la balanza de resinas de dispersión,

Fuente: Daza, Carlos (2019)

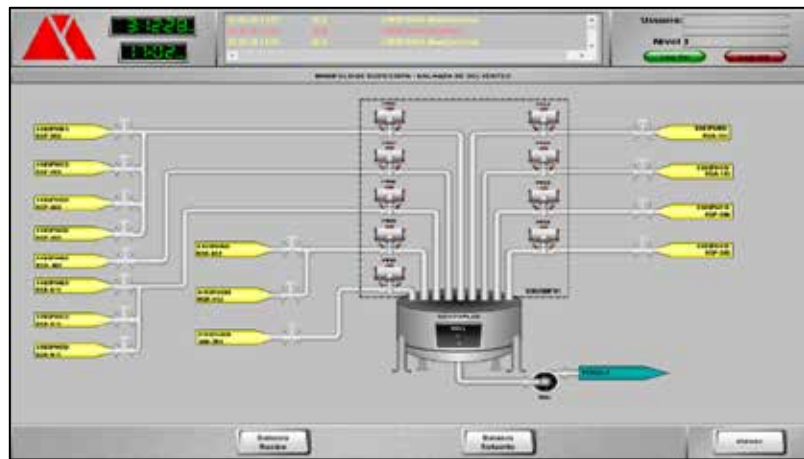


Figura 46. Distribución de tuberías para la balanza de solventes de dispersión

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Debido a que las balanzas del área de terminación de planta industrial representan un homólogo de las balanzas del área de terminación, la distribución de las tuberías que surten materia prima a estas balanzas es exactamente igual que la distribución de las balanzas de dispersión:

Además de todo esto es importante acotar que en el nuevo diseño del icono asignado a la representación de las balanzas y tuberías a todas las viñetas se les proporciono la función de navegación entre pantallas de la misma manera que se hizo con anterioridad a la pantalla de tanques, volviéndolo así un método de navegación dual

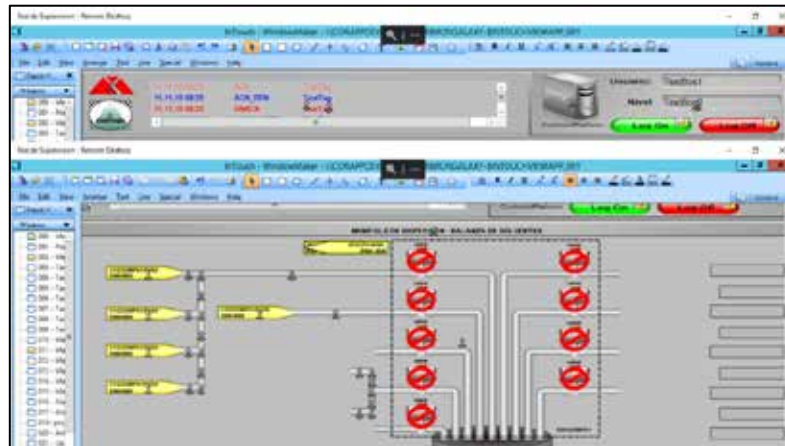


Figura 47. Adición de recuadros a las viñetas de las balanzas

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.3.3.4. Icono de parada de emergencia

Puesto que las paradas de emergencia solo pueden ser vistas desde los paneles dispuestos en planta, el supervisor del sistema SCADA no se enterará de si estas llegan a suceder o no a menos que se encuentre en planta. Es debido a esto que es imperativa la adición de iconos que indiquen cuando ocurre una parada en planta para de esta manera poder captar la atención del supervisor de planta y que se ejecute el mantenimiento correctivo en la brevedad posible.

Para este caso se hizo uso nuevamente de los iconos nativos de WONDERWARE Intouch, donde se seleccionó luces pilotos a cada una de las ventanas de las pantallas del sistema SCADA, las cuales solo

serán visibles cuando alguna de las paradas de emergencia se encuentre activa.



Figura 48. Luces de Parada de Emergencia

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Además, es importante acotar que además de la adición de luces indicadoras de parada de emergencia también se agregaron iconos que funcionan como alarmas para indicar el nivel alto de las balanzas.

