

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN
INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y
MONITOREO DEL SISTEMA SCADA DE LOS TERMINALES ZONA
NORTE PARA LA GERENCIA DE TRANSPORTE Y
ALMACENAMIENTO DE EP PETROECUADOR.”**

MARCO XAVIER RUIZ SALVADOR

SANGOLQUÍ - ECUADOR

2012

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el señor MARCO XAVIER RUIZ SALVADOR, han elaborado el proyecto de grado titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y MONITOREO DEL SISTEMA SCADA DE LOS TERMINALES ZONA NORTE PARA LA GERENCIA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EP PETROECUADOR.” para la obtención del título de Ingeniería Electrónica, Automatización y Control, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

Ing. Alejandro Chacón
DIRECTOR

Ing. Rodolfo Gordillo
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios que sin su presencia en mi vida no sería posible este momento y confío que su infinito poder y sabiduría me acompañaran por el resto de mi vida personal y profesional, como lo ha hecho hasta ahora a través de mis padres.

A mis padres Marco y Betty, por su amor incondicional y ser el pilar fundamental en mi crecimiento personal, de quienes he aprendido que la perseverancia y el respeto son claves para alcanzar mis metas.

Agradezco a mis hermanos Andrés y Jefferson que con su apoyo incondicionalidad me han dado el ánimo necesario para salir adelante.

De manera especial a Karla, una persona que además de ser mí amiga, se ha convertido en alguien muy importante en mi vida al brindarme su cariño, apoyo y comprensión, lo que ha permitido vencer este reto.

También me gustaría agradecer al personal de mantenimiento del Terminal “El Beaterio”, quienes de manera desinteresada supieron apoyarnos en la realización del proyecto. Dentro de este grupo de excelentes profesionales me permito destacar a la Igra. Pamela Gómez, Ing. Darío Jacho, Ing. Francisco Andrade e Ing. Cristian López y al Ing. Francisco de la Torre por haber entregado su apoyo y conocimiento de manera desinteresada convirtiendo esta experiencia, en una de las mejores de mi vida.

Finalmente, un agradecimiento especial a mis directores Ing. Alejandro Chacón e Ing. Rodolfo Gordillo por su tiempo y dedicación con una orientación profesional adecuada para la optimización de este proyecto.

DEDICATORIA

Este trabajo de Tesis lo dedico a mis padres quienes con amor y sabiduría, me han enseñado que con dedicación y esfuerzo se pueden alcanzar todas las metas, mientras se lo realice con los principios y valores aprendidos.

A mis hermanos Andrés y Jefferson, por darme confianza y palabras de aliento para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mis abuelitos que estuvieron en los momentos más importantes de mi formación, y que siempre los llevó en mi mente y mi corazón.

Gracias por haberme dado los valores, la fuerza y valentía para encarar las dificultades y aprender a superarlas.

RESUMEN

Este proyecto se basa en el diseño de la interfaz de integración de Terminales y Poliductos del Distrito Norte de EP Petroecuador, la interfaz fue diseñada basándose a las necesidades de la empresa, para lo cual se baso en normas propias de la misma y normas internacionales para el manejo de la aplicación, se tomo parámetros de la guía GEDIS para la elaboración de la misma, la guía GEDIS ofrece un método de diseño especializado en sistemas de control supervisor industrial basado en niveles donde se van concretando los diseños de los distintos tipos de pantalla y contenidos. La guía GEDIS con los requerimientos de la empresa fue un complemento para el desarrollo de la interfaces de supervisión y adquisición de datos y control supervisor SCADA. Para la creación de la interfaz se manejó una arquitectura horizontal para evitar profundidad en la misma, para la distribución se agrupó por procesos propios de la empresa, ayudando al operador en la navegabilidad, se tomo en cuenta colores propios identificativos usados por la empresa y colores de otras aplicaciones con las cuales los operadores ya están acostumbrados.

El proyecto se baso en la normativa isa5.5 para la identificación de equipos y la norma isa 5.1 para nombrar equipos. Se manejó tablas de valores donde resume los datos más representativos y una pantalla de alarmas donde resume eventos que pudieren producir daños a la planta, estos fueron regulados con tablas propias de cada Terminal.

Para la generación de reportes, se manejó la base de datos de la empresa mediante el ActiveFactory del InTouch, el cual permite desplegar la información de en una hoja de Excel, se configuró mediante macros para facilitar al operador el manejo y generación de reporte. Se creó 4 reportes, reportes de brazos de

carga el cual se encarga en generar un reporte de la cantidad de tanqueros que despacho el día la hora y la cantidad de producto, un reporte que muestra el movimiento del producto de cada tanque en un periodo de tiempo, este tiempo puede ingresar el operador para generarlo, el tercer reporte genera un reporte a tiempo real el cual muestra el estado del tanque la cantidad de producto, este reporte compara con la demanda diaria de cada terminal y genera un estimado de días de Stock, y el último reporte genera un reporte diario de la cantidad de producto despachado por día, y la cantidad de producto despachado a los tanqueros.

Finalmente el proyecto cuenta con la configuración de las pantallas del video wall mediante el cual se pretende controlar y monitorear las diferentes aplicaciones propias de los Terminales del Distrito Norte, estas se configuró de acuerdo a las especificaciones de la empresa, agrupándoles en pantallas de aplicaciones de cada Terminal y además un grupo de cámaras de monitoreo de toda la Terminal Beaterio en el cual se controla todos los procesos y accesos del personal a las instalaciones.

Con la implementación del presente proyecto se conseguirá un mejor control tanto del Terminal Beaterio como de las otras Terminales del Distrito Norte, concentrando la información y así consiguiendo en futuro mejorar la planificación de mantenimiento de las terminales, mediante la generación de reportes se mejorará la planificación de la demanda en base a la gestión para la administración del recurso petrolero. Mediante la gestión de alarmas se conseguirá lograr una operación más segura ya que se estará monitoreando constantemente. La creación de pantallas en el Video Wall está orientada a la supervisión y monitoreo de procesos de una manera centralizada donde el operador podrá monitorear varias terminales desde un solo lugar.

PRÓLOGO

El Terminal “El Beaterio” de EP Petroecuador se localiza al sureste de la ciudad de Quito. Es el encargado del almacenamiento y distribuir los productos limpios (Gasolina Súper, Extra, Diesel 1, Diesel 2 y Diesel Premium) que recibe desde la Cabecera de Esmeraldas y de la refinería Shushufindi, a la zona centro norte del país. La distribución se realiza por medio de autotanques y del poliducto, a través de la estación de bombeo “El Beaterio” se transporta el producto hacia el Terminal Ambato, que satisface la demanda de la zona Centro-Oriente del País. Esto llevo a la necesidad de contar con una aplicación que integre todo el Distrito Norte, y con ello visualizar y monitorear las diferentes Terminales y Poliductos, permitiendo actuar de manera rápida en caso de una falla o incidente no esperado.

El presente documento inicia con una breve descripción de los diferentes Terminales y Poliductos del Distrito Norte, en donde se indican las diferentes dependencias que lo componen, se describen las diferentes etapas tanto del transporte, almacenamiento y despacho del producto, enfatizando la Área de terminales.

Después de conocer los procesos de la Terminal se procedió a investigar los principios de funcionamiento de los dispositivos que la componen, se realizó una descripción de la red entre Terminales, análisis de protocolos de comunicación entre dispositivos de campo y las normas aplicadas, desarrollando así un marco teórico que contiene la información de cada uno de ellos.

Con estas consideraciones y basado en la guía GEDIS se realiza el diseño de la aplicación de integración del sistema, la interfaz gráfica que permite el monitoreo

y supervisión de Terminales y Poliductos del Distrito Norte. El desarrollo de la interface hombre maquina que se la realizo en el software In Touch y que permite realizar la integración de varios servidores.

Para mejorar el monitoreo y visualización de la sala de control se configuro las pantallas del VideoWall, donde muestra cámaras de monitoreo del Terminal Beaterio y las aplicaciones propias de cada Terminal tanto del área de almacenamiento como de islas de carga.

Además se realizo la creación y manejo dinámico de reportes de Terminales, estos son Terminal Santo Domingo, Terminal Ambato y Terminal Beaterio, tanto para tanques de almacenamiento como despacho de combustible, gracias al programa ActiveFactory se pudo recuperar los datos almacenados, y gracias a Visual Basic se realizo la programación para mejorar la generación de los diferentes reportes presentándolos de una manera fácil y amigable al operador.

Para validar el proyecto implementado, se realizan pruebas de conexión con las diferentes Terminales y Poliductos. También se realizó pruebas y cambios para la toma de datos de los servidores de las islas de carga del Terminal Beaterio obteniendo mejoras significativas, conjuntamente se realizó análisis de los resultados en operación normal y en condiciones de falla. Finalmente, se enumeran las conclusiones del trabajo realizado y se plantean recomendaciones para futuras mejoras del sistema.

Contenido

Capítulo 1

1.	Introducción.....	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Justificación e importancia.....	2
1.3.	Alcance.....	3
1.3.1.	Fase 1 integración.....	3
1.3.2.	Fase 2 diseño del sistema de monitoreo y visualización.....	4
1.3.3.	Fase 3 reportes.....	4
1.4.	Objetivos.....	5
1.4.1.	Objetivo general.....	5
1.4.2.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Descripción general actual de la sección norte de EP Petroecuador.....	6
1.5.1.	Poliducto Shushufindi – Quito.....	9
1.5.2.	Poliducto Esmeraldas – Quito.....	11
1.5.3.	Poliducto Quito – Ambato.....	13
1.5.4.	Terminal de productos limpios Beaterio.....	15
1.5.4.1.	Estructura física del Terminal de productos limpios.....	16
1.6.	Descripción de la sala de control.....	19
1.6.1.	Supervisión y seguridad.....	24
1.6.2.	Tareas del operario/a en sala de control.....	25

Capítulo 2

2.	Red de comunicación industrial.....	27
2.1.	Conceptos básicos.....	27
2.1.1.	Medios de transmisión.....	28
2.2.	Red de comunicación del de Polductos y Terminales distrital norte.....	28
2.2.1.	Sistema VHF del Polducto Shushufindi – Quito.....	30
2.2.1.1.	Lumbaqui.....	30
2.2.1.2.	Tres cruces.....	30
2.2.1.3.	Guamaní.....	30
2.2.2.	Sistema VHF del Polducto Esmeraldas – Quito.....	31
2.2.2.1.	Atacazo.....	31
2.2.3.	Sistema VHF del Polducto Quito - Ambato – Riobamba.....	31
2.2.3.1.	Pilisurco.....	32
2.2.3.2.	Igualata.....	32
2.2.4.	Características de la red.....	33
2.2.5.	Análisis de la red.....	35
2.3.	Sistema scada.....	37
2.3.1.	Características del scada en EP Petroecuador.....	37
2.3.2.	Topología Terminal Beaterio.....	39
2.3.3.	Protocolos de comunicación.....	39
2.3.4.	Modbus.....	45
2.3.5.	Modbus plus.....	47
2.3.6.	Modbus TCP / IP.....	51
2.3.7.	Configuración y análisis de la red de tanques de almacenamiento.....	53
2.3.8.	Configuración y análisis de la red de islas de carga.....	57
2.3.9.	Elementos de red.....	58
2.3.9.1.	Funciones de las aéreas de Petroecuador.....	61

2.3.9.1.1.	El área de almacenamiento.....	63
2.3.9.2.	Área de carga y distribución.....	67
2.3.9.3.	Red de conexión entre el T. Beaterio con la Terminal Esmeraldas.....	68
2.3.9.4.	Red de conexión entre el T. Beaterio con la Terminal Santo Domingo.....	69
2.3.9.5.	Red de conexión entre el T. Beaterio con la Terminal Ambato...	71
2.3.9.6.	Red de conexión entre el T. Beaterio con la Terminal Oyambaro.	72
2.3.9.7.	Red de conexión entre el T. Beaterio con los diferentes Características técnicas de la red de Poliductos.....	74

Capítulo 3

3.	Desarrollo de la interfaz visualización y monitoreo.....	78
3.1.	Diseño de la interfaz.....	78
3.2.	Desarrollo del HMI.....	79
3.3.	Descripción del Intouch.....	79
3.4.	Instalación y requerimientos.....	80
3.5.	Descripción de procesos.....	80
3.5.1.	Almacenamiento del producto.....	80
3.5.2.	Despacho de combustible.....	83
3.5.3.	Bombeo de producto.....	86
3.6.	Registro de Modbus.....	88
3.7.	Desarrollo de la interfaz HMI.....	94
3.7.1.	Condiciones de diseño.....	94
3.8.	Diseño de pantallas de supervisión.....	94
3.9.	Especificaciones de los elementos de la interfaz.....	95
3.9.1.	Arquitectura.....	96
3.9.2.	Distribución de las pantallas.....	99
3.9.3.	Navegación.....	101
3.9.4.	Uso del color.....	104
3.9.5.	Información textual.....	109

3.9.5.1.	Normas y estándares aplicados.....	110
3.9.5.2.	Forma de codificación para ubicación de instrumentos.....	110
	<input type="checkbox"/> Ubicación área operativa (n1 n2).....	111
	<input type="checkbox"/> Ubicación lazo de control (n3n4).....	112
	<input type="checkbox"/> Número de equipo o lazo (n5n6).....	113
	<input type="checkbox"/> Letra opcional (a5).....	113
3.9.6.	Información gráfica.....	113
3.9.7.	Información y valores de proceso.....	116
3.9.8.	Gráficos de tendencias y tablas.....	120
3.9.9.	Manejo de alarmas.....	121
	<input type="checkbox"/> pantalla de alarmas.....	122
3.10.2.	Pantallas de Poliductos.....	132
3.10.6.	Botón de ayuda.....	143
3.11.	Pantallas del videowall.....	144
3.11.1.	Software Apollo.....	146
5.8.2.	Creación de pantallas para el video Wall.....	147
5.8.3.	Pantallas creadas.....	163

Capítulo 4

4.	Manejo de base de datos y generación de reportes.....	167
4.1.	Concepto de base de datos.....	167
4.2.	Nodos de la red del Terminal Beaterio.....	168
4.3.	Esquema de conexión física.....	168
4.4.	Descripción de Insql.....	169
4.4.1.	Introducción a Industrial SQL server.....	169
4.4.1.1.	Procesamiento de información.....	170
4.4.1.2.	Industrialsql server.....	170
4.4.2.	Ms SQL server.....	170
4.5.	Introducción ActiveFactory.....	171
4.5.1.	ActiveFactory Query (consultas).....	172
4.5.2.	ActiveFactory report (reportes).....	172

4.5.3.	ActiveFactory Workbook (hojas de cálculo).....	172
4.6.	Análisis para manejo de reportes.....	173
4.6.1.	Diseño e implementación de la interfaz.....	174
4.6.2.	Programación en Excel para generar reportes.....	174
4.7.	Lógica del programa realizado en Visual Basic.....	184
4.7.1.	Reportes de brazo de carga.....	187
4.7.2.	Reporte por hora de tanques de almacenamiento.....	189
4.7.3.	Reporte tiempo real de tanques para sacar los días de stock.....	191
4.7.4.	Consulta el despacho diario por brazos de carga.....	194

Capítulo 5

5.1.	Funcionamiento Del HM.....	196
5.1.1.	Prueba De Comunicación Ethernet.....	196
5.1.2.	Prueba De Comunicación Modbus.....	196
5.1.2.1	Prueba De Comunicación Modbus 1.....	198
	Resultados.....	200
5.1.2.2	Prueba De Comunicación Modbus 2.....	202
	Resultados.....	202
5.1.3.	Prueba Del Manejo Del HMI.....	204
5.1.3.1	Pantalla De Acceso.....	206
5.1.3.2	Pantallas De Islas De Carga Y Tanques De Almacenamiento.....	206
5.1.3.3	Pantallas De Alarmas.....	208
5.1.4.	Indicadores Guía GEDIS.....	210
5.2.	Generación De Reportes.....	214
5.2.1.	Generación De Reportes Para Consulta De Despacho De Combustible.....	214
5.2.2.	Generación De Reportes De Tanques De Almacenamiento.....	215
5.2.3.	Generación De Reportes De Tanques De Almacenamiento A Tiempo Real.....	219
5.2.4.	Generación De Reportes De Consulta Para Despacho De	224

	Combustible.....	
5.3.	Funcionamiento De Las Pantallas Del Videowall.....	232

Capítulo 6

6.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	232
6.1.	Conclusiones.....	232
6.2.	Recomendaciones.....	242

Anexos

Anexo 1	Elementos Principales De La Red.....	241
Anexo 2	Identificación De Tanques De Almacenamiento De Las Terminales Del Distrito Norte.....	264
Anexo 3	Niveles Operativos De Los Tanques De Almacenamiento De Las Terminales Del Distrito Norte.....	269
Anexo 4	Diagramas De Red De Comunicación.....	274
Anexo 5	Manejo De Alarmas, Norma Isa 18.2.....	281
Anexo 6	Evaluación De La Aplicación Mediante Indicadores De La Guía GEDIS.....	283
Anexo 7	Explicación De Código De Visual Basic Para Generar Reportes	289
Anexo 8	Análisis Ergonómico De La Sala De Control.....	316
Anexo 9	Manual De Usuario.....	321

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El Terminal de productos limpios El Beaterio ubicado al sur de Quito forma parte de la Gerencia de Transporte y Almacenamiento de EP Petroecuador.

EL Terminal BEATERIO se dedica al almacenamiento y despacho de combustibles (Gasolina Extra, Súper, Diesel 2, Diesel Premium, Jet Fuel), es el centro de operaciones de para Almacenamiento Y Distribución De Combustibles De La Zona Norte De La Gerencia de Transporte y Almacenamiento.

En el año 2009 EP Petroecuador realizó la integración de sistemas de control de las Estaciones y Terminales implementada en los Terminales Beaterio, Ambato, Santo Domingo y Oyambaro, además de los poliductos Esmeraldas-Quito, Shushufindi-Quito. El control se realiza a través de controladores lógicos programables y el monitoreo con el uso de una interfaz hombre máquina (HMI). Se posee un SCADA que centraliza todos los Terminales, abarcando el almacenamiento y despacho de combustibles. El SCADA consta de monitoreo, control y almacenamiento con una base de datos, hace tres años que está en funcionamiento.

La sección Norte de EP Petroecuador, dispone de numerosas Unidades de Procesos, cuyo control se realiza con salas de control distribuidas en cada estación y terminal, con el objetivo de mejorar la supervisión, monitoreo, recopilación de datos, la presentación de alarmas es necesario centralizar en una Sala de Control.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El Terminal “Beaterio” es el único proveedor de Gasolina Extra, Súper, Diesel 2, Diesel Premium, Jet Fuel, la misma que satisface la demanda de las zonas Norte Centro y Oriente del País. De allí la importancia del óptimo funcionamiento de un sistema centralizado de monitoreo y supervisión.

Por esta razón, es fundamental poner operativa la sala de control para poder brindar tareas de transmisión, control y visualización de datos remotos, este proyecto estudiará las reconfiguraciones y los cambios de la interfaz gráfica desde el punto de vista del usuario-operador. También se realiza un análisis ergonómico y una evaluación de funcionalidad de las pantallas en la sala de control.

Las tareas automatizadas de control y visualización se realizan con sistemas de control basados en PC, utilizando tarjetas de expansión o de adquisición de datos ayuda a tener diagnóstico de lo que ocurre en tiempo real facilitando la identificación preventiva y correctiva de errores, esto ha llevado al rediseño y mejoras de la vigilancia y monitoreo de las diferentes Terminales de Petroecuador, alcanzando a futuro eficiencia en los sistemas y disminución en costos de operación.

Es necesario mejorar la programación de las pantallas a visualizarse y optimizar la forma de presentar los datos en la interface Intouch, haciéndole más amigable al operador mejorando la presentación de alarmas, tiempos y con la capacidad de

dar reportes de la cantidad de producto despachado y almacenado, así poder tener una mejor control de la operación.

La falta de una sala de control, que monitoree de forma integral las operaciones de las diferentes Estaciones y Terminales de la zona norte de EP Petroecuador, hace inseguras, más lentas y costosas las operaciones tanto del mantenimiento, como del monitoreo en el transporte y almacenamiento del producto que llevaría a grandes pérdidas de dinero en caso de una falla no inspeccionada, haciendo de vital importancia la adopción de un sistemas que de forma integrada ayude a conocer el estado de los equipos y diagnosticar o pronosticar eventuales problemas.

1.3. ALCANCE

1.3.1. Fase 1 Integración

La primera parte del proyecto está orientada a la implementar una interfaz de integración de las Estaciones y Terminales de la sección norte de EP Petroecuador, además mejorar el sistema de alarmas, lo que ayudará al operador para reconocer una parada o situación de emergencia.

Es necesario proporciona una Interfaz gráfica que permita al operador contar con la información necesaria para monitorear y supervisar la planta, y poder actuar oportunamente evitando problemas operativos. Conjuntamente se realizará la optimización de los tiempos de adquisición de datos a partir de mejorar los lapsos de retraso (delays) y mejorar el uso de asignación de datos (tags).

Se realizará la integración de la interfaz Poliducto Quito Ambato al sistema SCADA debido que en la actualidad no se encuentran y es necesario tener una mejor supervisión y visualización, logrando el monitoreo del SCADA en conjunto.

La Gestión de Alarmas es importante en la creación de la interfaz de integración, se debe asegurar que las alarmas son correctamente diseñadas e implementadas, en este sentido mediante la guía ergonómica de diseño de interfaz de supervisión GEDIS se manejará la asignación de prioridades.

1.3.2. Fase 2 Diseño del sistema de monitoreo y visualización

La sala de control consta con un sistema de monitoreo implementado en un video wall en el cual tiene como objetivo visualizar toda la red de la región norte de Petroecuador, para ello es necesario programar esta pantalla, el software a utilizar es Apollo Barco donde se puede generar pantallas a la necesidad del operador.

En estas pantallas se podrá visualizar todas las interfaces humano máquina (HMI) de los Terminales y Poliductos así como el sistema de video ubicadas en el área de bombas, en despachos y las aéreas de ingreso y salida del Terminal Beaterio para una mejor supervisión.

1.3.3. Fase 3 Reportes

Para facilidad del operador se creará una interfaz humano máquina que cuente con las herramientas necesarias para realizar reportes de los parámetros fundamentales en la estación sin necesidad de contar con un conocimiento elevado sobre bases de datos.

Los reportes se realizarán en Visual BASIC utilizando el DataReport, consiguiendo organizar los datos con el formato necesario. Si la fuente de base de datos se ha actualizado, el informe se refrescará reflejando estas actualizaciones.

Además de visual los reportes se trabajarán en SQL Server Reporting Services, el cual podemos conectarnos a cualquier repositorio de datos, una de las grandes características de SQL, es que puede distribuir el reporte en distintos formatos, como hojas de Excel, documentos pdf, texto, XML, etc.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Rediseñar e implementar un sistema de monitoreo y supervisión integrada en una interfaz grafica HMI para La Gerencia De Transporte Y Almacenamiento de EP Petroecuador.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y recopilar datos actuales del sistema SCADA, uso de tags, tipo de comunicación, interfaces HMI actualmente integradas.
- Crear una interfaz HMI global donde se visualice todas las Estaciones y Terminales de la región norte de EP Petroecuador
- Diseñar pantallas en el Videowall, donde se logre visualizar cámaras IP, HMI de las Estaciones y Terminales de la región norte de EP Petroecuador.
- Mejorar los tiempos de adquisición de datos y optimizar retardos en las interfaces.

1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL ACTUAL DE LA SECCIÓN NORTE DE EP PETROECUADOR.

La sección norte de EP PETROECUADOR mediante la Gerencia de Transporte y Almacenamiento garantiza el abastecimiento de combustibles desde las Refinerías de: Esmeraldas, Shushufindi y La Libertad, hacia los Terminales de todo el país. A diario se transportan 170.000 barriles aproximadamente de diversos productos a través de la red de poliductos de casi 1.400 km de extensión, que conecta las provincias de la Amazonía, costa y sierra del país, este se lo realiza a través de poliductos que garantiza seguridad, menor contaminación y bajo costo en mantenimiento.

La sección norte del sistema de transporte de productos limpios consta de los poliductos Esmeraldas - Quito, Shushufindi – Quito y Quito – Ambato, El poliducto Esmeraldas Quito va desde la refinería de Esmeraldas, que mediante la Estación de Bombeo provee el producto a la Terminal de Santo Domingo pasando por las Estaciones de Bombeo Faisanes, Corazón, encargadas de regulando la presión y velocidad del transporte, finalmente llegando a la Terminal Beaterio que mediante la estación Reductora disminuye la presión evitando daños en la tubería,

El Poliducto Shushufindi – Quito va desde el Complejo industrial Shushufindi que bombea el producto a las estaciones de bombeo Quijos, Osayacu, Chalpi, en esta Estación se divide distribuyendo el producto a la estación reductora de Oyambaro y al Terminal Beaterio.

El Poliducto Quito-Ambato, mediante la estación de Bombeo Beaterio, se encargada de proveer productos limpios a la estación reductora Ambato que los recibe para su almacenamiento y su posterior distribución. Al momento, el tramo Ambato-Riobamba está en construcción a futuro se lograra integrarse al poliducto Quito – Ambato que actualmente se encuentra en operación, toda vez que así, podrían ser abastecidos desde el Terminal El Beaterio de la ciudad de Quito, la

Figura 1. 1 muestra la distribución del poliducto en la sección norte siendo la Terminal El Beaterio el punto de llegada y salida del producto.

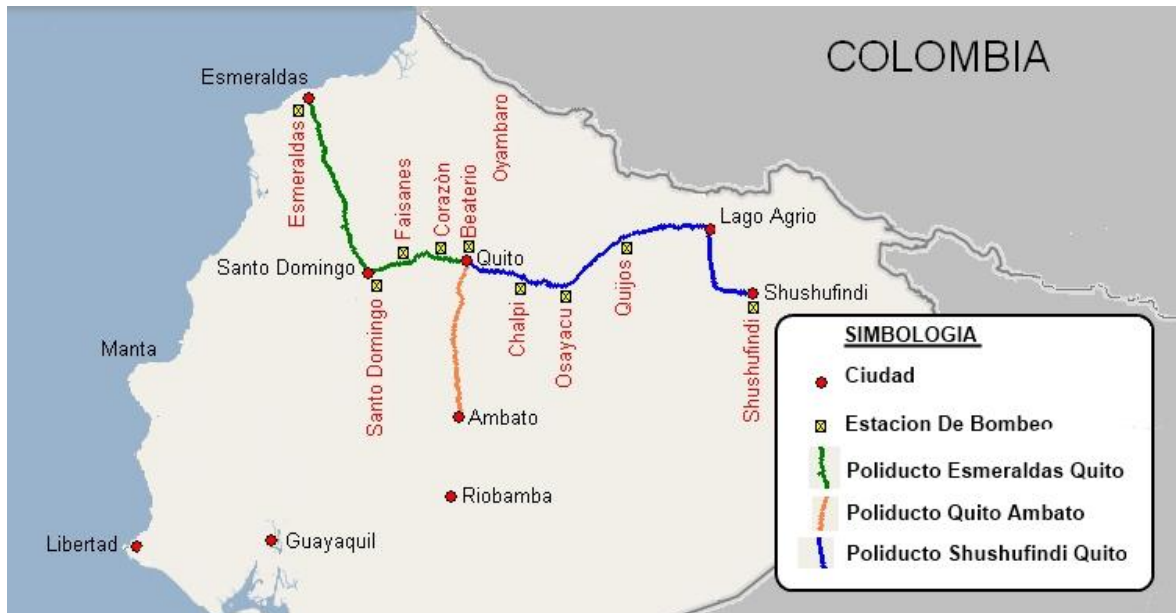


Figura 1. 1 Poliducto y Terminales Del Distrito Norte EP Petroecuador

El producto que llega a la Estación Reductora Beaterio del Poliducto Esmeraldas-Quito es de 630 psi y la presión de llegada del Poliducto Shushufindi-Quito es aproximadamente de 250 a 380 psi. La estación reductora de presión es la encargada de disminuir estas presiones a aproximadamente 50 psi, lo hace mediante dos válvulas de pistón, una para reducir presión y otra para laminar el flujo, consiguiendo la presión adecuada para que el producto sea almacenado en los tanques y la posterior distribución.

El Poliducto transporta Diesel 1, Diesel 2, Gasolina Súper y Gasolina Extra, la cantidad de producto a despacharse es realizada mediante partidas programadas por el departamento de “Planificación Operativa” en conjunto con la “Unidad de Programación”. El orden de las partidas es predeterminado y está en función de las densidades de los productos limpios, con el objetivo de que los productos no se mezclen evitando la contaminación. La secuencia es la siguiente: G. Extra – G. Súper – G. Extra – Diesel 1 – Diesel 2 – Diesel 1. En la Figura 1. 2 se muestra el diagrama de flujo del producto perteneciente al Distrito Norte.

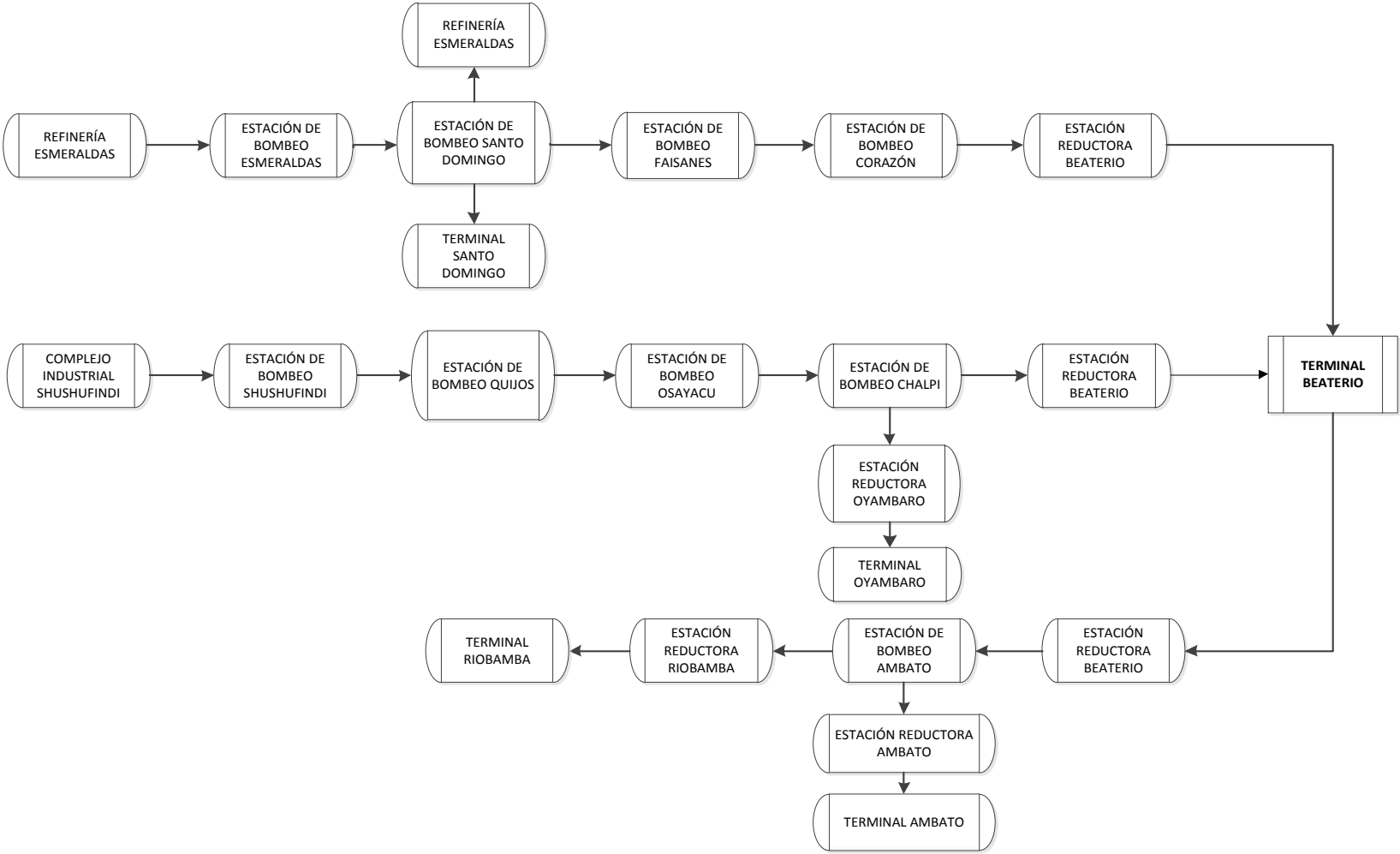


Figura 1. 2 Diagrama De Flujo Del Transporte Del Producto Distrito Norte

1.5.1. Poliducto Shushufindi – Quito

El poliducto Shushufindi Quito inicia sus operaciones el 29 de junio de 1987 con una capacidad de diseño de 10800 BPD¹, con la finalidad de exportar GLP², Nafta Base, Destilado 1, Diesel 2, Jet Fuel, desde la cabecera Shushufindi de la provincia de Sucumbíos, hasta el Terminal de El Beaterio en Quito.



Figura 1. 3 Poliducto Shushufindi Quito

Debido a la distancia y a los caminos irregulares existen diferentes características, en la muestra la Tabla 1. 1, Descripción del tramo Shushufindi Quito.

Tabla 1. 1 características Tramo Shushufindi Quito

Tramos	Longitud (km)	Diámetro (pulg)	Espesor (mm)	Volumen Empaquetamiento (bls)
1. Shushufindi-Quijos	122,007	6"	4,7	15,185
2. Quijos-Osayacu	85,004	6"	4,7	10,580
3. Osayacu-Chalpi	35,126	6"	4,7	4,372
4. Chalpi-Oyambaro	36,513	6"	4,7	4,544
5. Oyambaro-Ushimana	9,050	6"	4,7	1,126
6. Ushimana-Beaterio	17,115	4"	3,9	950
	304,815			36,757

¹ BPD: Barriles Por Día

² Gas licuado del petróleo

La Estación Cabecera de Shushufindi cuenta con un sistema de Bombas Boosters³, que reciben los productos que entrega el Complejo Industrial de Shushufindi CIS⁴ y que a su vez entrega a los grupos principales de bombeo de la Estación, cuenta con 3 Grupos Diesel. La Potencia total instalada es de 972 kilovatios (kw).

Estación Quijos es una estación intermedia, está ubicada en la provincia de Sucumbíos, Vía Quito – Quijos, se encuentra a una altura aproximada de 1000 msnm, recibe los productos que entrega la Estación de Shushufindi y se bombea hacia la siguiente Estación Osayacu; cuenta con 3 grupos diesel de bombeo. La potencia total instalada es de 690 (kw).

Estación Osayacu, ubicada en la Parroquia de Baeza, provincia del Napo, se encuentra a una altura aproximada de 1800 msnm, es una estación intermedia, recibe los productos que entrega la Estación de Quijos y se bombea hacia la siguiente Estación Chalpi, cuenta con 3 Grupos Diesel de bombeo y un grupo eléctrico de 650 Kw, la Potencia total instalada es de 1100 (kw).

Estación Chalpi, ubicada en la Parroquia de Papallacta, provincia del Napo, se encuentra a una altura aproximada de 2900 msnm, estación intermedia que recibe los productos que entrega la Estación de Osayacu y se bombea hacia la siguiente Estación Reductora Beaterio u Oyambaro dependiendo del producto, cuenta con tres grupos grupos de bombeo, dos a Diesel y un grupo eléctrico de 650 Kw, la Potencia total instalada es de 1100 (kw).

Estación Reductora Beaterio, ubicada en El Beaterio a 11,5 km, Panamericana Sur, Pichincha, estación Reductora de Presión desde 900 psi en dos trenes de reducción con válvulas reductoras de 3” que reduce de 900 psi a 400 psi y reductoras de 2” de 400 psi a 70 psi. La Potencia total Instalada es de 250 Kw

³ Bombas Boosters, son bomba reforzada de tipo centrífugo conectadas a un motor eléctrico, se encarga en suministrar combustible bajo presión al siguiente terminal impulsada por un motor eléctrico. Este tipo de bomba es parte esencial del sistema de combustible ya que a grandes alturas mantiene la presión a un nivel suficiente en el lado de admisión de la bomba logrando que la presión nunca sea tan baja y el combustible no forme espuma. La bomba Booster también se utiliza para la transferencia de combustible de un estanque a otro, para suministrar combustible bajo presión.

⁴ Complejo Industrial Shushufindi

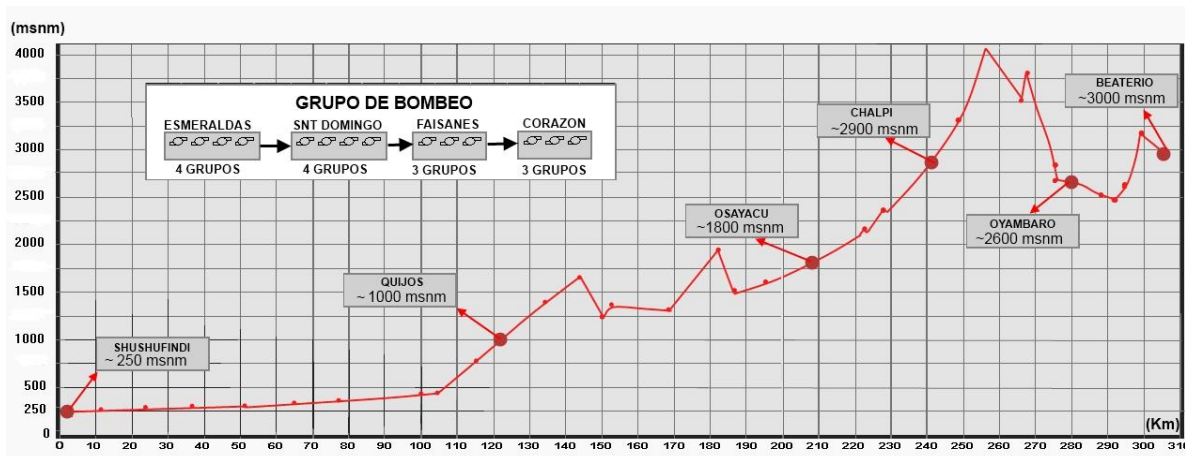


Figura 1. 4 Perfil poliducto Shushufindi - Quito

1.5.2. Poliducto Esmeraldas – Quito

El Poliducto Esmeraldas Quito de la sección norte de EP Petroecuador, está conformado por dos tramos: Esmeraldas - Santo Domingo, Santo Domingo - Beaterio. El Tramo Esmeraldas - Santo Domingo fue el primero en iniciar sus operaciones en 1979, posteriormente el 26 de septiembre de 1980 se extendió el tramo Santo Domingo - Beaterio. La capacidad de diseño es de 11.446 m³/d que es también su capacidad máxima de transporte, actualmente utiliza 8.791 m³/d.

El caudal operación promedio es de 2.500 bl/hora, los productos que transporta son: Gasolina Súper, Gasolina Extra, Diesel 1 y Diesel 2, en la tabla 2 describe características del poliducto Esmeralda Quito.

Tabla 1. 2 Características Poliducto Esmeraldas - Quito

Tramos	Longitud (km)	Diámetro (pulg)	Espesor (mm)	Volumen Empaquetamiento o (bls)
Esmeraldas-Santo Domingo	164,000	16"	0,375	121,800
Santo Domingo-Faisanes	30,325	12"	0,219	14,617
Faisanes-Corazón	35,475	12"	0,219	17,099
Corazón-Reductora El Beaterio	23,070	12"	0,219	11,120
	252,87			164,636

Estación Cabecera de Esmeraldas, se encuentra ubicada en la ciudad de Esmeraldas en la provincia de Esmeraldas, a una altura de 38 msnm, cuenta con 10 tanques de almacenamiento de combustible con un manifold de válvulas que se utiliza para alinear el sistema de los productos que se reciben directamente de la Refinería Estatal Esmeraldas. Cuenta con cuatro Bombas Boosters de 1.700 rpm y 100 HP respectivamente, las cuales se alinean con los motores de combustión interna y un motor eléctrico; estas bombas sirven para evacuar el producto desde los tanques de almacenamiento y dar succión suficiente a los grupos principales de bombeo.

Estación Santo Domingo, estación intermedia, ubicada en Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, recibe los productos que entrega la Estación Cabecera Esmeraldas y se bombea hacia la Estación Faisanes, Estación Reductora Pascuales, como también se recibe en los Tanques de Almacenamiento del Terminal Santo Domingo. La estación Santo Domingo tiene cuatro grupos principales de bombeo, tres de combustión interna MWM TBD-440 de 1050 HP y un motor eléctrico marca ABB de 2500HP.

Estación Faisanes, ubicada en la Parroquia de Alluriquín, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, a una altura de 1500 msnm, estación Intermedia del Poliducto que recibe los productos que entrega la Estación de Santo Domingo y se bombea hacia la siguiente Estación Corazón.

Estación Corazón, ubicado en la Parroquia de Ulloa, provincia de Pichincha, a una altura aproximada de 2500 msnm, es una estación Intermedia del Poliducto que recibe los productos que entrega la Estación de Faisanes y se bombea hacia la Estación Reductora El Beaterio, reduce la presión desde 900 psi en dos trenes de reducción con válvulas reductoras de 3" que reduce de 900 psi a 400 psi y reductoras de 2" de 400 psi a 70 psi.

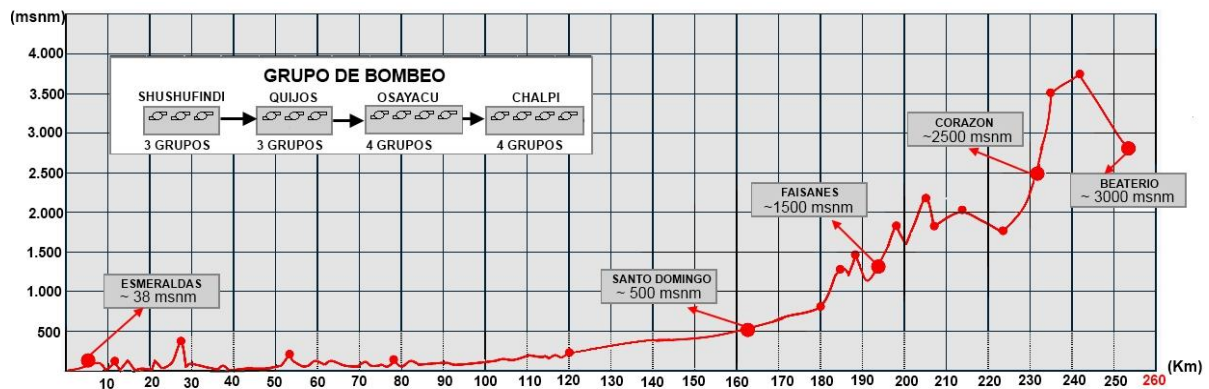


Figura 1. 5 Perfil poliducto Esmeraldas - Quito

1.5.3. Poliducto Quito – Ambato

El Poliducto Quito - Ambato inició sus operaciones en el año 1985, luego de la reversión del Poliducto Durán–Quito. Este poliducto está conformado de un solo tramo de 110.4 km de longitud, con un diámetro de 6 pulgadas. A través de él se transporta gasolina súper, gasolina extra, diesel 1 y diesel 2. El diseño inicial tenía capacidad para 570.024 gls/día, actualmente su caudal de operación es de 20.496 gls/hora.

La Estación de Bombeo Beaterio está situada dentro de las instalaciones del Terminal de Productos Limpios Beaterio, cuenta con cuatro grupos principales de bombeo, tres a diesel y un grupo accionado por motor eléctrico. En la sala de control, se encuentra un equipo de computación y monitores para el control de las operaciones de la Estación, como arranque de motores, registrador de caudales y densidad, sistema de alarmas, visualización de niveles y apertura de válvulas en tanques de almacenamiento.

Estación Reductora Ambato, ubicada en la provincia Tungurahua, cantón Ambato, Sector Huachi La Joya, es parte del Terminal Ambato de Petrocomercial, a una

altura aproximada de 2.600 msnm, cuenta con un tablero de control que monitorea presión, densidad (detector densidad ubicado a 700m de la estación), 1 computadora para el sistema de medición, apertura y cierre de válvulas de los tanques, Manifold transferencia de tanques almacenamiento 6 válvulas, 6 válvulas check, 1 válvula de tres vías.

Tabla 1. 3 Características Poliducto Quito - Ambato

Longitud (km)	Diámetro tubería (pulg)	Capacidad bombeo (bls/día)	Volumen empaq. Línea (bls)	Caudal máximo (bls/hora)
110	6"	11.700	13.572	520

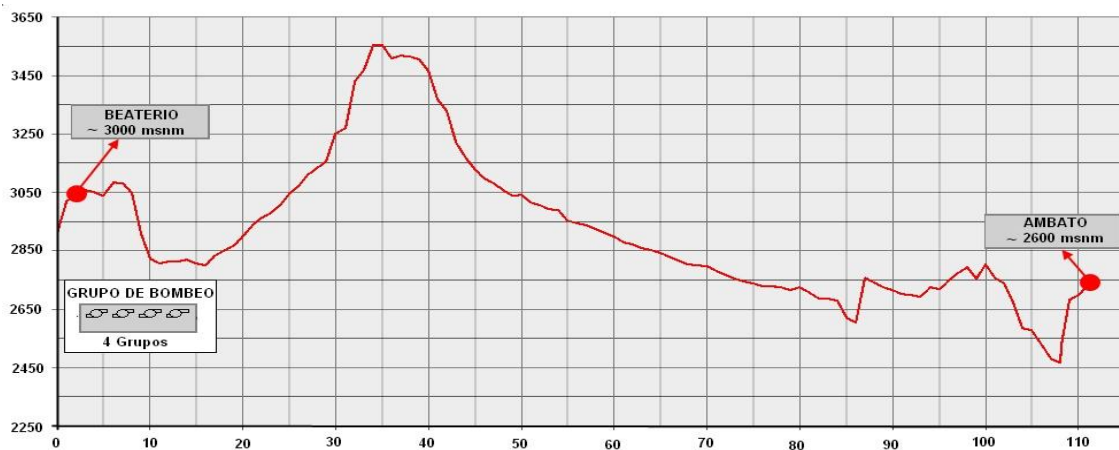


Figura 1. 6 Perfil poliducto Quito - Ambato

La Terminal Riobamba con ayuda del nuevo poliducto Ambato Riobamba tendrá la mayor reserva de combustible para el centro del país, con 36000 barriles de diesel, 30000 de gasolina extra y 8000 de gasolina súper, con esta capacidad, la Terminal podrá distribuir combustible a otras provincias cuando ocurra algún problema, actualmente la Terminal depende del abastecimiento de la Terminal de combustibles de Ambato.

1.5.4. TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS BEATERIO

El proyecto será realizado en El TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS BEATERIO (Figura 1. 7), el Terminal inició sus operaciones en el año 1980, para recibir los combustibles provenientes de los poliductos Esmeraldas - Quito, Santo Domingo - Beaterio –Ambato y Shushufindi Quito. De aquí también, parte el poliducto Quito- Ambato.

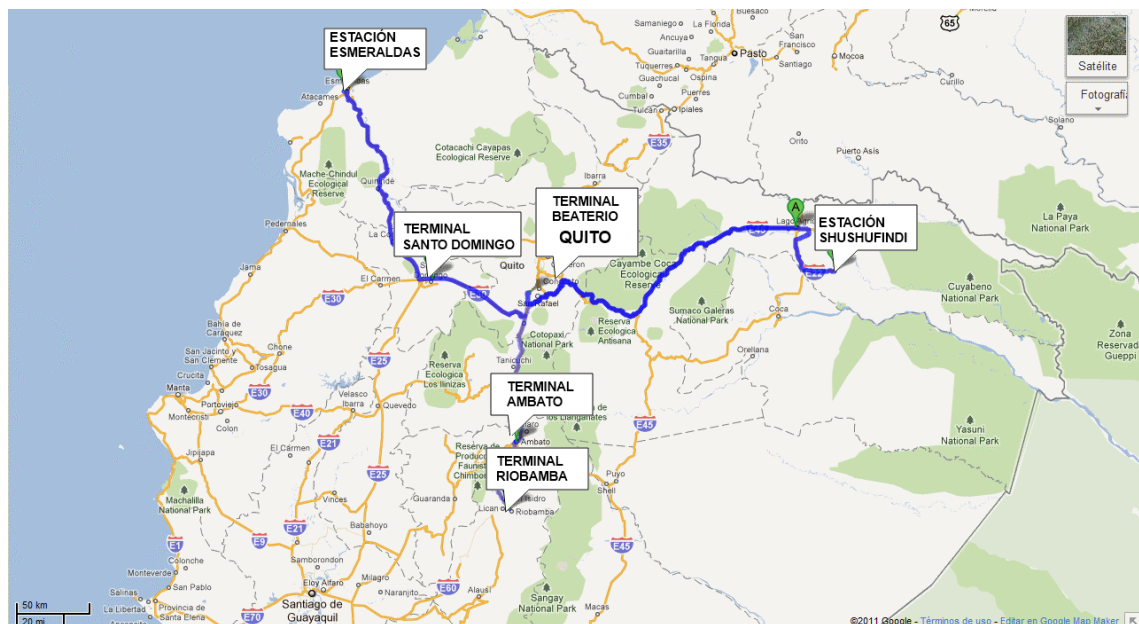


Figura 1. 7 Distrito norte EP Petroecuador

La zona de abastecimiento de la Terminal está conformado por las provincias de la Zona Centro Norte del país, como: Pichincha, Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y transferencias de Nafta Base a Esmeraldas y Nafta de Alto Octano a Shushufindi.

El Terminal se encuentra ubicado en Quito, provincia de Pichincha, cuenta con un área aproximada de 27 hectáreas. Su capacidad de almacenamiento es de 600.705 barriles en 20 tanques para Gasolina Súper, Gasolina Extra, Diesel 2,

Diesel Premium, Nafta de Alto Octano, Nafta Base, Jet A1 y Diesel; y tres esferas para Gas Licuado de Petróleo (GLP).

1.5.4.1. ESTRUCTURA FÍSICA DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS

En el Terminal se realizan básicamente varias actividades como la recepción de productos, el almacenamiento, el despacho y la comercialización del producto, en la Figura 1. 8 muestra el diagrama de las diferentes actividades que realiza la Terminal.