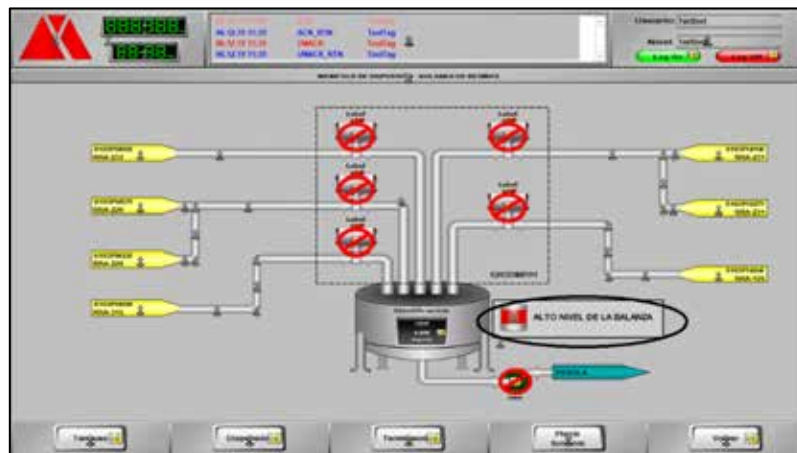


Figura 49. Luces De Alto Nivel en las Balanzas

Fuente: Daza, Carlos (2019)

5.3.3.5. Comparativo de Materia Prima

Ya planteado con anterioridad, la pantalla asignada al departamento de Materia Prima se encarga de supervisar única y exclusivamente el nivel de materia prima de los tanques, esto debido a que es este departamento el designado a registrar el ingreso de nueva materia prima. Este ingreso se realiza de manera manual y los valores ingresados es el peso que esta materia prima represente en kilogramos. Sin embargo, nos encontramos con casos en los cuales en el proceso productivo de planta se realiza extracción de materia prima de manera manual, la cual no es sustraída del inventario teórico general, casando así diferencias entre los valores teóricos de dichos materiales y los valores reales obtenidos mediante los indicadores de nivel de cada uno de los tanques.

Es debido a esto que se añade a la ventana de ingreso de materia prima, previamente presentada, un bloque que permite indicar cual es la cantidad real de materia prima que se tiene de un material en específico.

Para esto se redistribuyo la pantalla con la finalidad de adicionar el bloque dinámico que funcione como comparativo entre los valores de la base de datos de los PLC, obtenidos de las lecturas de los sensores ubicados en los tanques, con los valores registrados de manera manual por el departamento de Materia Prima.



Figura 50. Comparativo del Inventario Teórico con el Inventario Real

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Este bloque muestra el valor de la materia prima que se seleccione en el recuadro superior de Ingreso de Materia Prima, es decir, cada se seleccione entre alguna materia prima que figure en la lista de selección, el bloque se actualizara y mostrar la materia prima real existente en el momento.

Para lograr esta animación se superpusieron bloques de texto uno delante de otro, a los cuales se les configuro dos propiedades en la “Animations Links” de cada bloque de texto (considerándolos como iconos en este caso). Se crearon tantos bloques de texto como números de materia prima existentes en el inventario manejado por el departamento de Materia Prima.

Así, manipulando las configuraciones de visibilidad (visibility) de cada bloque de texto, dependiendo de la selección en el bloque de ingreso de materia prima, se volverán visibles o no.



Figura 51. Configuración de los Animations Links de cada bloque de texto

Fuente: Daza, Carlos (2019)

Para representar la cantidad de materia prima existente de manera general se tomaron los valores detectados por los lectores de nivel y de peso (ecuación matemática interna del PLC para cada materia prima). Así, para los tanques que contuvieran la misma materia prima se realizó la suma de los lectores de nivel y de peso de cada tanque, mientras que, para materias primas existente en un solo tanque de almacenamiento, simplemente se mostraba el nivel y el peso indicado por los sensores de dicho tanque.



Figura 52. Sumatoria de los Valores Detectados por los Sensores de los Tanques.

Fuente: Daza, Carlos (2019).