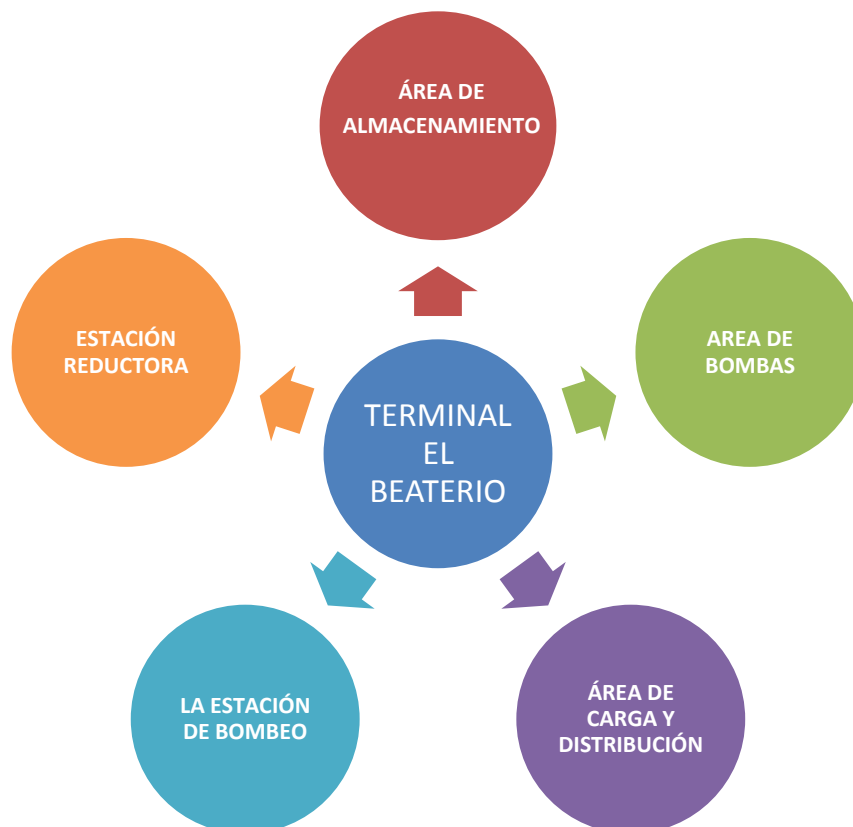


Figura 1. 8 Diagrama De La Estructura Física Del Terminal Beaterio

ÁREA DE ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento de los productos el Terminal, dispone de un área de tanques estacionarios verticales Figura 1 9, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen, además poseen cubetos o diques diseñados para contener el producto del tanque en caso de un derrame. Identificación



Figura 1 9 Área De Almacenamiento

ÁREA DE BOMBAS

El Beaterio cuenta con 14 bombas (Figura 1 10) centrífugas horizontales con motor eléctrico



Figura 1 10 Área De Bombas

ÁREA DE CARGA Y DISTRIBUCIÓN

El área de carga y distribución comprende 19 brazos de carga con sus respectivos equipos electrónicos de medición, válvulas y accesorios



Figura 1. 11 Área de islas de carga y distribución

ESTACIÓN REDUCTORA

La estación reductora que recibe los productos limpios a través del Poliducto Esmeraldas - Sto. Domingo - Quito y del Poliducto Shushufindi - Quito, para ello cuenta con dos válvulas reductoras de presión, sistema de filtrado de productos, dos trenes de medición de productos, manifold de distribución, trampa de recepción de equipos de limpieza, tanques de alivio y sumidero



Figura 1. 12 Estación reductora

LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La Estación de Bombeo que está compuesta por tres equipos de bombeo con motores de 420 HP y bombas de ocho etapas; Se bombean 450 barriles / hora a través del Poliducto Quito-Ambato, con una presión de 1200 PSI.



Figura 1. 13 Estación de Bombeo



1.6. DESCRIPCIÓN DE LA SALA DE CONTROL

Figura 1. 14 Diagrama esquemático de los procesos de la Terminal

La sala de control está destinada para la supervisión, control y toma de medidas, en caso de que la planta presente algún problema. Para realizar de manera óptima dichas actividades los operadores cuentan con una herramienta de monitorización remota, que con ayuda de una interfaz humano máquina (HMI)

visualizan las variables del proceso permitiéndoles el control. La HMI está desarrollada en Wonderware® Intouch 9.5.

La sala de control cuenta con varios dispositivos destinados al monitoreo de las diferentes islas de carga, lo que ayuda a controlar los procesos de la planta, además mediante un repositorio de datos almacenados se puede monitorear los procesos de otras Terminales y Poliductos.

La computadora ISLA1, mediante vía serial monitorea el despacho de Extra, Súper y Jet Fuel, la PC ISLA2 monitorea el despacho de Diesel Premium y Gasolina extra por medio del puerto serial, la PC ISLA3 monitorea el despacho de gasolina Súper, Gasolina Extra, Diesel 2 y Diesel Premium, estas están conectadas en red a otras computadoras una de ellas encargada para el manejo de históricos y monitoreo, otra PC destinada a la integración de Terminales la que por medio de la red de datos se la pueda observar de mejor manera en el Video Wall que está encargado de monitorear los Poliductos y Terminales del distrito norte EP Petroecuador. La sala de control cuenta además con una red de telefonía IP.

Tabla 1. 4 Dispositivos de la sala de control

	Elementos	Descripción	Hostname
1	PC de integración	Destinado a la interfaz de integración de los diferentes procesos de despacho y visualización de los poliductos.	172.20.129.234

2	PC de control	Destinado a la supervisar y controlar los distintos procesos del Terminal.	172.20.129.227
3	PC ISLA1	Es la encargada en monitorea el despacho de Extra, Súper y Jet Fuel	172.20.129.231
4	PC ISLA2	Destinada al monitoreo del despacho de Diesel Premium y Gasolina extra	172.20.129.232
5	PC ISLA3	Consignada para el monitoreo el despacho de gasolina Súper, Gasolina Extra, Diesel 2 y Diesel Premium	172.20.129.233
6	PC Mezclas y Gasolina Jet Fuel	Encargada al monitoreo de la sección de mezclas de la gasolina Extra y el despacho de gasolina Jet Fuel	172.20.129.226
6	PC operador	encargada para el manejo de históricos y monitoreo del operador	172.20.129.220
7	Video Wall,	encargado de monitorear los Poliductos y Terminales del distrito norte EP Petroecuador	192.168.1.10 192.168.1.20 192.168.1.30 192.168.1.40
8	Servidor 1	Encargado de la captura y almacenamiento de datos de los tanques como de las islas de carga	172.20.129.252
9	Servidor 2	Este servidor captura del los datos del despacho de combustible de las islas	172.20.129.253

10	Servidor 3	Se encuentra el servidor de los tanques de almacenamiento, y los almacena.	172.20.129.254
11	Servidor video Wall.	destinado a la visualización de las pantallas del Video Wall.	192.168.1.112

En la Figura 1. 16 se muestra un esquema de la sala de control, con la distribución de las computadoras y la ubicación del Video Wall, en la Figura 1. 15 muestra la zona de trabajo donde los operadores podrán realizar el monitoreo del Terminal.



Figura 1. 15 Sala de control

Los servidores están conectados entre ellos proporcionando un Backup de la información, en el caso de que se dañara un servidor los datos quedarían almacenados en el otro servidor. Cada servidor de las islas de carga está conectadas vía EtherNet al servidor donde son almacenados los datos.

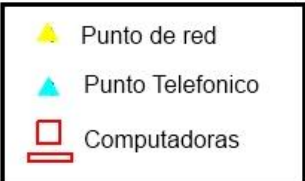
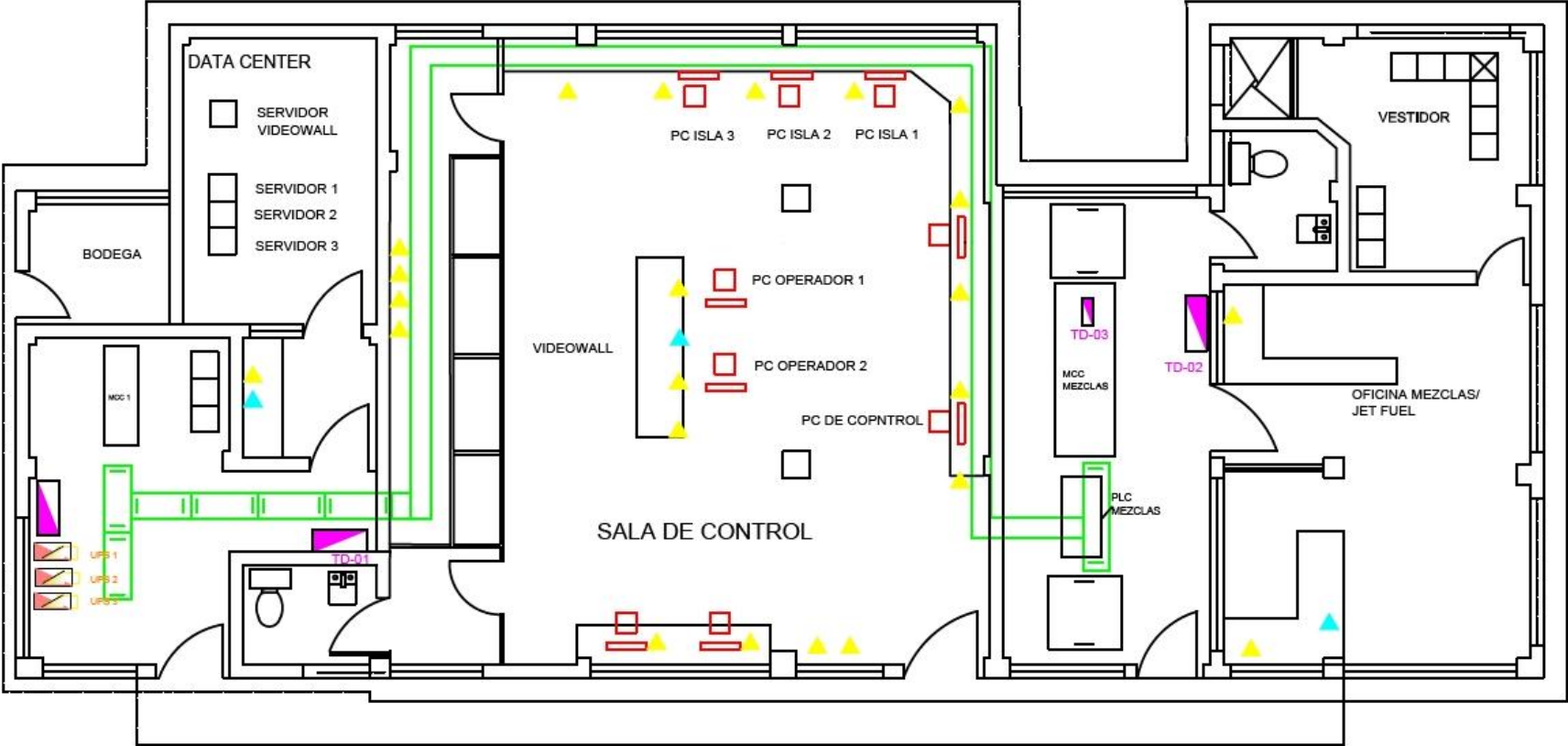


Figura 1. 16 Plano de red de la sala de control

1.6.1. SUPERVISIÓN Y SEGURIDAD

Las interfaces Humano Máquina (HMI) se encuentran en la sala de control para el control, supervisión y monitoreo de los diferentes procesos. Además existen operadores, encargados de las diferentes zonas del terminal para mejorar la operación y distribución del producto.

Muchas de las actividades de monitoreo y adquisición de datos son realizadas en la sala de control que son supervisadas por el personal de campo lo que ayuda el mantenimiento preventivo y predictivo de los diferentes equipos.

Por otro lado el personal de mantenimiento tiene acceso a las diferentes interfaces que les permiten controlar a tiempo los diferentes procesos, con la diferencia de que está destinado para controlar variables de mantenimiento como baja de presión en los brazos, falla en los variadores y actuadores alarma de bajo o alto nivel en los tanques entre otras.

El operador, que a futuro se encargue del proceso desde la sala de control, es el encargado de avisar al operador de campo si alguno de estos detectores diese señal de alarma real, es decir que el motivo de su activación no sea por causa de avería. En caso afirmativo se le avisaría al personal de seguridad industrial que cuentan con el programa de prevención y de evacuación de ser necesario.

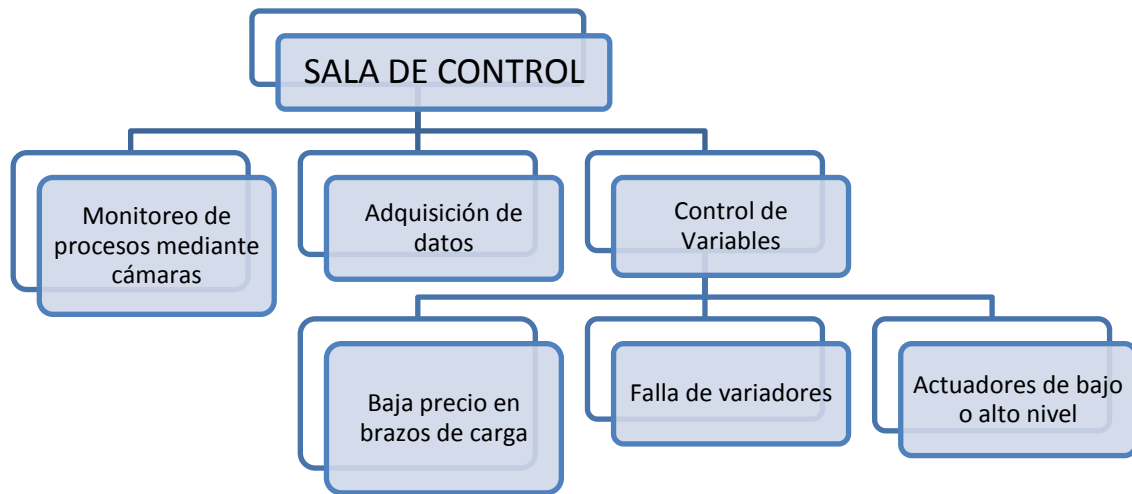


Figura 1. 17 Sinóptico de las funciones de la sala de control

1.6.2. TAREAS DEL OPERARIO/A EN SALA DE CONTROL

El operador de sala de control a lo largo de su jornada de trabajo tiene que desempeñar varias tareas, que se explicarán a continuación. La principal y la más importante es la de supervisión a través de las pantallas de control, de las variables más relevantes del proceso, como sería el caso de las presiones de los tanques, impulsión de las bombas de emisión, despacho del producto...etc.

Una segunda tarea es la toma de datos que son importantes en el proceso y de los que se tienen que tener un control exhaustivo de los niveles de tanques, funcionamiento de bombas de succión, y mediante la generación de reportes llevar un registro de la cantidad de producción del día tomadas directamente de los controladores según hora y fecha en la que se ha expedido, donde se reflejarán todos los datos de planta.

Otra función desempeñada por el operador de sala de control es la de dar aviso al personal de campo y de seguridad, en el caso de que en el sistema de seguridad este activado por algún tipo de problema presentado y por último el operador tiene

que coordinar los mantenimientos preventivos de equipos con la ayuda del área de mantenimiento.

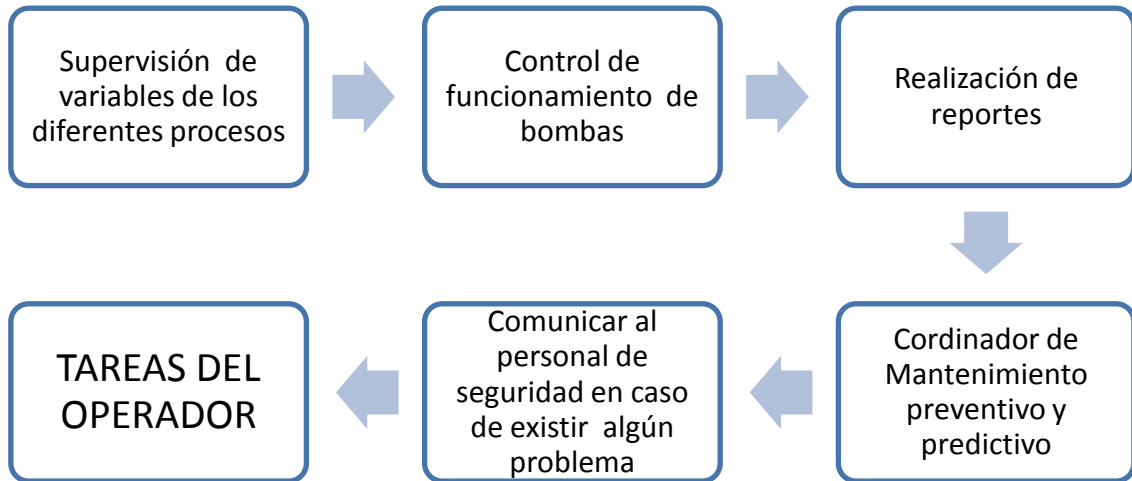


Figura 1. 18 Tareas del operador de la sala da control

CAPÍTULO 2

2. RED DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS

La red de comunicación industrial se encuentra en la parte inferior de la pirámide de automatización (Figura 2. 1), donde se encuentran los llamados dispositivos de campo que actúan directamente sobre el proceso productivo. Las comunicaciones a este nivel deben poseer unas características particulares para responder a las necesidades de intercomunicación en tiempo real que se deben producir y ser capaces de resistir un ambiente hostil donde existe gran cantidad de ruido electromagnético y condiciones ambientales duras.



Figura 2. 1 Pirámide De Automatización³

³ <http://www.uhu.es/antonio.barragan/book/export/html/125>

En el uso de comunicaciones industriales se pueden separar dos áreas principales, una comunicación a nivel de campo, y una comunicación hacia el SCADA. En ambos casos la transmisión de datos se realiza en tiempo real, o por lo menos con una demora que no es significativa respecto de los tiempos del proceso, pudiendo ser crítico para el nivel de campo.

El sistema de red de datos es muy importante, los protocolos de comunicación permiten tener una mayor flexibilidad y escalabilidad en los procesos, lo cual hace posible una total integración, permitiendo la medición y control de procesos mediante el intercambio de datos. El proyecto contempla el 3ro y 4to nivel de la pirámide de automatización, contemplando la adquisición, supervisión de los procesos, gestión de históricos, y el 4to nivel en la creación de reportes para mejorar la producción.

2.1.1. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Los medios de transmisión son muy importantes en la red de comunicación, constituye el medio físico por el cual el emisor se comunica con el transmisor, el medio de transmisión constituye el factor determinante de las características y calidad de transmisión, en medios guiados es el propio medio el que determina las limitaciones de la transmisión mientras que en medios no guiados, las características están más determinadas por las frecuencias y ancho de banda de las señales a transmitir por la antena que por el propio medio.

Existen características importantes dentro de la red de Petroecuador que garantiza el buen manejo de datos tanto para la parte administrativa como para un buen monitoreo del sistema SCADA.

2.2. RED DE COMUNICACIÓN DEL DE POLIDUCTOS Y TERMINALES DISTRITAL NORTE

En la actualidad la integración de Poliductos Y Terminales Del Distrito Norte De EP Petroecuador dispone de un sistema de comunicación analógico basado en

repetidoras, radios móviles, radios bases y radios portátiles instalados en los poliductos. El monitoreo de las comunicaciones VHF se encuentran centralizado en dos sitios: El Beaterio y el Ed. El Rocío, lo que permite una administración más fácil del sistema.

El cuarto de comunicaciones del Terminal El Beaterio cumple funciones administrativas al igual que el Edificio El Rocío y mantiene comunicación con el Poliducto Shushufindi – Quito y Esmeraldas – Quito mientras que la área de comunicaciones del Terminal Ambato cumple funciones de control y monitoreo de la repetidora del Igualata ya que esta no se enlaza con la red VHF del poliducto, solo tiene cobertura local. El área que administra la parte de la red, es el área de Telecomunicaciones para la área de control casi es transparente, tomando en cuenta que se da mayor importancia a los datos administrativos, redes con los bancos y con compradores. El sistema VHF es independiente del resto de comunicaciones de la empresa, lo que permite tener redundancia en las mismas, es decir, el fallo de un sistema no involucra la interrupción de los demás en la Figura 2. 2 muestras la ubicación de las diferentes antenas.

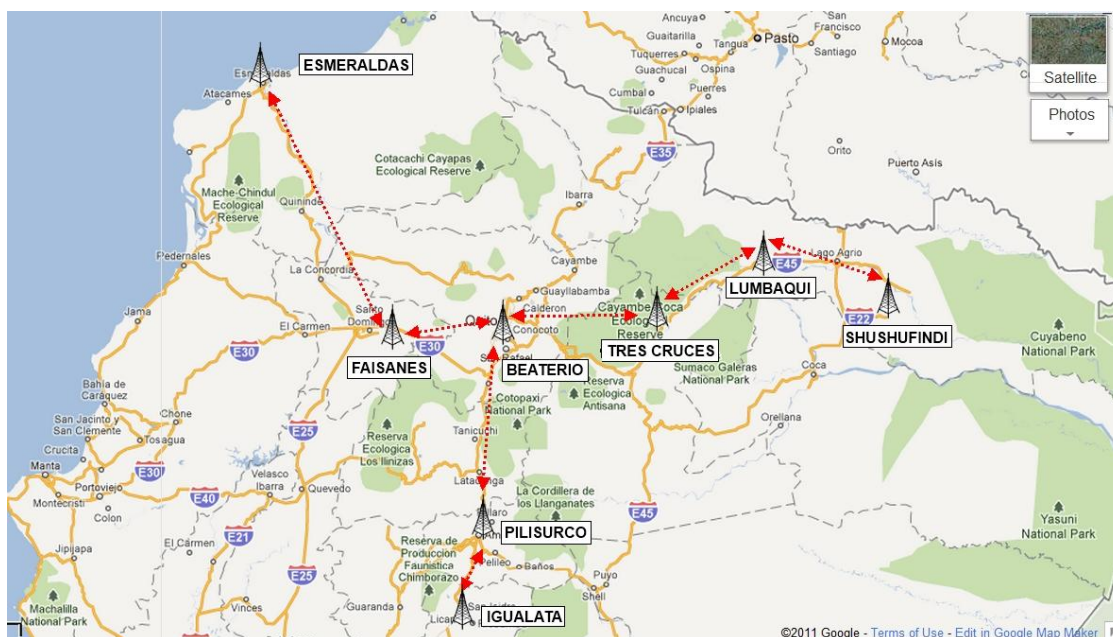


Figura 2. 2 Enlace de comunicación Distrital Norte EP Petroecuador

2.2.1. SISTEMA VHF DEL POLIDUCTO SHUSHUFINDI - QUITO

2.2.1.1. Lumbaqui

Una de las repetidoras se encuentra en el cerro de Lumbaqui en la provincia de Sucumbíos, la repetidora de Lumbaqui enlaza con la repetidora de Guamaní en el sector de Lago Agrio y Shushufindi.

2.2.1.2. Tres Cruces

El cerro Tres Cruces se encuentra ubicado en el recinto de Tres Cruces en la provincia de Napo, la repetidora de Lumbaqui se enlaza con Tres Cruces desde el cantón El Chaco hasta el cantón El Salado.

2.2.1.3. Guamaní

El cerro Guamaní es usado como sitio de repetición para cubrir el poliducto Shushufindi – Quito, se encuentra entre la Provincia de Pichincha y Napo.

En la Figura 2. 4 muestra la ubicación del VHF Del Poliducto Shushufindi - Quito



Figura 2. 3 Ubicación de antenas del sistema VHF del Poliducto Shushufindi – Quito

2.2.2. SISTEMA VHF DEL POLIDUCTO ESMERALDAS – QUITO

La comunicación Esmeraldas – Quito es más sencilla ya que la geografía ayuda y solo se necesita una repetidora para llegar, que se encuentra en el Atacazo.

2.2.2.1. Atacazo

El cerro Atacazo se encuentra al sur de Quito en la provincia de Pichincha, da cobertura a todo el poliducto Esmeraldas – Quito



En la Figura 2. 4 muestra la ubicación del VHF Del Poliducto Esmeraldas - Quito

2.2.3. SISTEMA VHF DEL POLIDUCTO QUITO - AMBATO – RIOBAMBA

El poliducto Quito – Ambato se origina en la ciudad de Quito en la Provincia de Pichincha con el Terminal Beaterio y se extiende hasta la Provincia de Tungurahua, en el Terminal de Ambato; actualmente está en proyecto la construcción del poliducto Ambato - Riobamba, formando el poliducto Quito – Ambato – Riobamba; al concluirse esta obra el poliducto terminara en la Provincia de Chimborazo, en el Terminal Riobamba.

2.2.3.1. Pilisurco

El cerro Pilisurco se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua, la repetidora ubicada en el Atacazo conecta a la red a la Terminal Ambato como a la parte de reductora en el poliducto Quito Ambato.

2.2.3.2. Igualata

El Cerro Igualata está ubicado en la provincia de Tungurahua, cubre todo el sector del Terminal Riobamba, esta repetidora es únicamente a nivel local mientras finalice la construcción del poliducto Ambato – Riobamba, a futuro se lo enlazara con la repetidora del Atacazo o la repetidora de Pilisurco para conseguir la cobertura total del poliducto. En la Figura 2. 5 muestra la ubicación del VHF Del Poliducto Quito – Ambato.



Figura 2. 5 Ubicación de antenas del sistema VHF del Poliducto Quito - Ambato – Riobamba

2.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA RED

El sistema de transmisión por radio enlace (VHF) presenta una alta confiabilidad con baja distorsión entendiéndola como deformación de una señal en el paso por un sistema, el promedio de paquetes entregados con éxito es del 99.9%, que se traduce en un tiempo de indisponibilidad de 8.75 horas al año. Cabe reiterar que éste es un dato aproximado ya que no se cuenta con algún software que lleve las estadísticas de la red, por lo que este valor se lo obtiene a partir de operadores del Área de Comunicaciones. En la Figura 2. 6 muestra el esquema de antenas y repetidoras del Distrito norte EP Petroecuador.

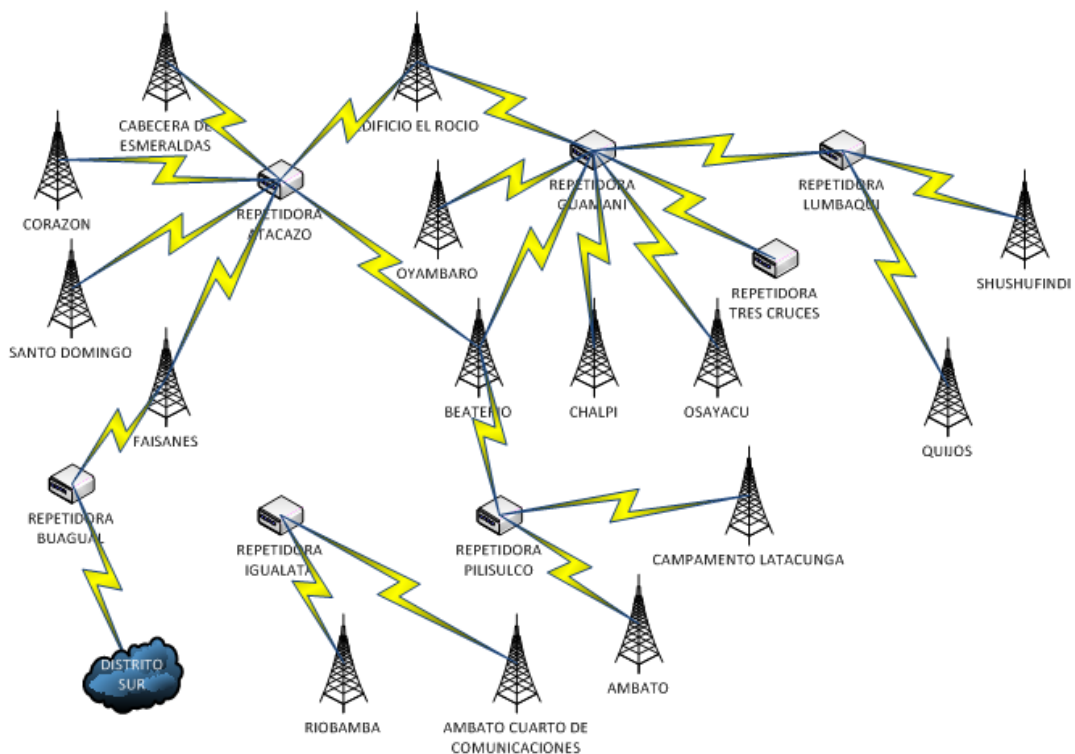


Figura 2. 6 Esquema De Enlace Distrito Norte

Análisis de la red

El sistema de comunicaciones está administrado y configurado por el área de sistemas, cada área y departamento se encuentra dentro de una VLAN, clasificado tanto en el área de datos administrativos como datos de campo, la ventajas de las VLAN es que un equipo que se encuentra físicamente en otra ubicación, puede permanecer en la misma VLAN, las VLAN para las diferentes terminales se encuentran habilitadas para verse entre ellas por lo que se puede tomar los datos de las diferentes Terminales para la creación de la aplicación. La cobertura se garantiza por cada repetidora ubicada en toda la extensión geográfica del distrito norte, esta une los diferentes sitios, la intensidad de la señal es buena según información de personal del área de sistemas.

Se realizó un análisis desde la computadora donde se correrá la aplicación, los resultados se muestran en la Figura 2. 7.

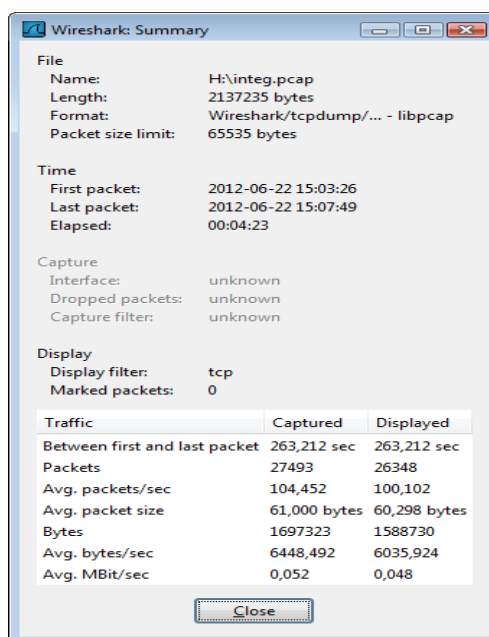


Figura 2. 7 Resumen del análisis programa Wireshark

Mediante el programa wireshark se puede ver estadísticas de paquetes enviados y recibidos, de la misma forma se puede habilitar el monitoreo de protocolos específicos, la cantidad de paquetes es similar a la cantidad de paquetes

recibidos, sacando en conclusión que la información llega a un destino remoto de forma eficiente y fiable, con el mínimo retardo.

2.3. SISTEMA SCADA

El sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) es una de las partes más importantes de los sistemas de automatización lo constituye el subsistema de visualización y monitoreo de los datos, lo que se conoce como Interface Hombre- Máquina (MMI) o Interface Humano – Máquina (HMI), también se denomina Software SCADA.⁴

La Interfaz Humano Maquina de las estaciones y Terminales de EP Petroecuador están realizada con el software InTouch 9.5, cuyo objetivo es el de visualizar y controlar todos los datos que se miden en la planta o en el campo de manera amigable y que permita el control de la misma de manera simple y efectiva.

Este software trabaja en una arquitectura tradicional, utiliza un modelo Maestro – Esclavo y en una arquitectura Punto – Multipunto donde el PLC con ayuda del software SCADA es el Maestro que realiza la consulta sobre varios dispositivos de campo como RTU's. (*remote terminal unit*) y PLC's. (*programmable logic controller*), de igual manera se trabaja con los instrumentos de medición y actuadores.

La Sección norte de EP Petroecuador cuenta con varios sistemas de supervisión y control los cuales son almacenados en múltiples servidores de datos, la administración de esta información se realiza a través de modelos de accesos por detecciones de colisiones como las utilizadas en la Ethernet, la base de datos ayuda a las interfaces SCADA a visualizar datos, establecer alarmas, visualizar tendencias de las diferentes variables, generar datos históricos, y otras funciones

⁴ Electrónica General y Aplicada – UNCuyo : Unidad 9. Sistemas SCADA

que ayudan a un mejor monitoreo de la Terminal, En la Figura 2. 8 se puede observarse el sistema SCADA que se maneja en la planta.

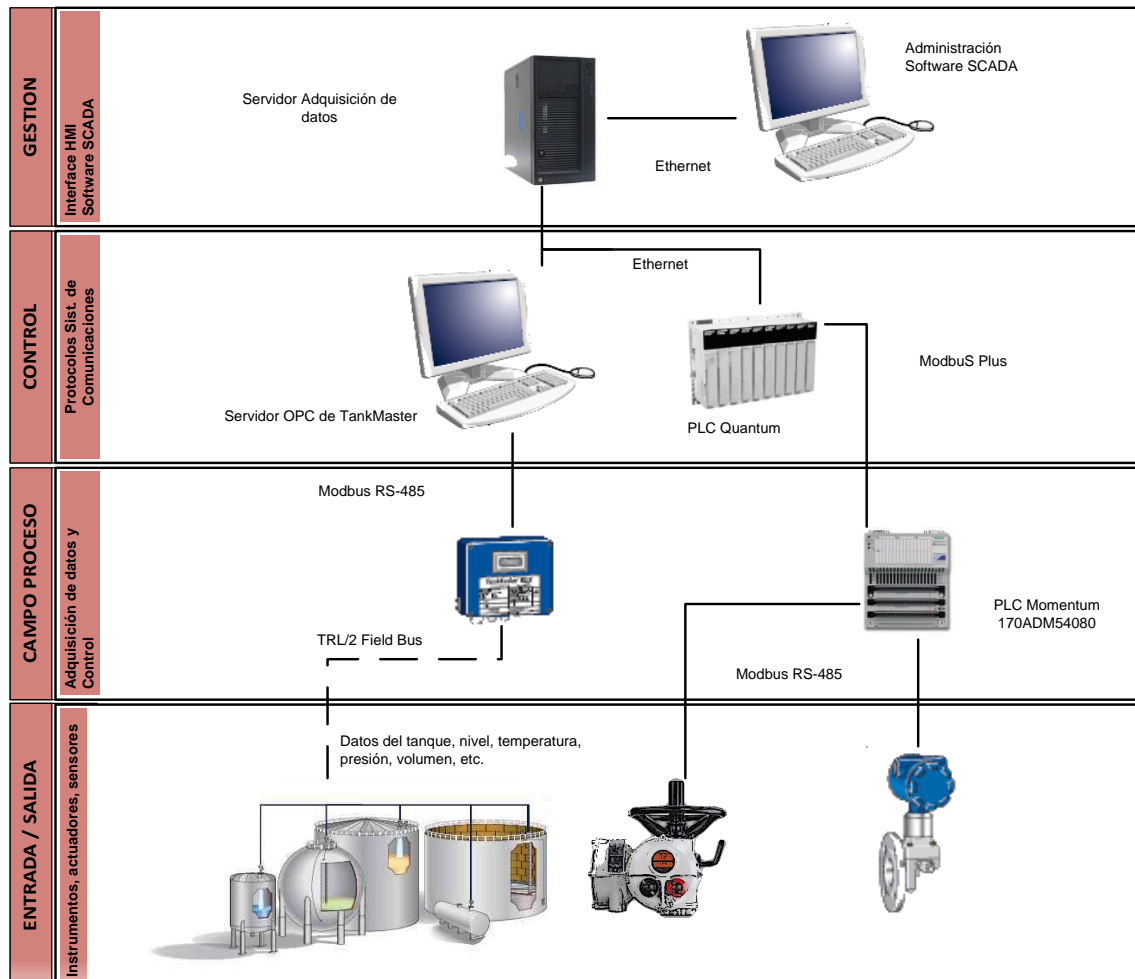


Figura 2. 8 Niveles jerárquicos de la red industrial Terminal Beaterio

Mediante la ayuda de software se puede realizar la comunicación con los diferentes dispositivos de adquisición de datos y control de los mismos a través de comunicaciones digitales, dicha información es almacenada en una base de datos de tiempo real. Esta base de datos brinda información a los otros componentes para representar gráficamente los datos, para generar alarmas y gráficos. Desde la visualización también se permite enviar órdenes o comandos de manera que el operador pueda interactuar de mejor manera con los procesos.

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SCADA EN EP PETROECUADOR.

El sistema SCADA está compuesto de un conjunto de aplicaciones de software que permite acceder a diferentes procesos de manera amigable su característica gráfica ayuda a representar procesos a controlar y supervisar.

El sistema scada de EP Petroecuador (Terminal Beaterio) nos permite:

- ✓ Adquisición y almacenamiento de datos de tanques y procesos de despacho y comercialización.
- ✓ Representación gráfica de variables animadas de los diferentes procesos.
- ✓ Ejecución de acciones de control.
- ✓ Arquitectura abierta y flexible con la capacidad de ampliación y adaptación.
- ✓ Conectividad con otras aplicaciones de otros procesos.
- ✓ Transmisión de información con dispositivos de campo.
- ✓ Bases de datos, gestión de datos en tiempos bajos de acceso.
- ✓ Explotación de los datos adquiridos para la gestión de calidad.
- ✓ Alertar al usuario de cambios detectados en fallas de procesos.

La aplicación creada para este proyecto se la realizara con un SCADA WONDERWARE INTOUCH debido a su facilidad de configuración y su flexibilidad a la hora de poder modificar la interface gráfica, además se utilizara algunos componentes del Factory Suite de Wonderware, como el InSQL para el manejo de la base de datos.

2.3.2. TOPOLOGÍA TERMINAL BEATERIO

La red en el Terminal Beaterio esta implementada una topología mixta bus/estrella. La topología en estrella, se caracteriza por su alta fiabilidad y tolerancia a fallos, esta topología se encuentra en el nivel de gestión, se utiliza el

protocolo Ethernet y un nodo central marca Cisco encargado de realizar los enlaces entre nodos, esta se encuentra ubicada en el cuarto de control donde se realiza el registro y monitoreo de las operaciones del despacho de las diferentes islas de carga.

Mientras que la topología bus se la puede encontrar en los niveles de campo y control, donde los PLCs y variadores se conectan a través de Modbus Plus; los actuadores con PLCs Momentum a través de Modbus serial RS-485. En esta configuración todos los nodos se conectan a un solo bus de manera que todos los equipos pueden acceder a todas las señales. De esta topología se derivan los buses de campo, que son los distintos protocolos y estándares de comunicación que determinan el modo de acceso al medio, así como la manera en que intercambian datos.

Un bus de campo se puede considerar como un sistema que interconecta diferentes dispositivos de entrada/salida en el nivel de campo. La transmisión de datos se realiza en forma serial lo cual es una gran ventaja ya que reduce el cableado notablemente, además permite comunicación a tiempo real y alcance a largas distancias. El control de acceso al medio determina la técnica que utiliza los dispositivos para recoger y depositar datos en la red física, de este depende la velocidad de transmisión, el tamaño de paquete de datos, y la transferencia o no a tiempo real. La técnica de control de acceso que se aplica en el Terminal es:

- Paso de testigo (MODBUS PLUS): Los dispositivos pueden acceder al medio cuando tienen el testigo únicamente.
- Maestro / Esclavo (MODBUS): Un dispositivo maestro realiza una petición de información y los esclavos la envían. El número máximo de estaciones previsto es de 63 esclavos mas una estación maestra.

2.3.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. La red industrial en el Terminal está basada en tecnologías de arquitectura abierta, entre las cuales podemos distinguir:

- ❖ Señales discretas para el controlador Accuload III.
- ❖ Modbus para comunicación entre Actuadores y PLC's Momentum (Patio de bombas y tanques).
- ❖ Modbus Plus para comunicación entre PLC's (Quantum-Momentum, Quantum-TIO), y PLC con Variadores de Velocidad.
- ❖ Ethernet para la comunicación entre PC's y PLC con Magelis.

2.3.4. MODBUS

Modbus es el protocolo utilizado en las comunicaciones del Terminal Beaterio, este protocolo es desarrollado por Modicon, establece comunicaciones Maestro-Eslavo y Cliente-Servidor entre dispositivos. Transmite señales digitales, analógicas y registros de los diferentes dispositivos de campo.

El protocolo Modbus define una estructura de mensaje que los controladores podrán reconocer sin importar el tipo de red que se empleará para comunicarse, durante las comunicaciones llevadas a cabo en una red Modbus, el protocolo determina si un mensaje está dirigido a él, determinando la acción a llevar a cabo y la extracción los datos del mensaje.

La comunicación es del tipo Maestro-Eslavo. El nodo Maestro de Modbus es el PLC Quantum que se encuentra en el cuarto de control (MCC) controlado por un panel touch y una interfaz MHI de la sala de control, los nodos Esclavos son los actuadores y PLC Modicom.

El PLC's Quantum-Momentum (Maestro) se comunica mediante mensajes de tipo general (broadcast) a todos los nodos esclavos, el protocolo establece el formato del mensaje del Maestro, colocando la dirección, el código de la acción a realizar, datos adicionales y un campo de verificación de errores de transmisión.

La respuesta del esclavo se construye de la misma manera; los campos de confirmación de la acción propuesta, datos adicionales y control de errores. Caso de error de recepción o imposibilidad de llevar a cabo la acción propuesta por parte de éste esclavo, éste, devuelve un mensaje de error específico.

Análisis

La ventaja de Modbus en la empresa es que es un protocolo fácil de implementar, cada dispositivo de la red posee una dirección única y cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden, ya que todos los dispositivos reciben la trama de datos pero solo el destinatario ejecuta la orden.

Para mejorar a Modbus se encuentra implementado los protocolos ModbusPlus y Modbus TCP, ambos permiten que la información Modbus sea encapsulada en una estructura de red para soportar comunicaciones punto a punto. Su distancia máxima es de 350 m.

Modbus Plus se comunica vía un simple par de hilos trenzados y usa una secuencia de paso de testigo para secuencias de comunicación por punto. Modbus TCP es un estándar abierto diseñado para facilitar la transferencia de mensajes Modbus usando el protocolo TCP/IP y estándares de redes Ethernet.

La mayoría de los dispositivos Modbus comunicarse a través de una serie RS-485 de la capa física.

La mayoría de conexiones físicas empleadas en la empresa se realiza mediante transmisiones seriales normalizadas (EIA: Asociación De Industrias Electrónicas

De Estados Unidos), la comunicación y las señales eléctricas cumplen los siguientes estándares entre los cuales tenemos RS-422, RS-485 y RS-232. La transmisión de las señales depende mucho de la distancia, ya que se debe considerar la resistencia del cable y características del mismo.

2.3.4.1. RS-422

Se basa en la transmisión de señales de tensión diferenciales (balanceadas) mediante dos hilos, sin punto de referencia o masa. Los unos y ceros se transmiten en forma de diferencia de tensión entre los dos conductores del circuito, presentando una gran inmunidad a los ruidos eléctricos y permitiendo una mayor distancia entre conexiones. Otra característica importante es que tiene un estado de alta impedancia en su diseño eléctrico permitiendo una conexión en paralelo de varios elementos. En la Figura 2. 9 muestras la red Modbus a través de medio físico RS-422.

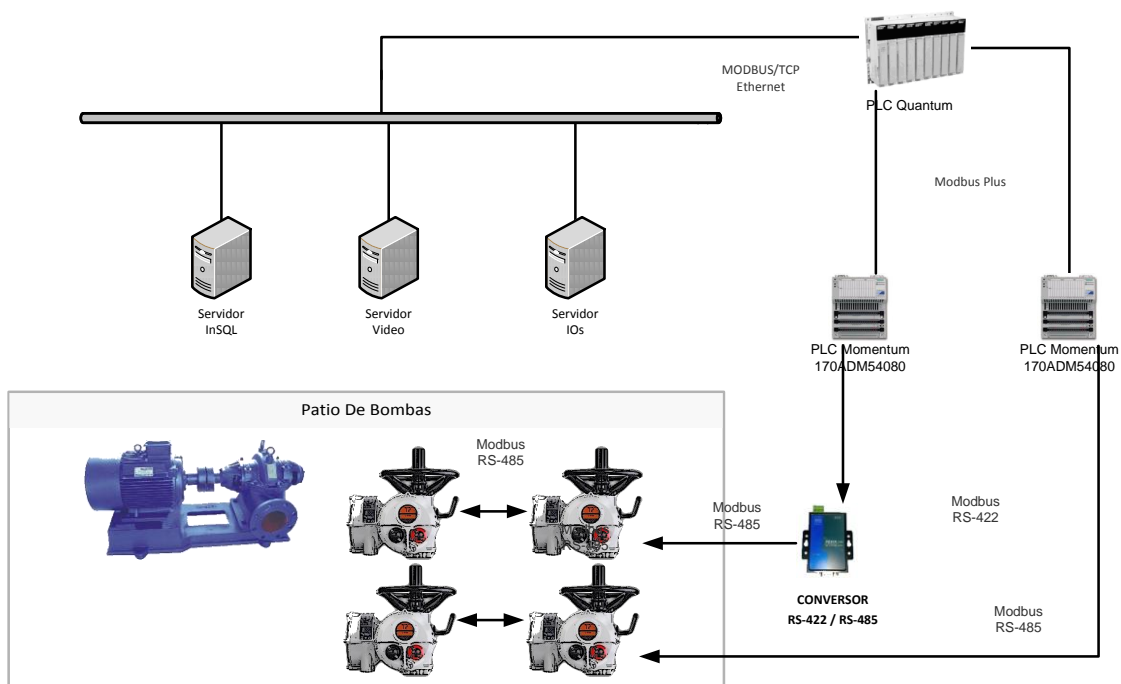


Figura 2. 9 Diagrama Modbus transmitidos a través de RS-422.

Los PLC Momentum utilizados para el manejo de actuadores este tipo de salidas, ya que los actuadores manejan 485 es necesario conversores 422 a 485 lo que se

encuentra implementado actualmente, en el Terminal además existe plc Momentum que maneja salidas 485 lo cual facilita la conexión con los actuadores y evita la utilización de convertidores.

La principal diferencia entre RS-422 y RS-485 es que el RS-485 puede ser puesto en un modo de alta impedancia, lo que permite transmitir sobre el mismo par de cables. Dado que RS-485 funciona a 4 hilos para recepción y transmisión al pasar a 2 hilos existe un cable de control que desactiva después de la transmisión para evitar que exista pérdida de datos.

2.3.4.2. RS-485

Es una evolución del RS422, permite conectar hasta 32 dispositivos en un solo tramo de cable, con una longitud máxima de 50m por tramo. Puede incrementarse a 1000m mediante repetidores de señal. En la Figura 2. 10 muestras la red Modbus a través de medio físico RS-485.

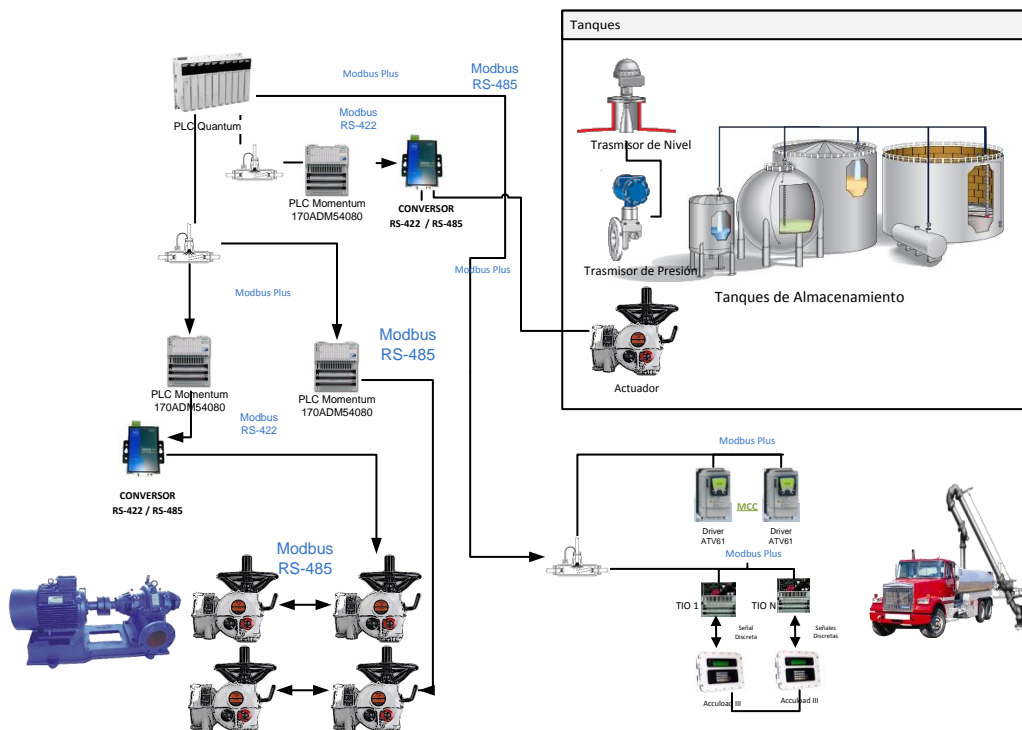


Figura 2. 10 Diagrama Modbus transmitidos a través de RS-485.

Se encuentra montada una red de cuatro hilos con una comunicación dual-simultánea (full-duplex) es una conexión semejante a la conexión punto a punto. Aunque la comunicación entre dos nodos puede ser (full-duplex) solo un nodo (PLC Quantum) de la red tiene la facultad de comunicarse con todos los demás, a este nodo se le denomina maestro (Máster), al resto de nodos se les denomina esclavos (Slave). Los modos esclavos no pueden establecer una

comunicación entre sí, estos se han de comunicar siempre con el máster, la Figura 2. 11 la red de 4 hilos utilizada.

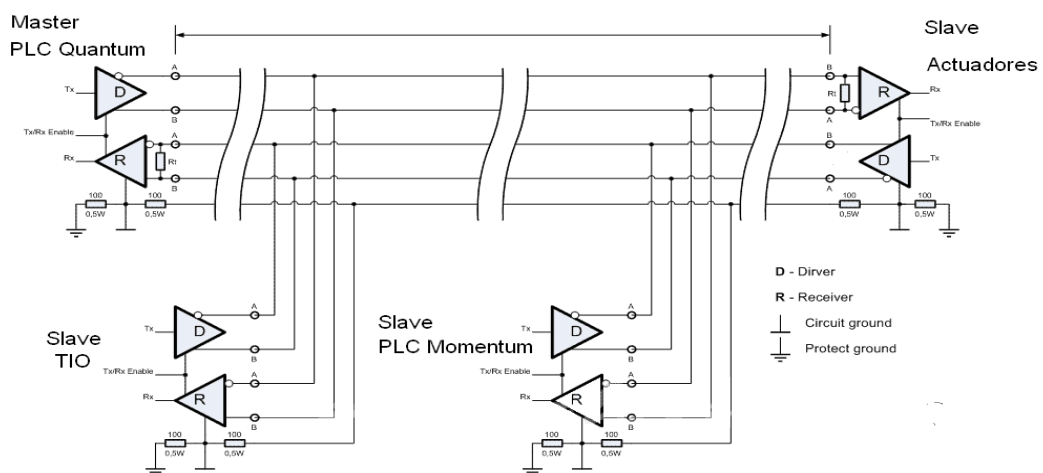


Figura 2. 11 Red de 4 hilos Maestro Esclavo

El estándar RS-485 es utilizado para la comunicación entre PLC - actuadores y entre actuadores, este estándar es muy utilizado en los de comunicación industrial.