5.3.3.6. Ventana de Estatus de Bombas

Las bombas son el principal elementos que la materia prima pueda llegar a planta, el hecho de que no se pueda disponer de alguna de ellas o que no se cumplan las condiciones para la activación de estas genera un retraso en el proceso productivo, causando así que los encargados del proceso productivo tenga que acudir a departamentos como: Materia Prima para poder verificar si existe o no nivel suficiente para poder extraer materia prima, al departamento de Mantenimiento para verificar si sucedió algún daño físico con las bombas y poder aplicar mantenimiento correctivo, o acudir al departamento de Digitalización Industrial para verificar que señales interfieren o hacen falta para la activación de las bombas, donde en la mayoría de los casos resulta ser la última opción.

Es debido a esto que se decidió crear una ventana nueva, la cual alberga iconos que están destinados a representar el estado de la bomba e indicar el estado de las señales que interfieren en el protocolo de seguridad para el encendido de las bombas.

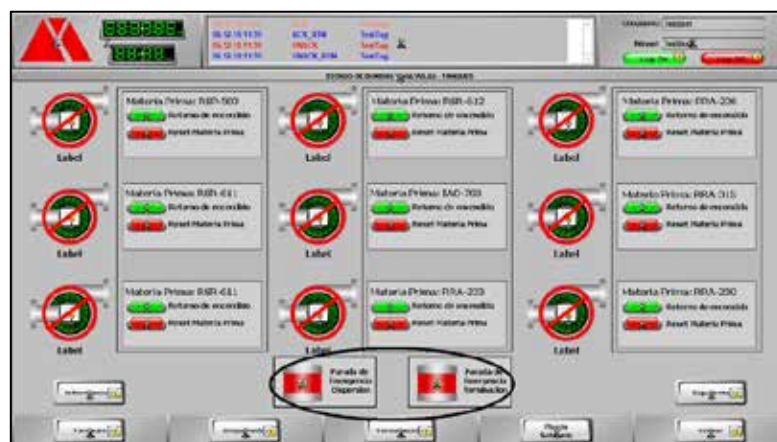


Figura 53. Ventana de Estatus de Bombas

Fuente: Daza Carlos

Inicialmente, se tiene como información para cada una de las bombas dos señales importantes que son: el retorno de encendido (señal que indica cuando la bomba se encuentra en funcionamiento) y el reset de materia prima (señal que indica cuando la alarma de bajo nivel se encuentra activa y hasta que no se supla al tanque con materia prima y se reconozca esta señal no se podrá activar la bomba). Además, justo como es planteado en previos incisos, se adicione los iconos indicativos de parada de emergencia, los cuales también forman parte del grupo de señales que el protocolo de seguridad del PLC debe cumplir para que la bomba se encuentre encendida.

En esta misma ventana se adicione una ventana de información, la cual indica el porqué de los estados de la bomba y como solucionar el estado de fallas:



Figura 54. Configuración de la pantalla de información de bombas

Fuente: Daza, Carlos (2019).

Continuando, puesto que las señales previamente mostradas no constituyen todas las señales de protocolo de seguridad de motores, se adicione para cada motor una ventana con luces piloto la cual emula la programación ladder del protocolo de seguridad para cada una de las

bombas. Para poder acceder a estas ventanas solo es necesario hacer clic sobre el motor que se desee evaluar y esta ventana aparecerá justo al lado del motor.



Figura 55. Ventana Indicadora de Señales de Seguridad de Cada Motor

Fuente: Daza, Carlos (2020)

De esta manera, el o los supervisores del sistema SCADA podrán encontrar de manera más fácil y rápida las señales faltantes para la activación de la bomba, recortando tiempos de parada productiva debido a la búsqueda de las mismas.

5.3.4. Tendencia de Históricos

Todo sistema SCADA debe estar dotado con una sección que permita mostrar gráficamente el movimiento del proceso productivo al largo del tiempo, esto con la finalidad de encontrar la causa de fallas o errores mediante el cruce de señales, además de funcionar como un registro extra de la producción de planta. Para el caso del sistema SCADA de la planta Corimon Pinturas se trabajó con un programa nato de la plataforma de desarrollo WONDERWARE Intouch llamado “Historian Client”.