2.3.4.3. RS-232

Esta norma especifica la interconexión serie entre dispositivos transmisores de datos (DCE, Data Communication Equipment) y un receptor de datos (DTE, Data Terminal Equipment), en esta tecnología, los niveles binarios de la señal se muestran mediante niveles de tensión positiva y negativa respecto del punto de potencial común. En la Figura 2. 12 muestras la red Modbus a través de medio físico RS-232.

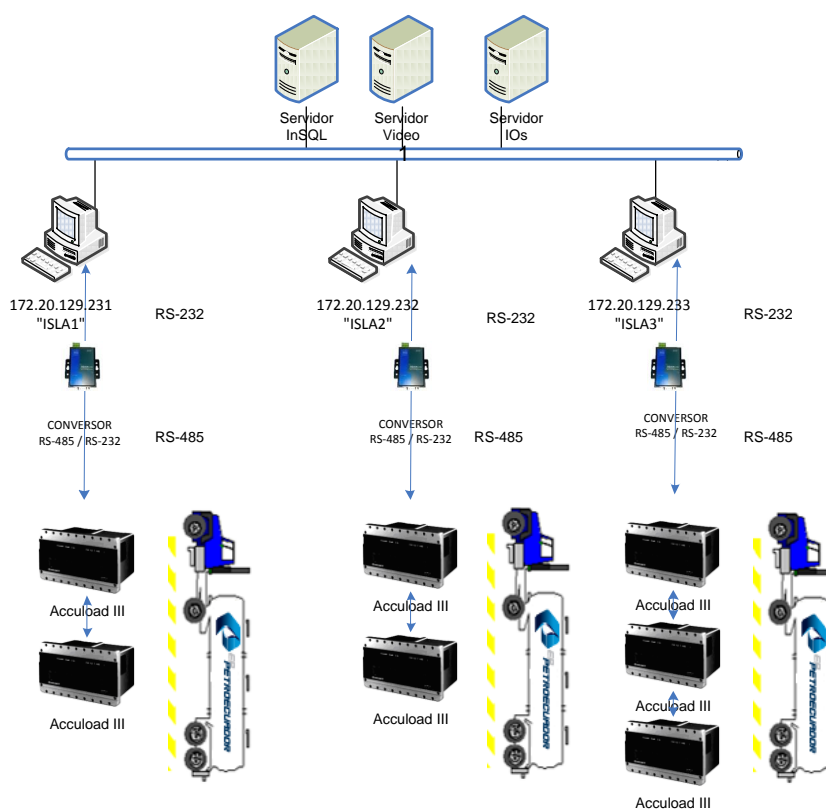


Figura 2. 12 Diagrama Modbus transmitidos a través de RS-232

La conexión se caracteriza por ser punto a punto debido a su estructura (no dispone de un estado de alta impedancia que lo haga adecuado para la conexión en paralelo), este medio es utilizado para la toma de datos de las diferentes islas de carga en el "Terminal", para ello es necesario convertidores RS 485 a RS 432 para que puedan ser leídos por cada PC destinada a la toma de datos de las isla,

cabe mencionar que una de sus limitaciones es la velocidad y la distancia de transmisión por lo que los conversores se encuentran próximos a las computadoras para cada aplicación, la Figura 2. 13 muestra el esquema de conexión.

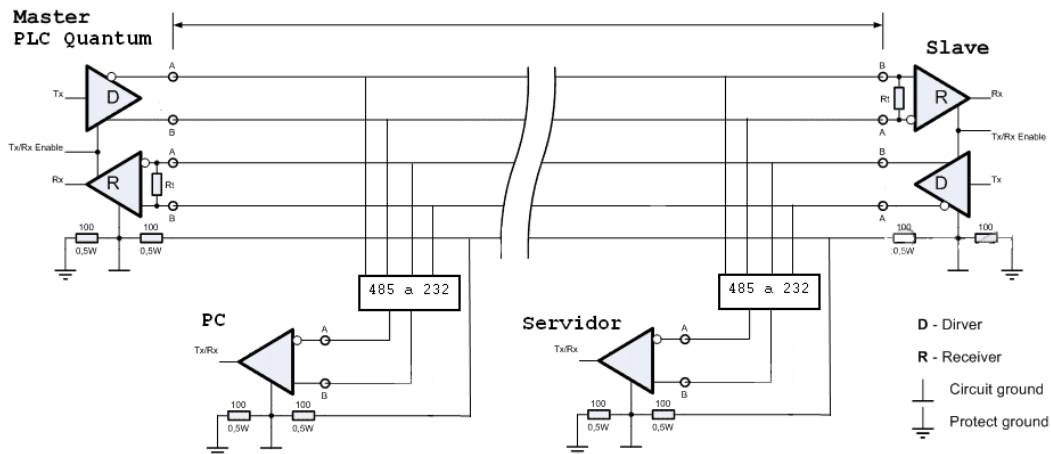


Figura 2. 13 Esquema de conexión Modbus RS-485 a RS-232

2.3.5. Modbus Plus

Es un sistema de red de área local diseñado para aplicaciones de mando y supervisión industriales. Mantiene el protocolo de comunicación par-a-par en los diferentes niveles de la red.

La red permite módulos de comunicación I/O distribuidos (DIO), en los que los controladores se comunican directamente con los subsistemas I/O.

El bus de la red usa un solo cable o un cable dual. El cable dual aumenta la protección contra las fallas del cable o ruido que puede aparecer en cualquier corrida del cable, permitiendo que ante la presencia de un problema la comunicación continúe por el camino libre de errores.

Hasta 32 dispositivos pueden conectarse directamente en el bus de red, que pueden extenderse hasta una longitud de 450 metros. Es posible emplear

repetidores para extender la distancia del cable a su máximo de 1800 metros, y el número de nodos a su máximo de 64, a una tasa de transferencia de datos de 1 Mbps con tecnología de transmisión RS-485.

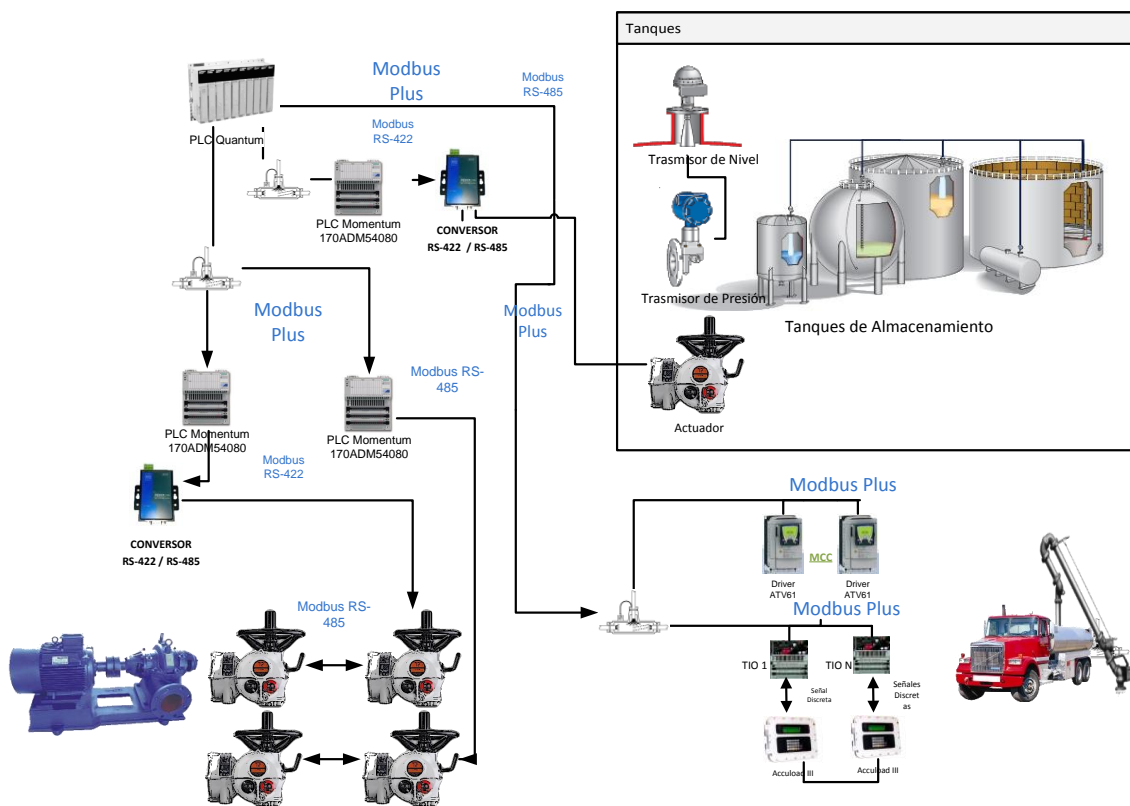


Figura 2. 14 Diagrama Modbus Plus Terminal Beaterio.

El protocolo Modbus Plus es utilizado por la facilidad de conectar varios dispositivos, cubre una longitud mayor que el protocolo Modbus, en el "Terminal" es utilizado para conexión entre el PLC Quantum (maestro) y los PLC Momentum, además para el control de variadores para el manejo de las bombas, en la Figura 2. 14 muestra la red Modbus Plus usadas en los Terminales.

2.3.6. Modbus TCP / IP

Modbus es un protocolo de capa de aplicación de mensajería, situada en el nivel 7 del modelo OSI. Proporciona comunicación cliente / servidor entre los dispositivos conectados en diferentes tipos de buses o redes. Modbus-TCP significa que el protocolo Modbus se utiliza en la parte superior de la Ethernet-TCP/IP. Modbus-TCP es una red Industrial Ethernet abierto.

Modbus no se han modificado, y simplemente se han adaptado a TCP / IP agregando capas para ser transmitido por Ethernet para la transmisión del datos, como muestra la Figura 2. 15.

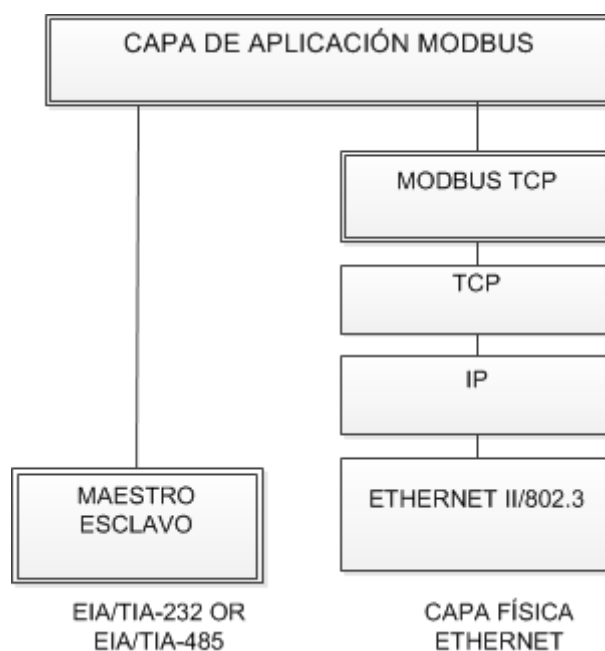


Figura 2. 15 Modbus TCP/IP

Modbus es un protocolo de petición / respuesta. Modbus proporciona un conjunto de funciones para leer y escribir datos en los dispositivos de campo. Modbus soporta transferencias de bits o una palabra de datos.

El rendimiento de una red Modbus-TCP es altamente dependiente del tipo y diseño de la red Ethernet que se utiliza y en el rendimiento de los procesadores en las interfaces de comunicación.

Modbus-TCP es un enfoque pragmático para utilizar Ethernet como medio de transmisión de datos para aplicaciones de automatización. La infraestructura de red (topología en estrella con los interruptores inteligentes) puede ser justificado por las ventajas de Ethernet como el gran número de estaciones en una red y por los beneficios adicionales considerables debido a la transferencia de las funciones de TI integrada de Internet, correo electrónico y archivo), que puede utilizar el mismo medio.

La principal característica de Ethernet es su universalidad ya que encontramos elementos de interconexión en prácticamente cualquier parte, a bajo precio, y cualquier ordenador tiene un punto de conexión a red local Ethernet.

Es muy utilizado en la empresa ya que utiliza topología en estrella que facilita la detección de fallos en el cableado y por la capacidad de adaptación de la red.

Actualmente en la empresa se piensa emigrar todo a este protocolo con el objetivo de establecer un sistema para comunicar todos los niveles de la empresa sin necesidad de interfaces.

Para el entorno industrial Ethernet tiene la necesidad de ser más robustos por lo que los medios físicos tienen sus respectivas protecciones, pues las condiciones difieren bastante del entorno de oficina.

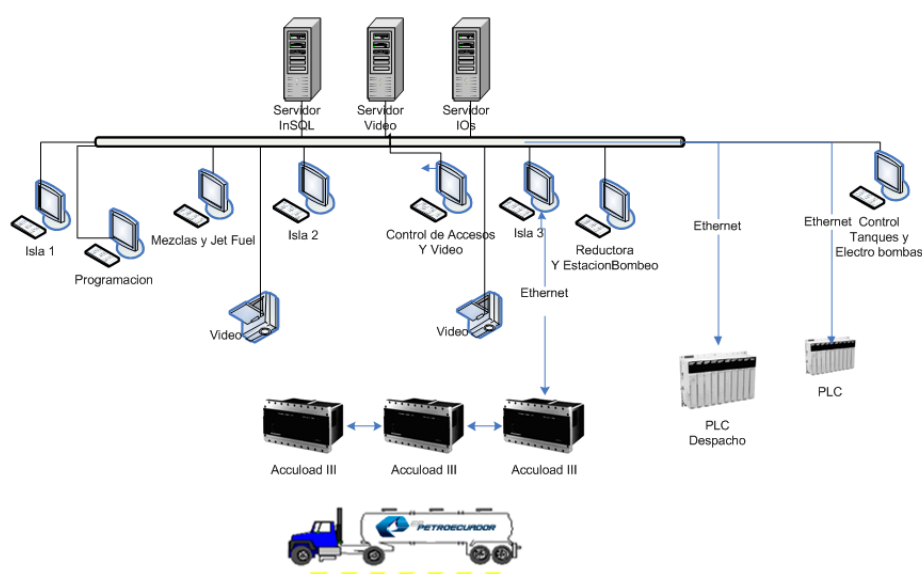


Figura 2. 16 Diagrama Ethernet Terminal Beaterio.

PLC Quantum tiene un modulo para comunicarse con los dispositivos a través de una red Ethernet mediante Modbus TCP, además existen nuevos Accuload III, utilizados para medir flujo para el despacho de combustible de la isla 3, que también cuentan con comunicación Ethernet, además este protocolo es utilizado para la red interna donde se monitorea los diferentes procesos y para el almacenamiento de datos en los servidores, ayudará para una toma y manejo de datos para la aplicación en la Figura 2. 16 muestras la red Ethernet del Terminal.

En la siguiente Tabla 2. 1 describe de forma resumida el protocolo Ethernet con las diferentes capas con su diferente función.

Tabla 2. 1 Descripción capa OSI con Ethernet

Nombre	Función	Hardware	Protocolos
APLICACIÓN	Funciones de usuario y servicios de comunicación	Gateway	Servicios de correo, autenticación de usuario, telnet. FTP información que el Usuario quiere Enviar.
PRESENTACIÓN	Conversión de los datos a un formato determinado		
SESIÓN	Permite la comunicación entre aplicaciones a través de la red	Gateway (pasarela)	NetBIOS
TRANSPORTE	Garantizar un enlace fiable entre Terminales		TCP UDP ARP
RED	Direccionamiento a través de sistemas (routing) y control de flujo.	Routers y Switches de capa 3	IP, ARP, RARP, ICMP, RIP, OSFP, IGMP
DATOS	Método de acceso Control de la transmisión de bits y detección y corrección de los errores	Switches. Bridges, tarjetas de red	Direccionamiento MAC
FÍSICO	Características mecánicas y	HUPS. RJ-45.	

	eléctricas de cables, conectores. transmisores y receptores	Categorías de Cable.	
--	---	----------------------	--

Ya que sería demasiado grande cargar todas las capas del modelo OSI para enviar datos de control el modelo Ethernet industrial funciona con un modelo de 3 capas denominado EPA, es un subconjunto del modelo de 7 capas del modelo OSI. Utiliza 2 capas de hardware y la capa de software de aplicación.

Las capas utilizadas son:

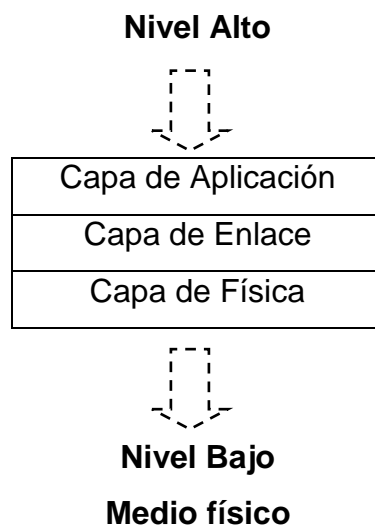


Figura 2. 17 Modelo EPA (Enhanced Performance Architecture) Arquitectura de Funcionamiento Mejorado.

Cada capa del modelo EPA toma la información pasada desde capas más altas y agrega la información conectada con los servicios realizados por esa capa. La información adicional es añadida como cabecera del mensaje. Así durante el ensamblaje del mensaje, el mensaje crece de tamaño con cada capa que atraviesa. También es desensamblado en este proceso en unidades de datos más pequeñas.

Tabla 2. 2 Características comunicación MODBUS⁵

MODBUS		
Denominación	Modbus RTU/ASCII, Modbus Plus, Modbus TCP/IP	
Soporte	Modbus-IDA	
Topología	Bus, estrella, árbol	
Medio	Par trenzado, RS-232, RS-485	
Elementos	Modbus Plus	32 nodos por segmento y 64 segmentos
	Modbus RTU/ASCII	250 nodos por segmento.
	Modbus TCP/IP	250 nodos por segmento.
Distancia	Modbus Plus	500 m por segmento.
	Modbus RTU/ASCII	350 m.
	Modbus TCP/IP	100 m entre switches.
Comunicación	Maestro/Esclavo o Cliente/Servidor	
Velocidad	Modbus Plus	1 Mb/s.
	Modbus RTU/ASCII	300 b/s-38.4 kb/s
	Modbus TCP/IP	100 Mb/s
Dato /paquete	Modbus Plus	Variable
	Modbus RTU/ASCII	0-254 bytes.
	Modbus TCP/IP	1.500 bytes.

2.3.7. Configuración y análisis de la red de Tanques de almacenamiento

El radar instalado en los tanques es el RTG 3930 de la marca Saab, en el cual se concentran todas las señales asociadas al tanque que son: nivel, temperatura, nivel de agua y presión. Este tipo de radar posee una caja de conexión integrada que se encuentra en la cabeza transmisora, la cual se divide en dos: el conector X12 y el conector X11, los que se muestran en la Figura 2. 18.

⁵ Sistema SCADA 2ª edición (Aquilino Rodríguez Penin) pag 309

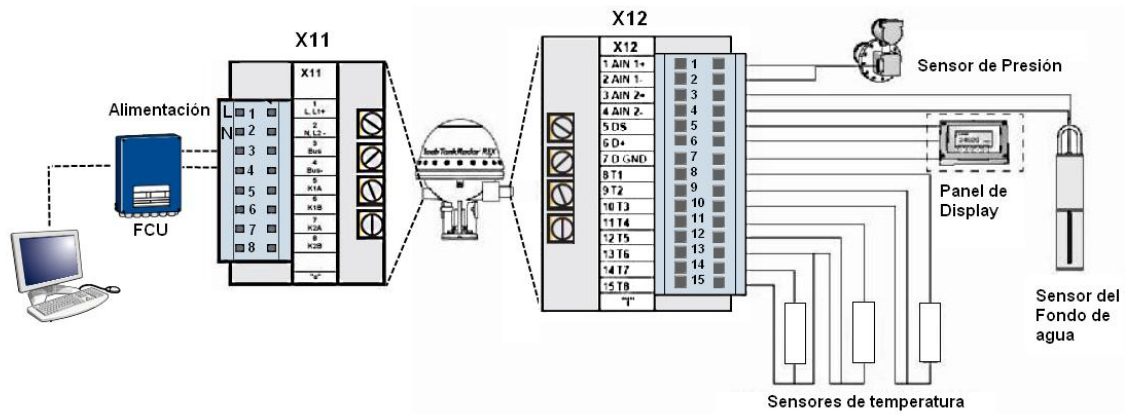


Figura 2. 18 Cajas de conexiones eléctricas del radar RTG 3930

En el conector X11 se realizan las conexiones de alimentación eléctrica, Field bus (bus de comunicación de campo Modbus TRL/2) y relés de salidas se muestra en la Tabla 2. 3:

Tabla 2. 3 Conexiones del conector X11

CONECTOR	DETALLES	
1.	Alimentación	Línea
2.		Neutro
3.	Comunicación	FieldBus
4.		FieldBus
5.	Relé de salida	Relé 1A
6.		Relé 1B
7.		Relé 2A
8.		Relé 2B

En el conector X12 se realizan las conexiones para el cesamiento de dato, además tiene el respectivo conexionado para los demás sensores los que son mostrados en un display de campo. La caja de conexiones X12 muestra en la Tabla 2 4.

Tabla 2 4 Conexiones de la caja X12

CONECTOR	DETALLE
1.	Entrada analógica 1 + /HART
2.	Entrada analógica 1 - /HART
3.	Entrada analógica 2 +
4.	Entrada analógica 2 –
5.	Señal de DAU Esclava /Señal de Panel de display
6.	Energía de la DAU Esclava /Energía de Panel de display
7.	Tierra de la DAU Esclava /Tierra de Panel de display
8 a15.	T1a T8

La alimentación del radar es de 220 [VAC] y un transformador rectificador interno automáticamente se adapta al voltaje conectado, se utiliza un breaker trifásico general con protección termo magnética, tomando dos líneas que van a un breaker bifásico y de ahí a un transformador de 480 a 220 [VAC], un breaker para cada radar y permitir que las dos líneas sean enviadas a la placa X11.

La FCU actúa como un portal y un concentrador de información entre el Field Bus y el Group Bus, donde el Field Bus es la conexión de los RTG en topología de bus que va a la FCU, y el Group Bus es la conexión de FCU en topología de bus para luego ir al computador. Para la visualización y configuración de los valores adquiridos de los tanques se requiere una licencia del software TankMaster, que incluye una llave física que se conecta al puerto paralelo del computador, esta licencia consta de para el monitoreo de 20 Tanques e inventario de alarmas.

2.3.8. Configuración y análisis de la red de Islas de Carga.

Los AccuLoad para los despachos de combustible tienen la configuración de conexión física que se muestra en la Figura 2. 19, mediante programación se

puede configurar el COM para conectar los cables para comunicación, este módulo cuenta con 3 puertos de comunicación, un modulo de entrada y un modulo de salida, y el modulo alimentación a 24 voltios.

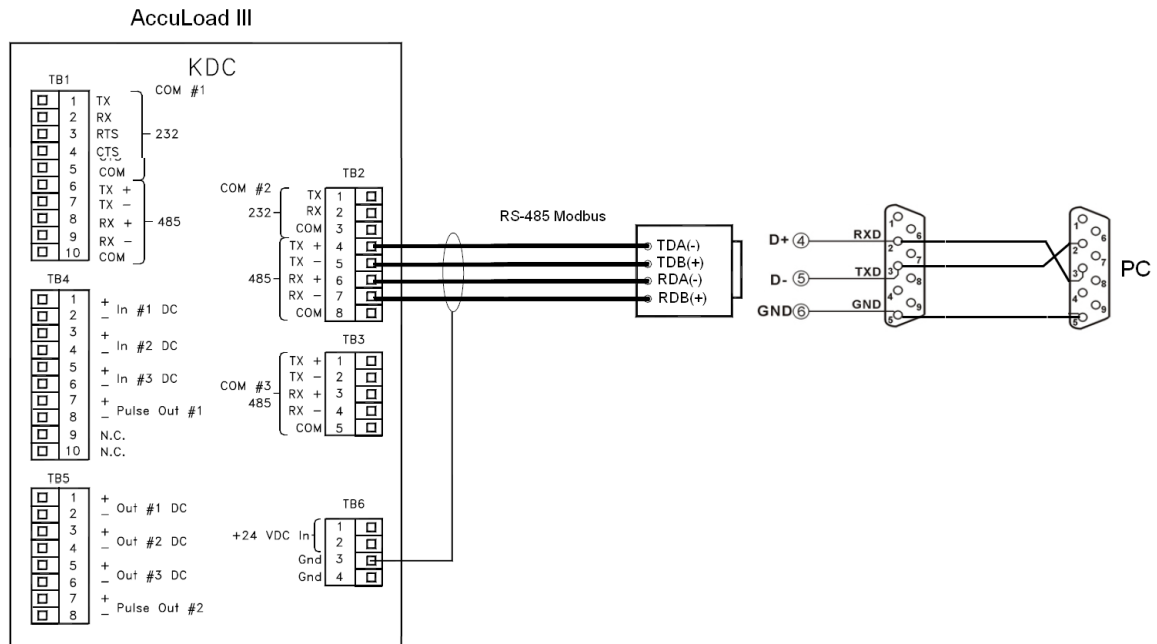


Figura 2. 19 Conexión de AccuLoad para toma de datos de las islas de carga

Configuración del Conversor modelo 485ldrc9, RS-485 a RS-232, en la Figura 2. 20 muestra los pines y terminales de conexión, el conversor pueden transmitir a hasta 32 nodos, para el caso de las islas un máximo de 4 nodos y cada nodo manejando 2 brazos de carga. La configuración que se encuentra realizada en los conversores es la siguiente.

Figure 1- Connections and DIP Switch

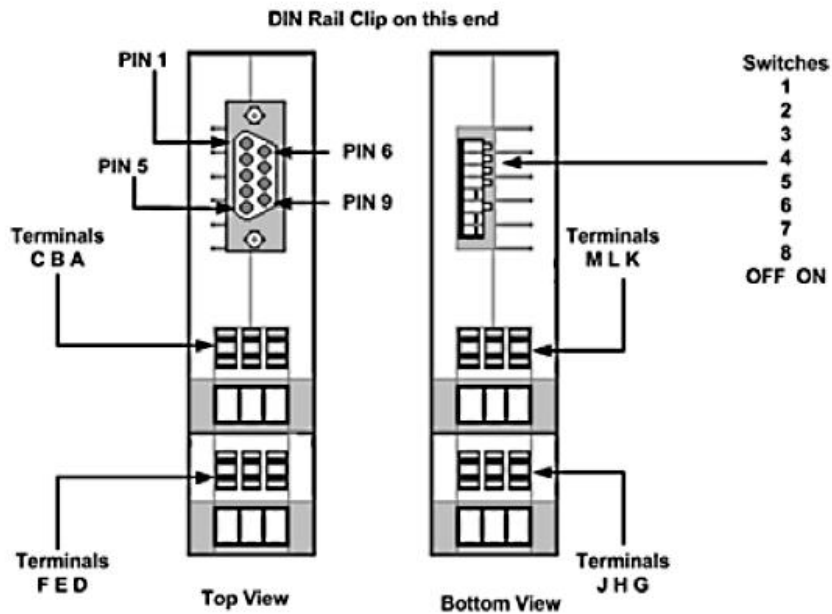


Figura 2. 20 Conversor RS-485 a 232

Tabla 2 5 Descripción de los bloques de terminal del conversor.

BLOQUE TERMINAL	SEÑAL	DIRECCIÓN
A	RS-232 Receive Data (RD)	Output
B	RS-232 Signal Ground (SG)	-----
C	Power Ground (PWR GND)	-----
D	RS-232 Transmit Data (TD)	Input
E	NOT USED	-----
F	10 – 30 VDC Power Input	-----
G	RS-422/485 TD A(-)	Output
H	RS-422/485 TD B(+)	Output
J	NOT USED	-----
K	RS-422/485 RD A(-)	Input
L	RS-422/485 RD B(+)	Input
M	Isolated Ground	-----

El conversor se encuentran configurados de la siguiente manera para la toma de datos de cada isla de carga con las características de la red se configuró los DIP Switch de la siguiente manera. Configuración de DIP Switch

Tabla 2 6 Configuración de DIP Switch Conversor

SW-1	SW-2	SW-3	SW-4	SW-5	SW-6	SW-7	SW-8
ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
RS-485, A 4 Hilos Full Duplex				Incorporado Terminación 120 Ω	Tasa De Baudios = 19,2 K		

Los 4 primeros DIP Switch son para configurar el modo de comunicación en este caso RS-485 Full Duplex, el 5to DIP Switch para configurar resistencia de fin de línea y los últimos para configurar el tiempo de transmisión.

La Tabla 2 7 muestra las características que se encuentra configurado actualmente las islas de carga para la toma de datos, se detalla las características físicas como de configuración de la red.

Tabla 2 7 Características de la red de las islas de carga

Datos Generales	
Tipo De Comunicación	4 Hilos RS-485
Distancia Del Accuload al terminal de Operador	185 m Aprox
Cable	Cable De Par Trenzado Con Apantallamiento
Accuload III	
Rango	Ajustable Por Programación, Configurado Al COM #2
Precisión	$\pm 0,025\%$ Del Rango.
Tiempo De Espera Por Falla	0,5 Seg
Numero De Brazos Configurados	Normalmente 2 Brazos
Señal De Entrada	Pulsos Desde Medidor De Desplazamiento Positivo
Señal De Salida	Señal Discreta
Voltaje De Alimentación	110 Vac 60 Hz
Alimentación De La Tarjeta De Comunicación	24 Vdc
Configuración Del Software	

Tasa De Transmisión	19200 baudios
Paridad	ninguna
Retraso De Entrega	100ms
Tiempo De Espera En Lectura	1s
Modo De Transmisión	RTU (Remote Terminal Unit)
Intervalo De Actualización De Cada Dato	1s
Puerto De Comunicación	Generalmente Com#1
Datos De Conversor	
Incrementa Rango Comunica 1200 M	Conexión Hasta 32 Nodos
Alimentación	24 VDC
Bloque Conectores	RS-232 y RS-422/485
Protocolo De Comunicación	Modbus

2.3.9. Elementos de red

La utilidad de los componentes más usuales dentro de una red Ethernet, en la Figura 2. 21 muestra los elementos que utiliza en la red Ethernet:

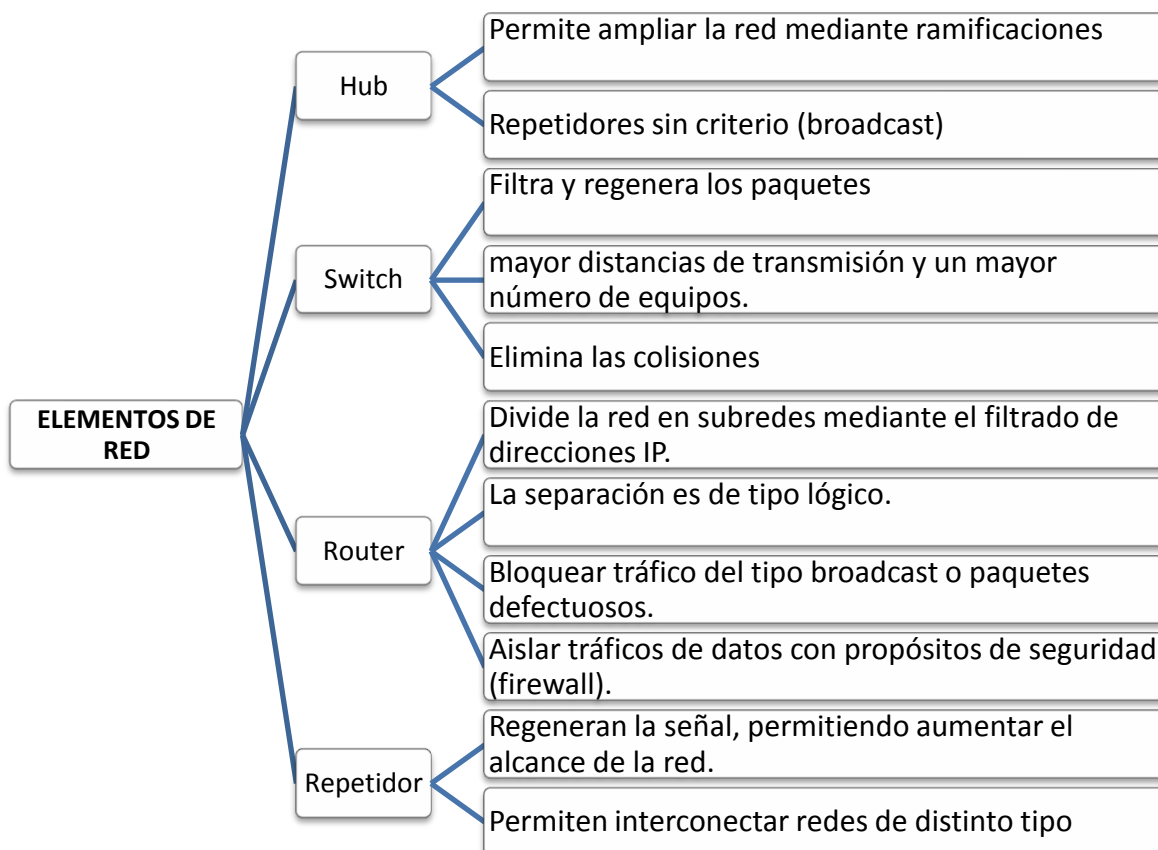


Figura 2. 21 Elementos de red

Los elementos principales utilizados en la red se muestran en el anexo 1.

2.3.9.1. Funciones de las Aéreas de Petroecuador

La red industrial de los Terminales está basada en tecnologías de arquitectura abierta. En resumen los protocolos de comunicación utilizados en el Terminal Beaterio son Modbus y señales discretas para el controlador Accuload III, Modbus Plus para la comunicación entre PLC's y Ethernet para la comunicación en PCs y dispositivos con estas características. En el Terminal se realizan básicamente tres actividades que son: la recepción de productos, el almacenamiento y despacho; y la comercialización.

Área De Almacenamiento

Para el almacenamiento de los productos el Terminal, dispone de un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen, además poseen cubetos o diques diseñados para contener el producto del tanque en caso de un derrame.

Los TANQUES son el conjunto de recintos y recipientes de todo tipo que contengan o puedan contener líquidos inflamables y/o combustibles, incluyendo los recipientes propiamente dichos, sus cubetos de retención, las calles intermedias de circulación y separación, las tuberías de conexión y las zonas e instalaciones de carga, descarga y otras instalaciones necesarias para el almacenamiento, siempre que sean exclusivas del mismo.

Clasificación De Tanques

Existe una gama variada de tipos de tanques, la selección está dada de acuerdo al tipo de producto a almacenar, a la capacidad de almacenamiento, etc. dentro de estas condiciones, podemos citar los siguientes tipos de tanques:



Figura 2. 22 Tipos de tanques para almacenamiento

Los tanques usados en la empresa y los que vamos a tomar en cuenta son los tanques de techo fijo, techo flotante, techo tipo domo y esferas ya que son los que guardan los productos a comercializar.

Tanques Cilíndricos de techo fijo.- Estos tanques son utilizados en los diferentes Terminales para almacenar petróleo crudo o productos que tengan una presión de vapor relativamente baja como Jet Fuel, diesel 1, Diesel 2, Diesel Premium y gasolina base, es decir, aquellos que no tienen tendencia a producir vapores a la temperatura ambiente. Constan de un fondo plano, una pared cilíndrica y un techo fijo. La Figura 2. 23 muestra el esquema de un tanque de techo fijo.



Figura 2. 23 Tanques Cilíndricos de techo fijo

Tanques Cilíndricos con techo flotante (Figura 2. 24).- Son muy similares a los cilíndricos de techo fijo con la diferencia de que la tapa superior flota sobre el producto que se almacena. Este tipo de techo, no deja espacio entre la cubierta y la superficie del petróleo. Debido a que la presión en el interior del tanque es semejante a la atmosférica, se lo puede utilizar para almacenar productos volátiles tales como la gasolina (Gasolina Súper, Gasolina Extra) y el crudo ya que, supone un sencillo y eficaz medio de contrarrestar y evitar pérdidas de producto.



Figura 2. 24 Tanques Cilíndricos con techo flotante

Tanques Cilíndricos con techo tipo domo.- Son empleados en los Terminales con el objetivo de almacenar productos que tengan una presión de vapor relativamente alta, es decir, a temperatura ambiente emiten vapores. Estos

tanques son aptos para el almacenamiento de condensados, Gasolina Extra, Súper. La Figura 2. 25 muestras el esquema de un tanque de techo tipo domo.

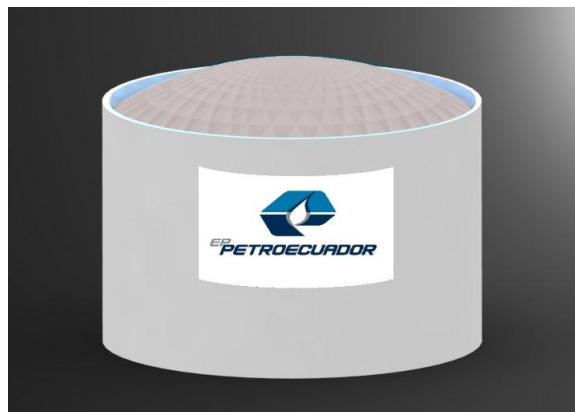


Figura 2. 25 Tanques Cilíndricos con techo tipo domo

Tanques esféricos y esferoidales (Figura 2. 26).- Son utilizados para el almacenamiento de aceites muy volátiles que desarrollan alta presión de vapor, estos tanques son más capaces de resistir las deformaciones, que los tanques de forma convencional, como resultados de las altas presiones internas, se usan principalmente para el almacenamiento de gasolinas, GLP actualmente el Terminal Oyambaro en el encargado del Gas licuado de Petróleo por lo que manejan este tipo de tanques esféricos.

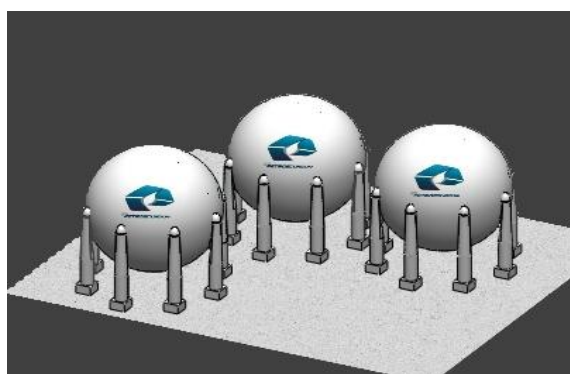


Figura 2. 26 Tanques esféricos y esferoidales

2.3.9.1.1. EI ÁREA DE ALMACENAMIENTO

El ÁREA DE ALMACENAMIENTO del Terminal Beaterio, dispone de un área de tanques debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen, la forma de tomar datos se especifica en el gráfico. La medida de cada tanque se lo realiza con radares el cual dependiendo de varios factores como la temperatura producto y diámetro del tanque calcula la cantidad del producto, los datos son recopilados por un servidor del cual se toman los datos apuntando a la dirección especificada en la Tabla 2. 8 especifica el producto y el tipo de tanque que se ocupa, en el Anexo 2 muestra la distribución de los tanques del Terminal con su identificación.

Tabla 2. 8 Descripción de tanques Terminal Beaterio

Tanques Terminal Beaterio - PC (172.20.129.232)	
Toma de datos por: Ethernet (FSGATEWAY)	
Tipo de Tanque	Producto
Esfera	Gasolina Extra
T. Cúpula	Gasolina Súper
	Gasolina Extra
T. Fijo	Diesel 1
	Destilado 1
	Diesel 2
	Gasolina Extra
	Diesel Premium
	Jet Fuel
	Diesel Premium
T. Flotante	Gasolina Súper
	Gasolina Extra
	Nafta Base

2.3.9.2. ÁREA DE CARGA Y DISTRIBUCIÓN

Comprende de 18 brazos de carga (brazos de carga) y 8 de carga ventral con sus respectivos equipos electrónicos de medición, válvulas y accesorios, los productos que se despacha son Gasolina Súper, Gasolina Extra, Diesel 2, Diesel Premium, Gasolina base y Jet Fuel. Cada isla tiene un Accuload III, que es un medidor de flujo con el cual se despacha el producto el producto a los diferentes tanqueros controlados por un PLC Modicom TSX Quantum. La Figura 2. 27 muestra el diagrama de red del Terminal Beaterio.

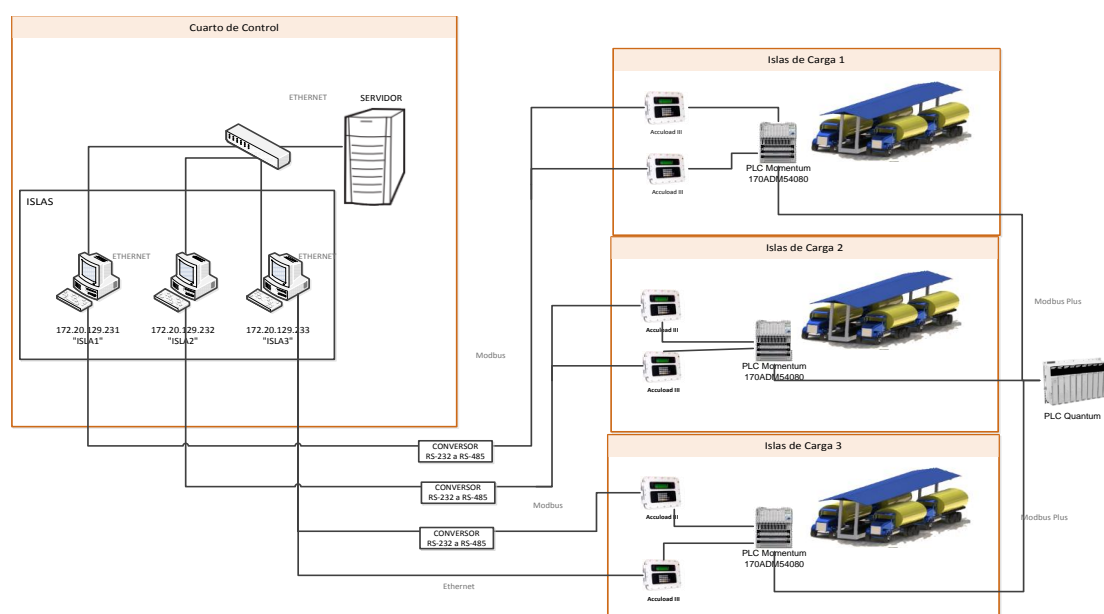


Figura 2. 27 Diagrama de red para carga y distribución de productos Terminal Beaterio

Las características de cada brazo con la dirección de donde se obtienen los diferentes datos de cada isla se especifican en las siguientes tablas.

FORMAS DE DESPACHO

Existen 2 formas de despachar el combustible aplicadas en el terminal una de ellas es carga de combustible por Brazos de Carga que representan la alternativa más segura y económica para la carga de camiones tanque, tambores y contenedores. Reemplazan ventajosamente a los antiguos sistemas de carga por medio de mangueras haciendo la operación mucho más segura y limpia.

La Carga Mixta y Ventral es la otra forma de despachar combustible en el Terminal Beaterio cuyo objetivo es el de reducir vapores al ambiente, evitar incidentes en el despacho y bajar los tiempos de carga de combustible, pues el sistema permite procesos simultáneos de llenado de diferentes derivados.

La carga ventral se efectúa por la parte baja del tanquero y reduce el tiempo de llenado a la mitad; el sistema de recuperación de vapores es automático y recoge 1.65 galones aproximadamente por cada 1.000 galones despachados.

Tabla 2. 9 Descripción de las Islas de carga Terminal Beaterio

ISLA 1 - PC (172.20.129.231)	
Toma de datos por: Serial (DASMBSerial)	
Tipo de Carga	Producto
Brazo de Carga	Gasolina Súper
Brazo de Carga	Jet Fuel
Brazo de Carga	Gasolina Extra
ISLA 2 - PC (172.20.129.232)	
Tipo de Carga	Producto
Brazo de Carga	Diesel Premium
Brazo de Carga	Gasolina Extra
Brazo de Carga	Diesel Premium
ISLA 3 - PC (172.20.129.233)	
Serial (DASMBSerial)	
Tipo de Carga	Producto
Brazo de Carga	Gasolina Súper
Brazo de Carga	Diesel 2
TCP (DASMBTCP)	
Carga Ventral	Gasolina Súper
Carga Ventral	Gasolina Extra
Carga Ventral	Diesel Premium
Carga Ventral	Diesel 2

En la Figura 2. 28 muestra la arquitectura de red del Terminal Beaterio EP Petroecuador, en el se observa varios protocolos de comunicación entre los distintos dispositivos que conforman la red. La red del Terminal está basada en tecnologías de arquitectura abierta, entre los que tenemos, las señales discretas para el Accuload III, que mediante conversores llegar la información vía serial al servidor.

El protocolo Modbus necesario para el comunicar entre Actuadores y PLC's Momentum con el cual se controla el Patio de bombas para el despacho de combustible y el nivel de tanques cuando llega el producto.

El protocolo Modbus Plus que se lo utiliza para comunicación entre PLC (Quantum-Momentum) - PLC (Quantum-TIO), y PLC - Variadores de Velocidad

El protocolo Ethernet se lo utiliza para las comunicación entre PC's – PLC – Magelis (touch panel) y comunicación entre Servidor Videowall, cámaras IP y las diferentes PC's de toma de datos y monitoreo como son islas de carga, niveles de tanques, poliducto entre otros, para la comunicación Ethernet se cuenta con un Switch capa 3 para mejorar la comunicación y limitar puertos, además mediante VLAN se encuentran redes lógicamente independientes dentro de una misma red física, todo esto se encuentra manejado por el departamento de redes del Terminal.

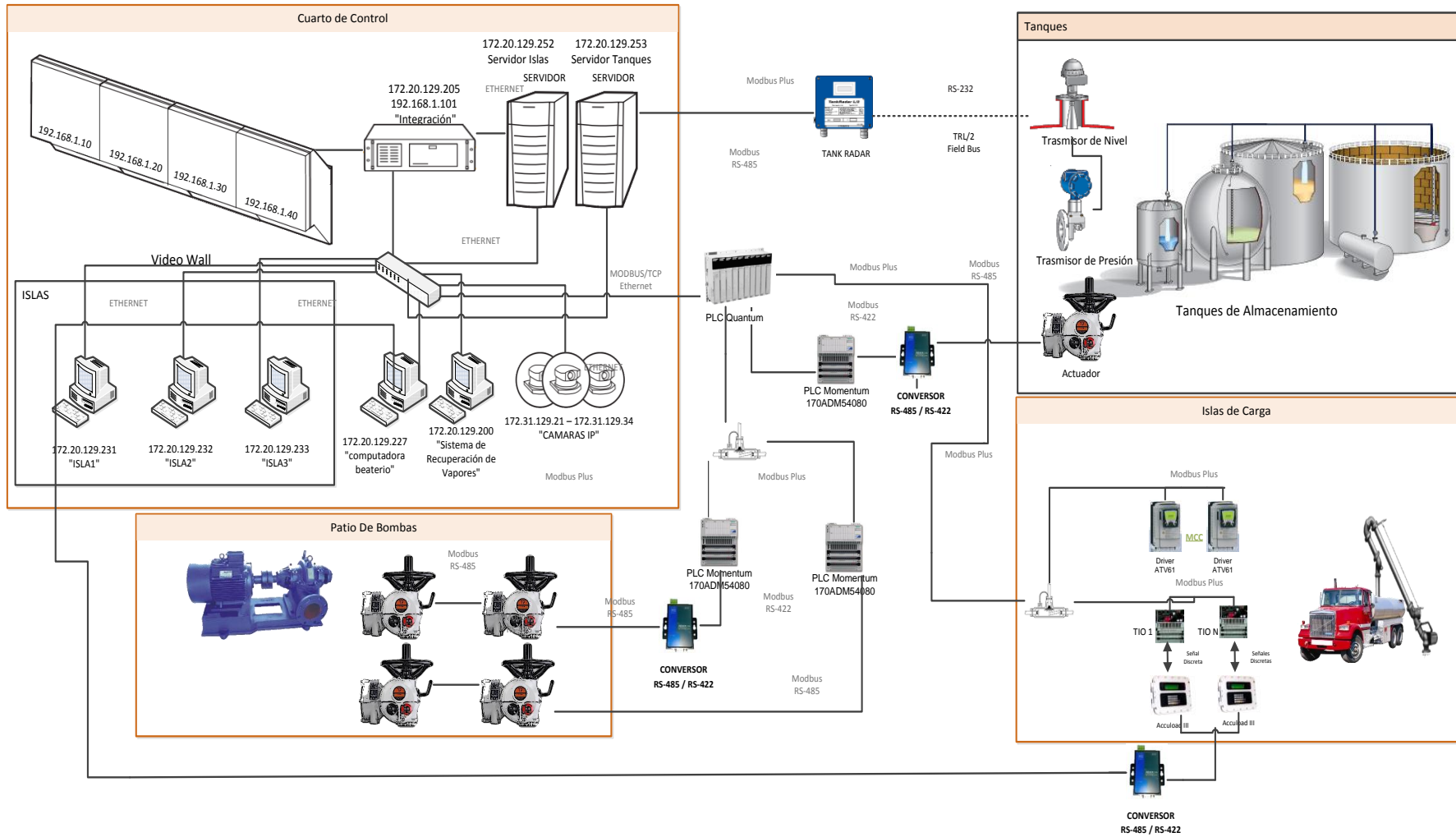


Figura 2. 28 Arquitectura de Res Terminal Beaterio

2.3.9.3. Red de conexión entre el Terminal Beaterio con la Terminal Esmeraldas.

En la Terminal Esmeraldas existe el área de almacenamiento para esto el Terminal cuenta de una área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen, además poseen cubetos o diques diseñados para contener el producto del tanque en caso de un derrame.

La red de conexión está dispuesta de la siguiente forma, en la cual en la Tabla 2. 10 se muestra las direcciones a las cuales se tiene que apuntar para la toma de datos los productos y tipo de tanque que existe y en la Figura 2. 29 el diagrama de conexiones.