Este, es un potente programa para análisis y generación de informes y graficas que aprovecha WONDERWARE Historian para poner información detallada casi en tiempo real y datos históricos de producción en manos de operadores, ingeniero y responsable de operaciones.

Con el fin de realizar la configuración y selección de señales para cada tanque se crearon carpetas individuales para cada uno de ellos. Al ingresar en estos se accede a la información de las señales de cada tanque que son relevante para el proceso productivo:

- Paradas de Emergencia
- Nivel (%)
- Cantidad (Kgs)
- Selector Remoto – Local
- Retorno de encendido de la bomba.

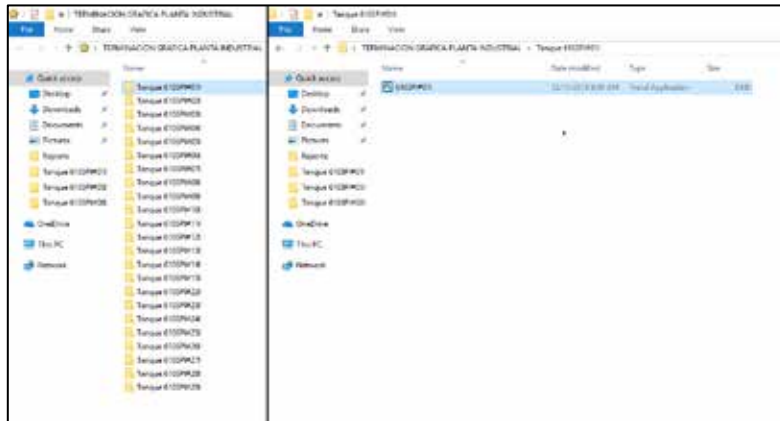


Figura 56. Configuración Individual Para Cada Uno de los Tanques

Fuente: Daza, Carlos (2019).

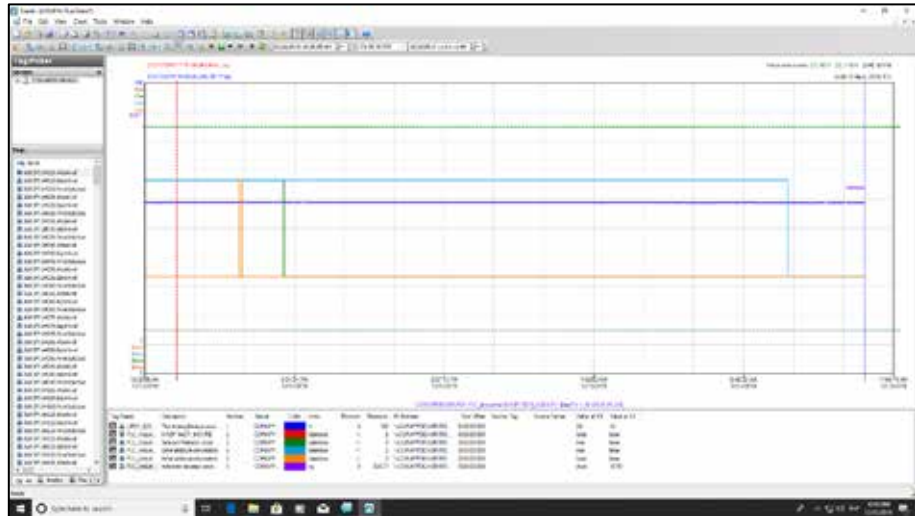


Figura 57. Tendencia grafica del tanque 6103PI#27I

Fuente: Daza, Carlos (2019).

Para cada uno de los tanques se trabajó con seis (6) señales a graficar: Parada de emergencia (tanto dispersión como terminación), retorno de encendido de la bomba, selector local – remoto de la bomba y nivel de materia prima del tanque (tanto en porcentaje como en kilogramos). Así al cruzar todas estas señales se puede determinar en qué fecha existió dosificación de materia prima con o sin ningún tipo de orden de producción (verificando el cruce de las señales del selector local -remoto y el retorno de encendido de la bomba) y cuando se surtió el tanque con materia prima, y cuando se activaron las paradas de emergencia de planta.