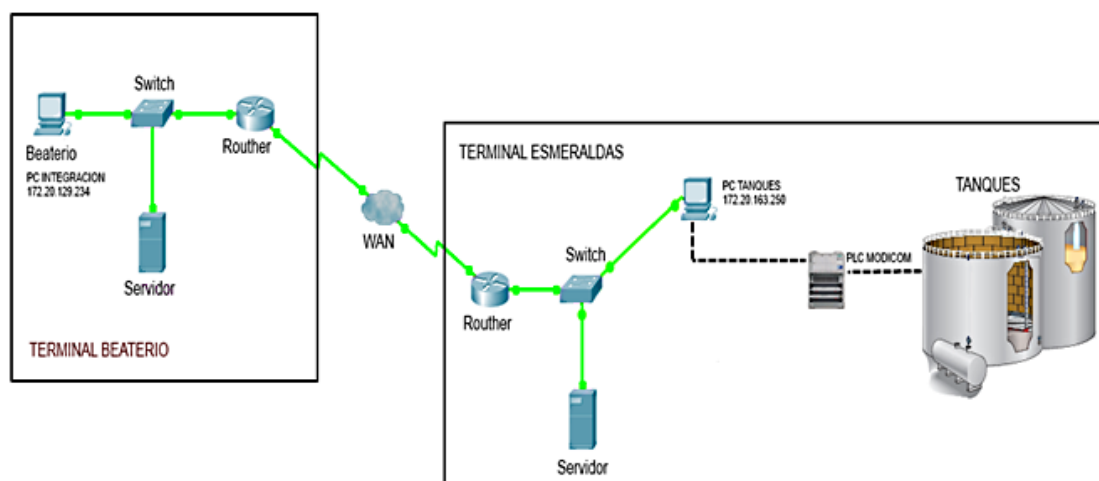


Figura 2. 29 Diagrama de conexión del Terminal Beaterio al Terminal Esmeraldas

Tabla 2. 10 Descripción de Tanques que se encuentran operando en el Terminal Esmeraldas

Tanques Terminal Esmeraldas - PC (172.20.163.250)	
Toma de datos por: Ethernet (FSGATEWAY)	
Tipo de Tanque	Producto
T. Fijo	Jet Fuel
T. Fijo	Diesel Premium
T. Fijo	Diesel 2
T. Flotante	Gasolina Super

2.3.9.4. Red de conexión entre el Terminal Beaterio con la Terminal Santo Domingo

En esta Terminal se realizan la recepción de productos, el almacenamiento y despacho, y la comercialización.

Área De Almacenamiento

Para el área de almacenamiento el Terminal, dispone de un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados en la Figura 2. 30 se muestra un esquema de red y en las tabla 2 11 muestra características de las islas de carga del Terminal Santo Domingo y las direcciones de red donde se toma los datos para la aplicación.

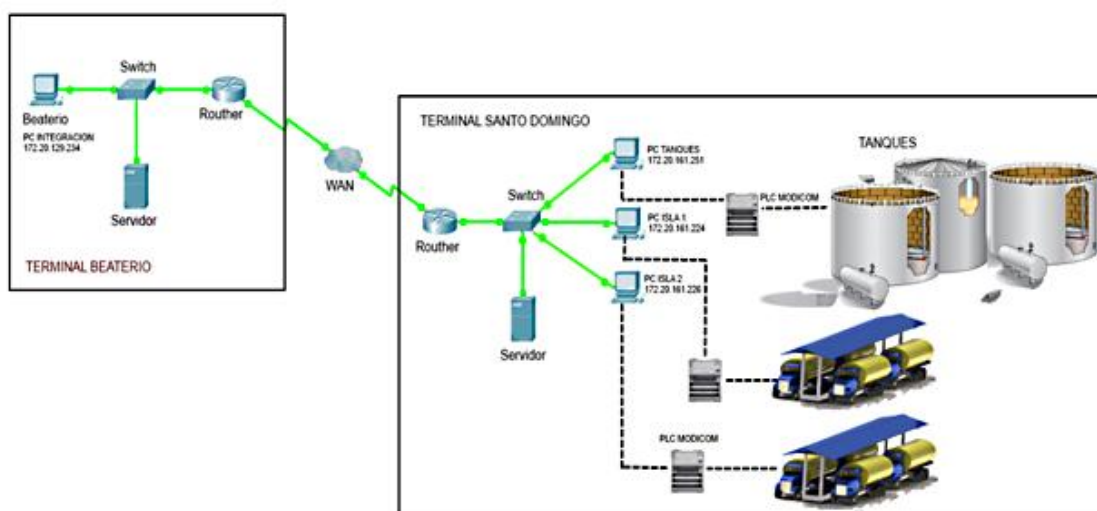


Figura 2. 30 Diagrama de red para conexión del Terminal Beaterio con el Terminal Santo Domingo

Tabla 2. 11 Descripción de tanques Terminal Santo Domingo

Tanques Santo Domingo - PC (172.20.161.251)	
Toma de datos por: Ethernet (FSGATEWAY)	
Tipo de Techo	Producto
T. Fijo	Diesel 2
T. Flotante	Gasolina Súper
T. Flotante	Gasolina Extra

En el anexo 2 muestra con detalle la identificación y numeración de cada tanque.

Área De Carga Y Distribución

Tabla 2. 12 Descripción de las Islas de carga Terminal Santo Domingo

ISLA 1 Santo Domingo - PC (172.20.161.224)	
Tipo de Carga	Producto
Brazo de Carga	Gasolina Súper
Brazo de Carga	Gasolina Extra
Brazo de Carga	Diesel 2
ISLA 2 Santo Domingo - PC (172.20.161.226)	
Tipo de Carga	Producto
Brazo de Carga	Gasolina Extra
Brazo de Carga	Diesel 2

2.3.9.5. RED DE CONEXIÓN ENTRE EL TERMINAL BEATERIO CON LA TERMINAL AMBATO

En el Terminal Ambato realiza tres actividades las cuales son la recepción de productos, el almacenamiento y despacho y la comercialización.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento de los productos el Terminal, dispone de un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen, en la Figura 2. 31 se observa la forma de tomar los datos desde el Terminal Ambato. En el anexo 2 se muestra con detalle la ubicación de cada uno de los tanques del Terminal.

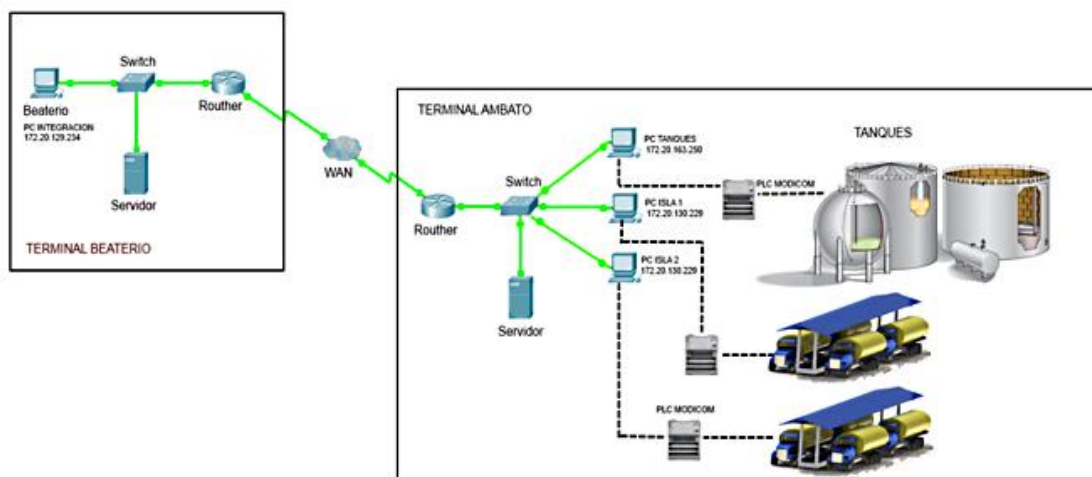


Figura 2. 31 Diagrama de red conexión del Terminal Beaterio con el Terminal Ambato

En la Tabla 2. 13 muestra el tipo de tanque que existe en la Terminal y el producto que contienen

Tabla 2. 13 Descripción de tanques de almacenamiento Terminal Ambato

Tanques Terminal Ambato - PC (172.20.163.250)	
Toma de datos por: Ethernet (FSGATEWAY)	
Tipo de Techo	Producto
T. Fijo	Diesel 2
T. Flotante	Gasolina Extra
	Gasolina Súper

Área De Carga Y Distribución

El Terminal de Ambato, cuenta con dos Islas de Carga de Combustibles. La isla principal consta de cuatro brazos de carga de 4 pulgadas y la Isla Secundaria de cuatro brazos de carga de similares características. Las Islas cuentan con sistemas de medición Smith meters, tipo AccuLoad electrónicos, los contadores son de tipo F – 4, y las capacidades de flujo están entre 400 y 480 galones por minuto. En la Tabla 2. 14 muestra el tipo de carga y el producto que se despacha.

Tabla 2. 14 Descripción de la Isla de carga 1 Terminal Santo Domingo

ISLA 1 Terminal Ambato - PC (172.20.130.229)	
Toma de datos por: Ethernet (DASMBSerial)	
Tipo de Carga	Producto
Brazo de Carga	Gasolina Extra
Brazo de Carga	Diesel 2
ISLA 2 Terminal Ambato - PC (172.20.130.229)	
Tipo de Carga	Producto
Brazo de Carga	Gasolina Súper
Brazo de Carga	Gasolina Extra
Brazo de Carga	Diesel 2

2.3.9.6. Red de conexión entre el Terminal Beaterio con la Terminal Oyambaro

El Terminal Oyambaro tiene como actividades importantes la recepción, el almacenamiento y despacho a granel del gas licuado de petróleo (GLP), para uso doméstico e industrial. La Figura 2. 32 se muestra un esquema de red.

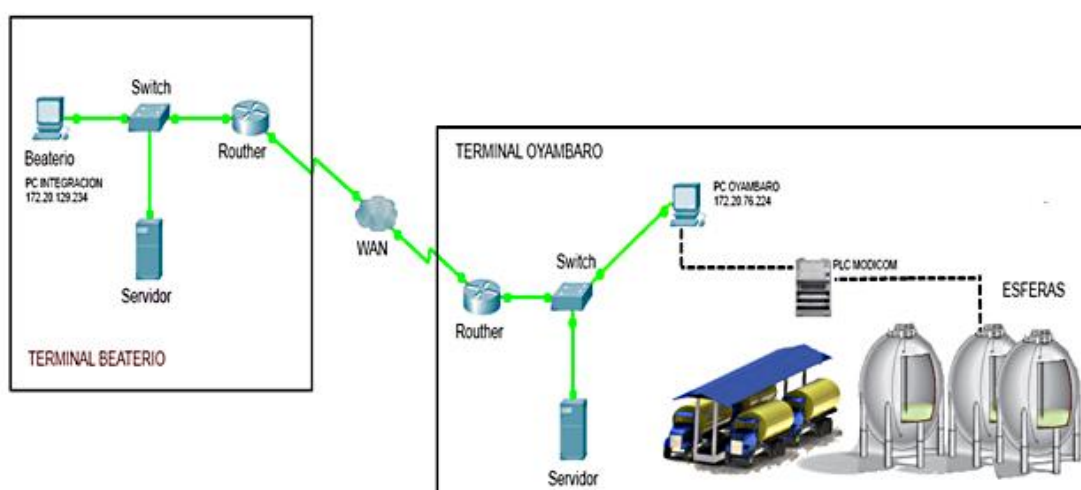


Figura 2. 32 Diagrama de red conexión del Terminal Beaterio con el Terminal Oyambaro

Oyambaro efectúa el despacho a granel, a autotanques de las comercializadoras para uso industrial y doméstico; estos autotanques tienen

capacidades nominales de 5.000, 10.000, 20.000 y 25.000 kg. El GLP entregado cumple con las normas de control de calidad y las balanzas se encuentran calibradas y certificadas por el INEN, por lo que se garantiza el producto al usuario final (comercializadoras).

En la Tabla 2. 15 se detalla la dirección a la que se va a tomar los datos.

Tabla 2. 15 Descripción de esferas para almacenamiento de GLP Terminal Oyambaro

Terminal Oyambaro - PC (172.20.76.224)	
Toma de datos por: Ethernet (MBENET)	
Tipo de Tanque	Producto
Esfera	Gas Licuado De Petróleo

ISLA DE CARGA

La tabla 2.16 describe la dirección de la que se va a tomar los datos, el producto que se despacha en este Terminal.

Tabla 2. 16 Descripción de la Isla de carga, Terminal Oyambaro

ISLA De Carga Terminal Oyambaro - PC (172.20.76.224)		
Área de Carga	Producto	Toma de datos
Despacho	GLP	Ethernet

2.3.9.7. Red de conexión entre el Terminal Beaterio con los diferentes Poliductos

Características Del Poliducto

PETROECUADOR garantiza el abastecimiento de la creciente demanda nacional al transportar los combustibles desde las Refinerías de: Esmeraldas, Shushufindi y La Libertad, hasta los Terminales de todo el país.

A diario se transportan 170.000 barriles aproximadamente de diversos productos a través de la red de poliductos de casi 1.400 km de extensión, que conecta las provincias de la Amazonía, costa y sierra del país.

El sistema de transporte por poliductos tiene varias ventajas en comparación con el que se realiza por autotanques, pues éste es mucho más seguro, el costo por mantenimiento es menor y la contaminación es mínima, además se descongestionan las vías.

Los poliductos que conforman la Red son los siguientes:

1. Esmeraldas - Quito - Pascuales
2. Shushufindi - Quito
3. Quito - Ambato
4. Libertad - Manta - Pascuales
5. Tres Bocas - Pascuales
6. Tres Bocas - Fuel Oil
7. Tres Bocas - Salitral

PRODUCTOS QUE TRANSPORTA LA RED DE POLIDUCTOS DISTRITO NORTE

Tabla 2. 17 Características Poliducto Distrito Norte

POLIDUCTO	EXTENSIÓN (km)	TRANSPORTE (bls/día)	PRODUCTOS
Esmeraldas - Quito	252,9	48.000	Gasolina Súper y Extra Diesel Destilado 1 Diesel Premium Jet Fuel
Shushufindi - Quito	305	10.815	Glp, Nafta Base, Destilado1, Diesel 2, Jet Fuel
Quito - Ambato	111	11.700	Gasolina Extra Diesel Destilado 1

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA RED DE POLIDUCTOS

Tabla 2. 18 Características técnicas del Poliducto Distrital Norte

POLIDUCTO	ESTACIÓN DE BOMBEO	UBICACIÓN	ALTURA (mtrs)	POTENCIA (HP)
Esmeraldas - Quito	Esmeraldas	Esmeraldas	20	3106
	Santo Domingo	Santo Domingo	550	3106
	Faisanes	Vía Aloag-Sto Domingo	1450	3552
	Corazón	Vía Aloag-Sto Domingo	2650	3552
	Reductora Beaterio	Quito	2950	
Quito - Ambato	Bombeo Beaterio	Quito	2950	5495
	Reductora Ambato	Ambato	2760	
Shushufindi - Quito	Shushufindi	Sucumbíos	215	1080
	Quijos	Sucumbíos	887	1080
	Osayacu	Napo	1840	1680
	Chalpi	Papallacta	2860	1680
	Reductora Beaterio	Quito	2950	

Poliducto Esmeraldas Quito

Los datos del poliducto Esmeraldas Quito llegan de diferentes servidores de las estaciones de bombeo, las direcciones están detalladas en la Tabla 2. 19, además, especifica de donde se toma los datos en la Figura 2. 33.

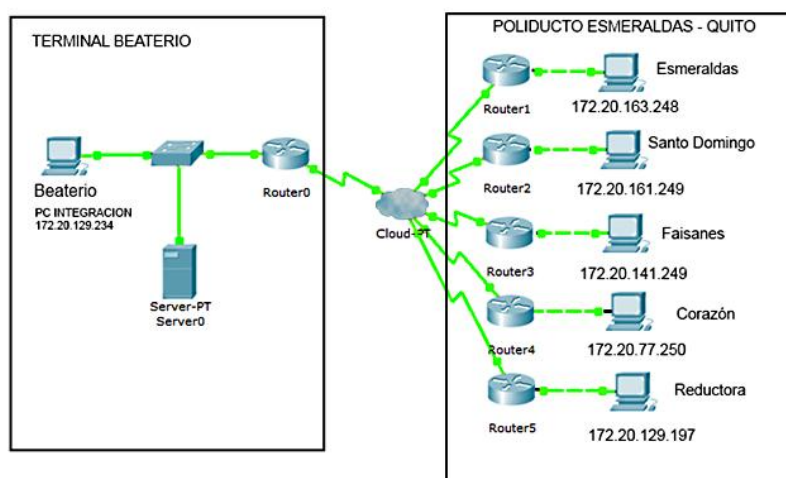


Figura 2. 33 Diagrama de red de la conexión del Terminal Beaterio con el Poliducto Esmeraldas Quito

Tabla 2. 19 Descripción de grupo de bombas y direcciones del poliducto Esmeraldas Quito

Poliducto Esmeraldas Quito			
Estaciones	Grupo de Bombas	Direcciones	Toma de datos
Esmeraldas	4 Grupos	172.20.163.248	PLC Quantum
Santo Domingo	3 Grupos	172.20.161.249	PLC Quantum
			PLC Compact
Faisanes	3 Grupos	172.20.141.249	PLC Quantum
Corazón	3 Grupos	172.20.77.250	PLC Principal
Reductora	-----	172.20.129.197	PLC Quantum

Poliducto Shushufindi Quito

Los datos del poliducto Shushufindi Quito de igual manera llegan de diferentes servidores de las estaciones de bombeo (Figura 2. 34), el poliducto tiene 4 estaciones de bombeo, las direcciones están detalladas en la Tabla 2. 20, además, especifica de donde se toma los datos.

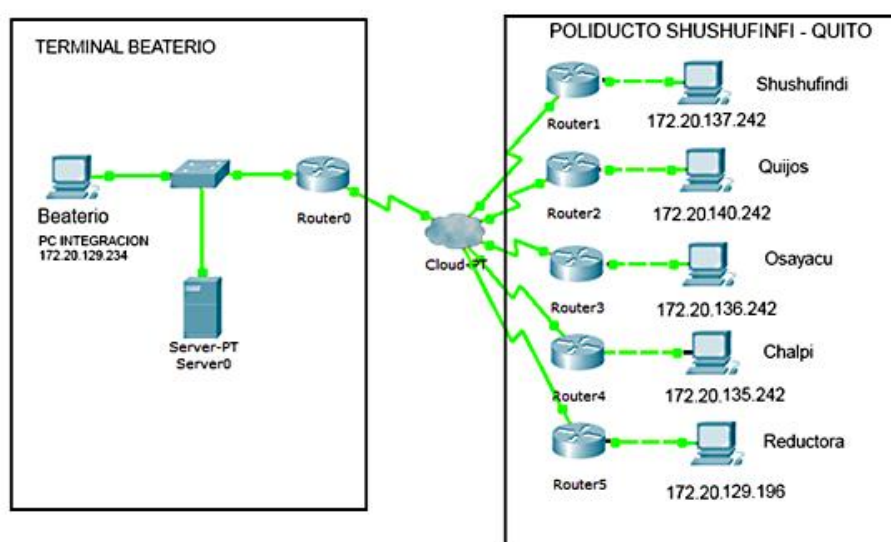


Figura 2. 34 Diagrama de red de la conexión del Terminal Beaterio con el Poliducto Shushufindi s Quito

Tabla 2. 20 Descripción de grupo de bombas y direcciones del poliducto Shushufindi Quito

Poliducto Shushufindi Quito			
Estaciones	Grupo de Bombas	Direcciones	Toma de datos
Shushufindi	3 Grupos	172.25.137.242	Ethernet (PC)
Quijos	3 Grupos	172.25.140.242	Ethernet (PC)
Osayacu	4 Grupos	172.25.136.242	Ethernet (PC)
Chalpi	4 Grupos	172.25.135.242	Ethernet (PC)
Reductora	-----	172.20.129.196	PLC Quantum

Poliducto Quito Ambato

El poliducto Quito Ambato es el poliducto más corto de los 3, la información llega de servidores de los que mediante diferentes equipos lo monitorean cuenta con una estación de bombeo y la reductora Figura 2. 35, el poliducto varios puntos de control en los cuales monitorean presiones para evitar rupturas de la tubería, las direcciones están detalladas en la Tabla 2. 21, además especifica de donde se toma los datos.

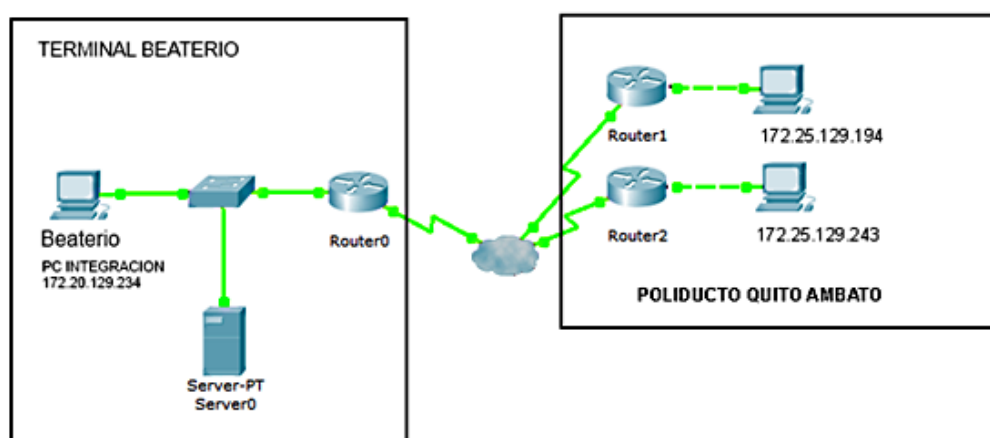


Figura 2. 35 Diagrama de red de la conexión del Terminal Beaterio con el Poliducto Quito Ambato

Tabla 2. 21 Descripción de grupo de bombas y direcciones del poliducto Quito Ambato

Poliducto Quito Ambato			
Estaciones	Grupo de Bombas	Direcciones	Toma de datos
Quito	3 Grupos	172.25.129.194	Ethernet (MBENET)
Ambato	Reductora	172.25.129.243	Ethernet (MBENET)

Además el Poliducto cuenta con un medidor másico por el cual se puede detectar la densidad del producto que se encuentra transportándose del cual se tomara los datos de la dirección 172.25.129.241 apuntando al medidor.

CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO DE LA INTERFAZ VISUALIZACIÓN Y MONITOREO

3.1. Diseño de la interfaz

En este capítulo se realizará la reconfiguración y cambios de la interfaz gráfica para la supervisión y monitoreo del Distrito Norte de Ep Petroecuador. La idea básica es profundizar en el diseño de la interfaz desde el punto de vista del usuario y no del programador de la aplicación.

Es importante destacar que el campo de realización de la interfaz para la monitorización y supervisión es muy amplio. Lo que conlleva a dificultades para establecer una metodología genérica de diseño que se pueda aplicar de forma pautada ya que muchas pantallas ya tienen diseños preestablecidos por operadores como en caso del los poliductos.

Hay que tomar en cuenta que la aplicación manejará datos específicos en cada uno de los procesos más ya que existe aplicaciones con más detalles, además se tomó en cuenta que el operario comparte información con sus compañeros en la sala de control, y que no tan solo ejerce tareas de supervisión sino que se desplaza en la planta, y comparte responsabilidades con los operarios encargados de la seguridad de la misma. El proyecto se llevo a cavo con la ayuda de algunos conceptos redactados en la guía GEDIS (Guía Ergonómica de Diseño

de Interfaz de Supervisión) con el objetivo de mejorar el aplicativo de supervisión de la sala de control.

3.2. Desarrollo del HMI

La idea de utilizar una Interface Humano Maquina es con el objetivo de acceder a un sistema de control con mayor grado de flexibilidad ya que entrega mejores condiciones en los procesos industriales tanto para el control como la supervisión de las numerosas variables que se encuentran presentes en dicho proceso.

Para la realización del proyecto se ha utilizado el software Intouch versión 9.5 perteneciente a la Wonderware, debido a que trabaja en base a entornos gráficos donde, es más práctico y rápido para el operador obtener la información precisa del estado del proceso.