5.4. Fase IV: Factibilidad operativa, económica, social y ambiental para la implementación de la propuesta de adecuación

Aquí debe ser evaluados factores como lo son la factibilidad operativa, la factibilidad económica y la factibilidad social del proyecto.

5.4.1. Factibilidad Operativa

Inicialmente se debe evaluar la factibilidad operativa. En este caso, tal como es presentada en la fase dos (2), la intervención al sistema SCADA es necesaria para poder mejorar todas las capacidades de supervisión que este ofrece, esto con la finalidad de reducir los tiempos de parada de planta por desconocimiento de fallas o búsqueda de señales faltantes en la programación los PLC asignados a Planta Industrial y Planta Látex. En otras palabras, es evidente que la intervención del SCADA es necesaria para optimizar los tiempos de producción en planta, o visto desde otro punto, para acortar los tiempos de parada de planta.

5.4.1. Factibilidad Económica

La factibilidad económica es el siguiente punto a considerar. En esta sección la única inversión económica necesaria para este tipo de proyecto es la contratación de un empleado que posea los conocimientos básicos del entorno de desarrollo de Wonderware Intouch, o la capacitación de uno para que adquiera los conocimientos necesarios para desenvolverse en este entorno, todo esto para desarrollar y concretar las modificaciones necesarias y prudentes al sistema SCADA en el Archestra IDE.

Por otro lado no se necesita una inversión de capital extra para realizar las adecuaciones necesarias, es decir: no se requiere la adquisición o compra de: Un computador debido a que se trabajara con un computador ya existente dentro de la empresa y accesos remotos a los distintos computadores que alojan las pantallas que conforman el sistema SCADA, y no es necesaria la actualización de licencias debido a que todas las modificaciones que se van a realizar trabajaran bajo la licencia de Wonderware Intouch 2014R2 (actual licencia operativa en planta).

Es así como, utilizando las siguientes tablas, podemos realizar un contraste de la inversión total realizada por la empresa (inversión estimada de Pasantes FUNDEI) en comparación con la inversión mínima necesaria para el proyecto llevada por contratistas (INGENIA SUPPLY INC) y la compra hipotética de equipos que ya se posee en planta (Estimación de precio de equipos físicos)

Inversión estimada de Pasantes FUNDEI Febrero 2020		
Beneficios	Monto Estimado	
Desayuno (diario)	Bs.S 139.385,00	\$1,85
Almuerzo (diario)	Bs.S 250.000,00	\$3,33
Total, Beneficios (diarios)	Bs.S 389.385,00	\$ 5,19
Facturación por pasante FUNDEI.	Monto	
Pasante Universitario (único)	Bs.S 1.215.000,00	\$ 16,2
Ayuda de Alojamiento y Manutención para pasantes. (mensual)	Bs.S 365.625,00	\$ 4,875
Total	Bs.S 1.580.625,00	\$ 21,75

Tabla 6. Inversión estimada de Pasantes FUNDEI febrero 2020

Fuente: CORIMON Pinturas C.A. (2020)

De esta manera, para un total de cinco meses de desarrollo de proyecto (Anexo A), la inversión total realizada es de: **627.75 USD.**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Oferta para la renovación del WONDERWARE Customer First.	1	9263.20	9263.20

Tabla 7. Cotización de renovación/actualización del WONDERWARE Customer First.

Fuente: Oferta N° OF180307-01; INGENIA SUPPLY INC (2018).

Ítem	Equipo	Cant.	Precio (USD)
1	Lenovo ThinkCenter M71e PC, Intel Pentium G630 2.7GHz, 4G DDR3, 500G.	1	187.98
2	Monitor Dell SE2419Hx 23,8" IPS	1	129.00
3	Lenovo Preferred Pro II Teclado USB externo con cable	1	22.29
4	Logitech B100 Corded Mouse	1	5.99
			Total (USD): 345.26

Tabla 8. Estimación de precio de equipos físicos utilizados para la adecuación.

Fuente: Amazon.com (2020).

Mientras que la inversión por compra de equipo y actualización de licencias es de: **9608.46 USD.**

Inversión final Pasante (USD)	Inversión final Contratista (USD)
627.75 \$	9608.45 \$

Tabla 9. Comparación de costos

Fuente: Daza, Carlos (2020).

De esta forma, es posible poner en contraste los costos de cada una de las inversiones, donde queda en evidencia el ahorro de capital que obtuvo la empresa CORIMON Pinturas C.A al realizar la contratación de un pasante.

5.4.3. Factibilidad Social

Por último, la factibilidad social de la intervención del SCADA es un punto que va de la mano con la factibilidad operativa. En este se evalúa que tan beneficiosas pueden ser las adecuaciones que se van a llevar a cabo desde la perspectiva de los usuarios que hacen uso de estas interfaces.

Puesto que se plantea la necesidad de la intervención como una solución para reducir los tiempos de parada de planta es evidente que los empleados asignados a la supervisión de las pantallas del sistema SCADA encontrarán útil

las nuevas funciones señaladas en la lista de cotejo de la tabla tres (3). Esto reducirá los tiempos de búsquedas de soluciones para reanudar el proceso de producción debido a que no se van a encontrar en la necesidad de acudir a asistencia externa de otros departamentos para encontrar la causa de la falla, facilitando así el trabajo de los supervisores de planta.

También, se facilitará el trabajo del personal pertenecientes al departamento de materia prima en lo que respecta a supervisar y corregir los niveles de materia prima de cada uno de los tanques mediante la asignación de una tabla dinámica que funcionará como comparador entre el material registrado manualmente (teórico) y el material almacenado en cada uno de los tanques (real).

Al respecto se puede concluir que las adecuaciones ayudaran y beneficiaran a cada uno de los empleados involucrados con: el ingreso de materia prima y la supervisión en planta de la materia prima dosificada.

5.4.3. Factibilidad Ambiental

Para la evaluación de la factibilidad ambiental se debe tomar en cuenta el hecho de que las modificaciones y adecuaciones que van a llevarse a cabo van a ser realizadas a través de un computador con acceso remoto a los diferentes equipos que albergan cada una de las pantallas que conforman el sistema SCADA, tal como es planteado en la factibilidad económica. Es decir, no existe ningún tipo de interacción (directa) ni modificación (directa o indirecta) al proceso productivo de planta, por lo cual se puede argumentar que las variaciones que estas adecuaciones pueden generar en el ambiente son nulas debido a que no varían o afectan las interacciones existentes que el proceso productivo ejerce sobre el medio ambiente.

CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo de este proyecto de pasantías se pudo adquirir conocimiento o información sobre el funcionamiento específico de cada una de las pantallas que conforman el sistema SCADA de la planta CORIMON Pinturas C.A., constatando así cuales eran sus beneficios (pros), y sus fallas y puntos críticos (contras) antes de la intervención realizada sobre este, evidenciando las consecuencias que se ven reflejadas en el proceso productivo de planta como lo son:

- Las paradas de procesos productivos por falta de información que no es reflejada en cada una de las respectivas pantallas de planta.
- Las diferencias de los valores de materia prima registradas en la base de datos en comparación con los valores transmitidos por los transmisores de nivel, en ingles level transmitter (LT), de cada uno de los tanques
- La falta de métodos de navegación entre ventanas de cada una de las pantallas que conforman el sistema SCADA
- Las dimensiones de las ventanas dedicadas al MenuUp y el MenuDown de cada una de las pantallas que conforman el sistema SCADA
- La falta de indicativos visuales en pantalla para señales de alarmas y avisos correspondientes a los niveles de los tanques y paradas de emergencia de planta
- La falta de graficas de históricos de las señales que interfieren en el proceso de dosificación de materia prima

Entonces, gracias a todas las modificaciones realizadas y planteadas en el capítulo cinco (5) “RESULTADOS”, es posible afirmar que los objetivos plasmados fueron conseguidos de manera satisfactoria, obteniendo como resultados:

- La nueva visualización de señales implicadas en el proceso de encendido de bombas, beneficiando así a los supervisores de planta en lo que respecta

verificar la causa de falla en la bomba de la bomba y facilitar así la solución a estas

- La nueva visualización de las señales de nivel de solicitud (nivel de reposición de materia prima) y nivel bajo de la materia prima almacenada en los tanques, beneficiando y facilitando el trabajo de los supervisores del departamento de materia prima en lo que respecta a la gestión de adquisición de materia prima.
- La visualización en pantalla de cuando ocurren paradas de planta mediante iconos interactivos de luces piloto parpadeantes, permitiéndole al supervisor de pantalla conocer la ubicación en planta donde fue generada la parada de emergencia
- La creación de graficas que permiten historizar las señales implicadas en la dosificación de materia prima a planta, permitiendo así: constatar cuando existan problemas o fallas en planta mediante el cruce de señales; y verificar cuanta materia prima fue dosificada cuando se accionan las bombas de manera manual (esto debido a que no existe manera generar un registro digital cuando las bombas trabajan en local).
- Las modificaciones realizadas a los iconos asignados a la representación de las balanzas de planta (planta industrial) las cuales se asemejan más a las conexiones de tuberías que existen en planta, y animación de estas cuando se dosifica materia prima mediante la creación y asignación de tags a cada uno de los nuevos iconos incorporados (tuberías y válvulas) mediante la codificación de scripting para cada una de las ventanas que albergan a estos iconos, permitiéndole al supervisor de pantalla identificar de que tanque se está dosificando la materia prima
- La visualización de las alarmas de alto nivel de las balanzas
- La creación de nuevos métodos de navegación entre ventanas, permitiendo así que las ventanas centrales tengan mayor espacio a disponer, lo cual se interpreta como mayor espacio para plasmar información importante.

RECOMENDACIONES

- Realizar un entrenamiento y/o capacitación sobre la plataforma para un correcto uso de las nuevas actualizaciones realizadas sobre las pantallas a los usuarios designados como supervisores de pantalla
- Disponiendo de un tiempo mayor de desarrollo, se recomienda la adecuación del reporte generado en Excel sobre el movimiento de materia prima en planta.
- Verificar el estado de los sensores de cada uno de los tanques por parte del departamento de Mantenimiento.
- Sincronizar y estandarizar un nivel imbombeable (general) para los tanques de materia prima por parte del departamento de Materia Prima.

REFERENCIAS

Bibliográficas:

Arias, F (2006) “El proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica.” (5ta Edición) Caracas, Venezuela. Episteme.

Landeau, R (2005) “Manual de Investigación, Trabajos de Grado” Caracas, Venezuela. Editorial Torán.

Hernández, R (2010) “Metodología de la Investigación” (5ta Edición) México D.F., México. Editorial Mc Graw - Hill.

Rodríguez, A (2012) “Sistemas SCADA” (3ra Edición) Barcelona, España. Editorial Marcombo Ediciones Técnicas.

López Esteban (2015) “Los Sistemas SCADA en la automatización industrial” Costar Rica. Tecnología en Marcha Vol. 28.

Invensys Learning Services (2014) “Application Server 2014; Training Manual”, Aartselaar, Belgica.

Electrónicas:

Gonzales, E. (2015) “Tesis con Proyectos Especiales Para Los Mas Creativos”. Normasapa.Com. Cali Colombia. Recuperado de: <http://normasapa.net/tesis-con-proyectos-especiales-para-los-mas-creativos/>

Amador M. (2009). “Métodos e Instrumentos De Recolección De Datos En La Investigación”. Manuelgalan.blogspot.com. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/03/recoleccion-de-datos-en-la.html>

ANEXOS

ACTIVIDADES	Tiempo										
	2019						2020			Total de Meses	
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR		
Diagnosticar la operatividad y funcionalidad de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.	X	X									2
Identificar fallas y puntos críticos de la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.		X	X								2
Diseñar una reingeniería sobre la plataforma SCADA implementada actualmente en la planta CORIMON Pinturas Valencia C.A.				X	X	X	X	X			6
Evaluar la factibilidad operativa, económica y social del diseño a proponer de la plataforma SCADA										X	1

Anexo A. Cuadro de Actividades.

Fuente: Daza, Carlos (2019)