3.3. Descripción del Intouch

Intouch es una herramienta que permite crear aplicaciones de interface hombre máquina (HMI) para control y monitoreo de procesos principalmente en el campo industrial. Este software trabaja dentro del sistema operativo Microsoft Windows, sus aplicaciones son representaciones gráficas de los datos generados de proceso en tiempo real; estos procesos están relacionados con características propias de la empresa en este caso industria petrolera. El paquete del software comprende de tres elementos:

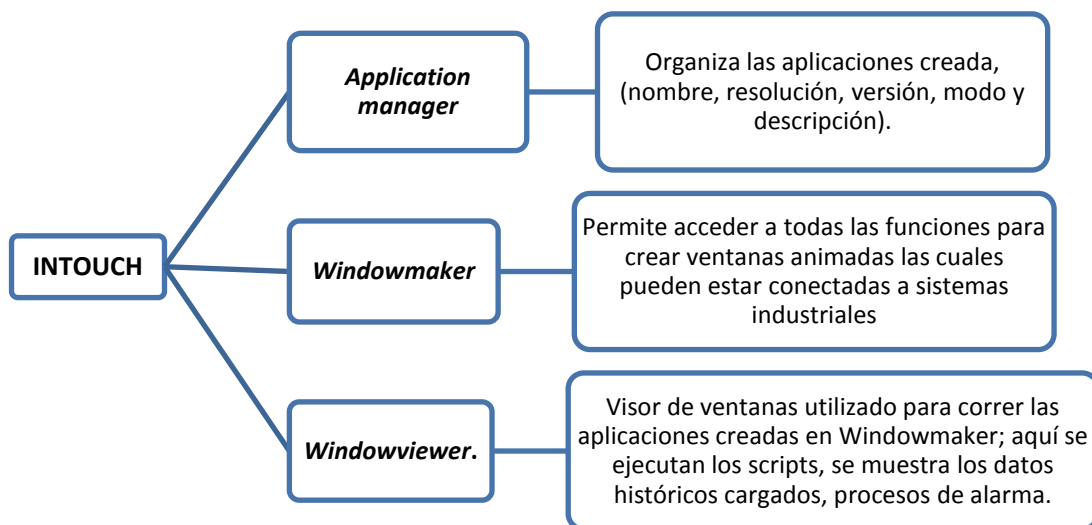


Figura 3. 1 Paquete del software Wonderware Intouch

3.4. Instalación y requerimientos.

La instalación del software no implica ningún problema ya que CD-ROM dispone de autoarranque y basta con seguir los pasos del asistente. Los requerimientos básicos recomendados por Wonderware del sistema son los siguientes:

- ✓ PC con procesador Pentium mayor o igual a 200MHz.
- ✓ 500 Mb de disco duro (mínimo).
- ✓ 64 Mb en RAM (mínimo).
- ✓ Adaptador display SVGA (2 Mb mínimo).
- ✓ Adaptador de red.
- ✓ Microsoft Windows XP

3.5. Descripción de procesos

Antes de Generar las pantallas de la interfaz es necesario conocer los procesos que maneja la empresa de los cuales se mostrará en la aplicación, se trabajó con 3 procesos en general que son:

1. Almacenamiento de Producto.
2. Despacho de combustible.
3. Bombeo de producto.

La aplicación es netamente para visualización en ella no se variará variables de procesos ya que existe aplicaciones propias para cada una de ellas. Para poder realizar las pantallas primero se detallara los procesos de cada uno de ellos.

3.5.1. Almacenamiento del producto

El Proceso que se realiza en los tanques de almacenamiento es un control dos-posiciones on/off ya que no se requiere un control muy preciso. La temperatura, el

nivel, el caudal y la presión son variables controladas, los componentes en este lazo son: sensores, transmisor, controlador, y un elemento final de control, en este caso las válvulas. La válvula solo tiene dos posiciones: abierto o cerrado. Cualquier cambio en el nivel del tanque que se encuentra en un nivel bajo o un nivel alto del producto almacenado en el tanque es detectado y procesado, esta señal transmitida a la aplicación informando al operador el estado. En la Figura 3. 2 muestra un diagrama del proceso de control de los tanques, y se detallara cada uno de sus componentes.

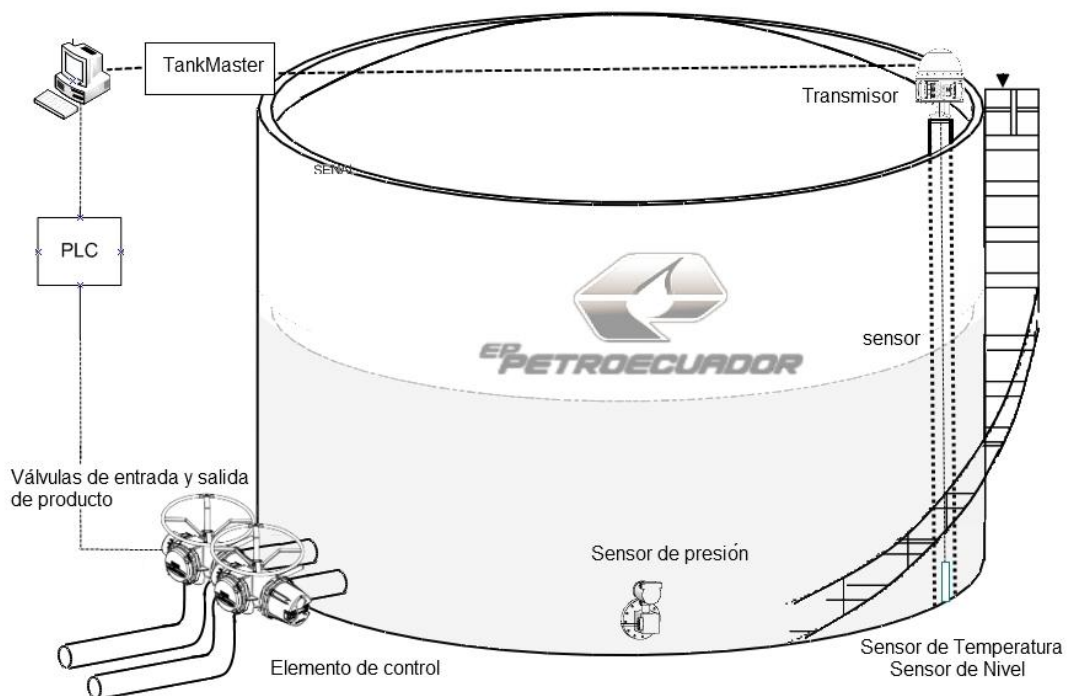


Figura 3. 2 Diagrama de control de tanques de almacenamiento

Las válvulas, permiten la entrada y salida del producto, las cuales tienen un diámetro que se escoge de acuerdo al tanque y sus características, las bocas de entrada y salida están generalmente situadas en la base del tanque, aproximadamente a medio metro del fondo, a fin de dejar un volumen muerto en el que se pueden acumular los depósitos indeseables, o bien para que el volumen de hidrocarburo descansa sobre una capa de agua. Entre el tanque y las válvulas se colocan válvulas de seguridad para evitar sobre presiones.

El transmisor de presión está colocado a una altura adecuada de tal manera que cense la presión del producto, pero no la presión del agua del fondo del tanque, y no a una altura muy elevada; porque no se podrá censar la presión por debajo de este nivel.

Los datos de presión y la altura del tanque permitirán realizar el cálculo de la densidad del líquido.

El sensor nivel de agua funciona con el principio capacitivo, el cual dispone de dos placas conductoras en el que el dieléctrico que está entre dichas placas es normalmente el combustible almacenado en el tanque. La capacitancia cambia cuando varía la constante dieléctrica dependiendo de la proporción de agua que se encuentre en el tanque, y se encuentra ubicado al final del tubo donde se encuentran los sensores de temperatura, este sensor debe estar colocado en la base del tanque.

El radar concentra todas las señales asociadas al tanque que son: nivel, temperatura, nivel de agua y presión las cuales son enviadas a la aplicación para generar el control de las válvulas. En la aplicación realizada, se mostrará tanto el nivel de los tanques como las variables controladas, además se mostrará el estado de las válvulas y mediante animaciones la salida o entrada de producto al tanque. Se maneja las siguientes variables para cada una de las terminales:

1. Nivel De Producto
2. Nivel De Agua Fondo
3. Temperatura Promedio
4. Densidad De Referencia
5. Volumen De Agua
6. Volumen Total Observado
7. Volumen Bruto Observado
8. Volumen Corregido Estándar
9. Variación Nivel

Se dio mayor prioridad a las variables de nivel de producto, Se configuro en el InTouch con prioridad de 1.

3.5.2. Despacho de combustible

Para el proceso de despacho de combustible se tiene, **Patio de bombas** que maneja diferentes electrobombas para cada combustible, cada bomba es alimentada con producto proveniente de los tanques de almacenamiento para ser entregado a las islas de carga.

La selección del tanque distribuidor de producto se realiza mediante una serie de válvulas manuales dispuestas a lo largo de las tuberías de distribución del combustible. Cada electrobomba posee una salida que se unen a dos tuberías principales (Manifold), para la entrega del producto a los brazos de carga ubicados en las diferentes islas de carga, para el despacho de gasolina se utilizan bombas centrífugas con motor eléctrico para transferir e impulsar el producto consiguiendo aumentar la presión del líquido.

Los actuador eléctrico se encargan de realizar la apertura o cierre de las válvulas en cada una de las tuberías de entrada a las electrobombas, y así controlar el paso del producto de los tanques.

Las Islas de Carga para el despacho de combustible cuenta con un sistema de medición y control del flujo entregado, éste sistema consta de:

- Un controlador Accuload III para manejar uno ó dos brazos de carga,
- Una válvula de control Smith Meter modelo 210 por cada brazo de carga.
- Un medidor de desplazamiento positivo Smith Meter modelo F4-S1,
- Un filtro, para eliminar partículas indeseadas en el producto,

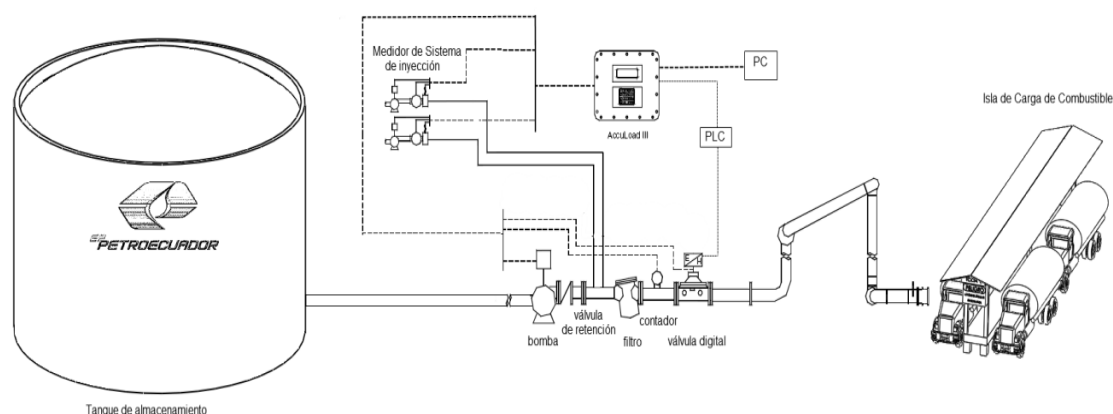


Figura 3. 3 Diagrama de control de despacho de combustible de Islas de Carga

Para medir el volumen, el controlador Accuload III¹ recibe una señal de entrada digital de pulsos desde medidor de desplazamiento positivo; y para controlar el flujo, manipula la apertura y cierre de las válvulas de control. Adicionalmente se encarga de enviar una señal discreta a un PLC Quantum que controla el encendido y apagado de las electrobombas.

El Smith Meter Accuload III maneja uno o dos brazos de carga según la necesidad. Para el control de funcionamiento para las estaciones se utiliza el PLC Modicom TSX Momentum que controla el funcionamiento de los actuadores tanto de los tanques como el patio de bombas. Mientras que, en los brazos de carga solo se encuentran los módulos base como unidades terminales remotas (TIO). Además para el manejo se cuenta con un Touch Panel MAGELIS que conecta con el PLC Quantum directamente mediante un cable UTP.

Para el manejo de este proceso se utiliza un Controlador Proporcional Integral para conseguir que la respuesta del proceso se comporte bajo parámetros de desempeño deseados mediante la acción de control.

¹ El Smith Meter Accuload III es un computador dedicado basado en la tecnología multiprocesador que puede ser configurado de acuerdo a las necesidades de la aplicación.

La señal de entrada o valor de referencia depende del valor de presión que necesite de acuerdo a la cantidad de brazos que se encuentren activados, el controlador se encuentra implementado en la programación del PLC Quantum, la señal de control será la velocidad establecida en los variadores de frecuencia, la variable manipulada será la velocidad de la electrobomba, las variables de carga que tiene efecto sobre la variable controlada será el área de la tubería y la pérdida de presión por los actuadores, por último la variable controlada será la presión de la tubería para realizar un buen despacho del producto.

Este proceso ya se encuentra en una aplicación propia en cada Terminal, cada isla de carga tiene su propia aplicación donde se toma los datos para ser almacenados en el servidor, para la aplicación cada isla de carga mostrara la cantidad de producto despachado y el valor ingresado para el despacho, se mostrara variables de falla en caso de existir. Se consideró las siguientes variables.

1. Volumen Estándar Transacción Remanente
2. Volumen Estándar Transacción Preseteado
3. Volumen Estándar Transacción Acumulada
4. Volumen Estándar Transacción
5. Volumen Bruto Transacción Acumulada
6. Volumen Bruto Transacción
7. Despacho Terminado
8. Densidad Promedio
9. Alarma Impresora
10. Alarma De Comunicación
11. Alarma De Cero Flujo

Para este proceso se tomo en cuenta que las aplicaciones propias ya cuentan con más detalle todas las variables y alarmas generadas, y por petición del personal necesitaban que se muestre las pantallas lo mas simplificado por lo que se utilizó

las variables que se indicó para cada brazo de carga, manejando el estado de alarmas en caso de paro del despacho por fallas producidas.

3.5.3. Bombeo de Producto

El proceso de las estaciones de Bombeo del Poliducto, inicia con un Manifold de válvulas encargadas de direccionar los diferentes productos provenientes de los tanques de almacenamiento. El producto proveniente de los tanques llega a la estación con una presión baja entre 14 y 18 psi, por lo que es necesario incrementarla la presión para evitar daños en los grupos de bombeo. Este incremento de presión se obtiene mediante bombas.

Después de bombear el producto pasa a través de un filtro horizontal cuya función es eliminar los sedimentos. El último paso del proceso es bombear el producto hacia la siguiente estación de bombeo o a una Terminal, para esto las estaciones cuentan con grupos de bombeo, los que funcionan con motores a diesel y motores eléctricos. Para controlar la apertura o cierre de las válvulas, la elección de las bombas se realiza desde la aplicación propia de cada estación.

Para transportar el producto, es necesario vencer el punto ubicado en la cordillera de Los Andes, por lo que se requiere lograr presiones altas por lo que para el poliducto Esmeraldas Quito y Shushufindi Quito se tiene varias estaciones de bombeo para garantizar la presión y caudal necesario.

El sistema de control del grupo eléctrico de bombeo, está basado en un PLC centralizado. Este PLC concentra todas las señales de entrada y salida, provenientes de campo, tanto de sensores como del variador de velocidad.

En el cuarto de control de cada estación se localizan los equipos tanto de supervisión y control del sistema. Los dispositivos de control son el PLC, relés auxiliares y contactores que manejarán los actuadores del grupo de bombeo eléctrico. Por otra parte, la supervisión del proceso se realiza mediante

computadoras que poseen las interfaces humano máquina (HMI), desde las cuales los operadores pueden visualizar las variables del proceso y el estado de los elementos en campo, como también manejar de manera remota ciertas válvulas para permitir el paso del producto a través de los grupos de bombeo.

La variable controlada son la temperatura, la densidad, el caudal y la presión, la variable manipulada es la el accionamiento de válvulas y de grupos de bombeo. En la Figura 3.11 se observa el diagrama de bloques del sistema de control del grupo de bombeo eléctrico.

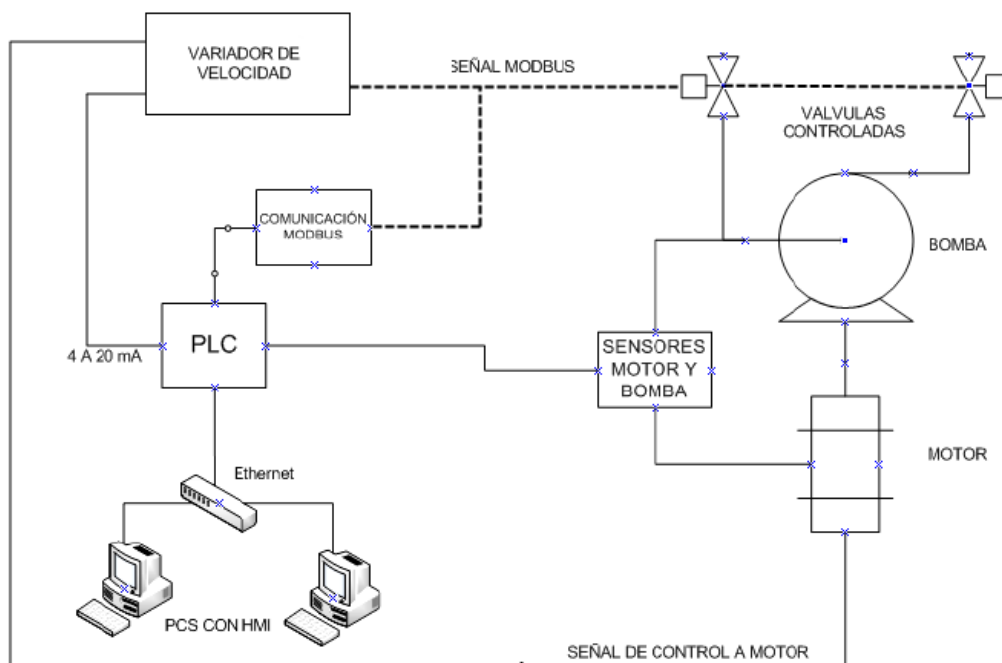


Figura 3. 4 Diagrama de bloques del sistema de control del grupo de bombeo eléctrico.

Para la aplicación realizada se tomará los datos de las computadoras que realizan el monitoreo y control del poliducto, la aplicación mostrará los grupos de bombeo de cada Poliducto, de igual manera las presiones y el caudal, además mediante un perfil altimétrico se mostrara la altura y la distancia como el grupo de bombeo que se encuentra funcionando. Las variables que se tomaron en cuenta son:

1. Presión De Succión
2. Presión De Descarga
3. Velocidad

4. Producto
5. Densidad Del Producto
6. Caudal
7. Volumen Bombeado Y Recibido
8. Temperatura De Bomba Y Motor

Estas variables son para cada grupo de bombeo, cabe mencionar que las pantallas son netamente de visualización ya que existe un cuarto de control propio para monitoreo de las variables en cada Poliducto, se realizó alarmas de conexión, y tablas de variables que se pueden observar.

3.6.Registro de Modbus

Para la realización de la aplicación es necesario leer los registros del protocolo Modbus. El protocolo establece como los mensajes se intercambian en forma ordenada además tiene registros de detección de errores. Como ya se mencionó el control de acceso al medio es de tipo Maestro/Esclavo, el protocolo especifica: formato de trama, secuencias y control de errores. La forma de transmisión es RTU, a cada esclavo se le asigna una dirección fija y única en el rango de 1 a 247.

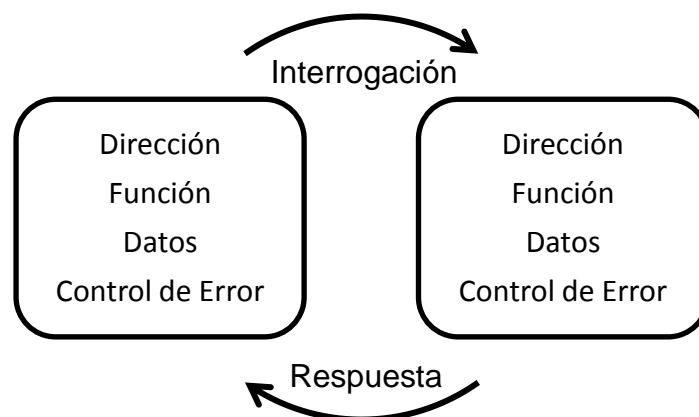


Figura 3. 5 Formato general de la trama

Se maneja los siguientes registros para la adquisición de datos en el protocolo Modbus, los controladores se comunican en modo RTU. La Tabla 3. 1 muestra el campo de funciones para la lectura de datos, ya que la aplicación no variará registros no se mencionará los registros de escritura.

Tabla 3. 1 Registros de lectura protocolo Modbus

Código	Acción	Significado
1	Leer Bobinas (00:xxxx)	Obtiene el estado actual ON/OFF de un grupo de bobinas lógicas.
2	Leer Entradas (10:xxxx)	Obtiene el estado actual ON/OFF de un grupo de entradas
3	Leer Registros (40:xxxx)	Obtiene el valor binario de uno o más registros de almacenamiento.
4	Leer Registros (30:xxxx)	Obtiene el valor binario de uno o más registros de entrada.

En los registros (10:xxxx) se leerá señales de entradas y en los registros (00:xxxx) estado de las bobinas, esta función permite al usuario obtener los valores lógicos (ON/OFF) de los bits del dispositivo direccionado. Los datos de respuesta van empaquetados en bytes de manera que el primer bit solicitado ocupa el bit de menos peso del primer byte de datos.

Leer Registros (40:xxxx) y Registros (30:xxxx), esta función permite al usuario obtener los valores de los registros del dispositivo direccionado. Estos registros almacenan los valores numéricos de los parámetros y variables del controlador. El rango de los datos varía de 0 a 65536.

La Tabla 3 2 muestra en detalle los registros utilizados para toma de los datos necesarios para la toma de datos de las islas de carga.

Tabla 3 2 Registros utilizados para la toma de datos en las islas de carga

DETALLES	REGISTRO MODBUS	
Alarma de Impresora (AccuLoad)	10	0196
Medidor Libre Brazo De Carga	10	4162

Transacción Pendiente	10	4163
Despacho Realizado	10	4164
Transacción Realizada	10	4165
Alarma Brazo De Carga Del Accuload	10	4169
Temperatura Promedio Brazo	30	4355
Volumen Ingresado	30	4365
Flujo De Brazo Despacho	30	4367
Volumen Remanente	30	4504
Volumen Corregido Estándar Transacción	40	2581
	40	2561
Volumen Remanente	40	2565
	40	2585
Volumen Transacción Acumulad	40	2567
	40	2587
Volumen Transacción Remanente	40	2565
	40	2585

Para tomar los datos tanto de los tanques de almacenamiento como del área de Poliducto, se configura las direcciones las aplicaciones encargadas para este proceso, para ello se configuró tanto el Access Name como Node Name, Application Name y Topic Name están referenciados y configurado de la misma forma que las computadora con la que se está tomando los datos. Para tomar los datos de los actuadores de entrada y salida se leerá del registro 4 01XX ya que es uno de los valores que manda el actuador.

3.7. Datos FSGateway

Para configurar la toma de datos de los tanques de almacenamiento en InTouch se lo realiza por medio de servidor OPC ya configurado en el servidor, se creó un nombre de acceso apuntando al 172.20.129.254, el acceso está configurado con el nombre de la conexión.

El nombre de la aplicación va de acuerdo al DAServer, para la aplicación está utilizada FSGateway, el Topicname se llena con el nombre de OPC con el nombre

del tanque donde se tomará el grupo de datos configurados. Definición de la variable depende de la identificación del tanque se define con el nombre con el que se encuentra identificado en la FSGateway. La configuración para tomar los datos es la siguiente para el manejo de datos de los tanques de almacenamiento.

Tabla 3. 3 Configuraciones utilizadas para Tanques de almacenamiento

Nombre (Identificación Del Tanque)	Dato Configurado	Características
<ul style="list-style-type: none"> • Tanques del Terminal Beaterio: TB-1000XX • Tanques del Terminal Ambato: TA-0000XX • Tanques del Terminal Esmeraldas: TE-0700XX • Tanques del Terminal Santo Domingo: TE-0500XX XX: Número Del Tanque	AT.CV	Temperatura
	DREF.CV	Densidad
	FR.CV	Caudal
	FWL.CV	Nivel De Agua
	FWV.CV	Volumen De Agua
	GOV.CV	Volumen Bruto Observado
	GSV.CV	Volumen Corregido
	LL.CV	Niel De Producto
	LR.CV	Variación De Nivel
	TOV.CV	Volumen Total Observado

3.7.1. InTouch Access Names (Nombres de acceso)

Para poder observar los Poliductos y Terminales se utilizó nombres de acceso para hacer referencia a las etiquetas de los datos de entradas y salidas. Cada nombre de acceso cuenta con una dirección. Intouch identifica un elemento mediante el uso de del nombre de tres partes, esto incluye: el nombre de la aplicación, el nombre del tópico y el nombre del elemento o ítem como se muestra en la Figura 3. 6. Para que InTouch pueda obtener datos de otra aplicación, abre un canal por medio del servidor especificando.

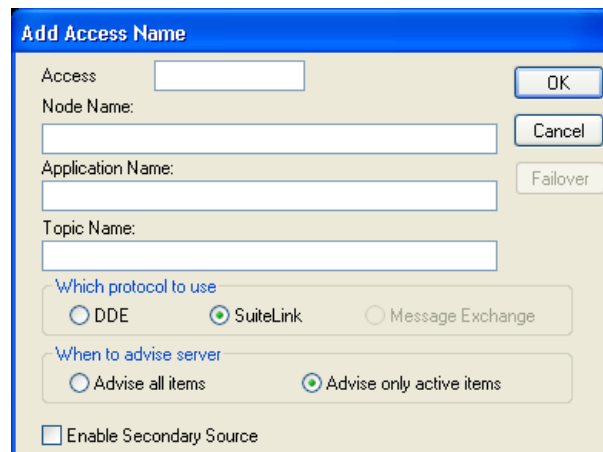


Figura 3. 6 Access Name Intouch, Ventana para Añadir un Nombre de Acceso

El cuadro de “Access” (acceso) proporciona el nombre con el que se desea que InTouch utilice ese acceso. Si los datos se encuentran en una red de un servidor de entradas y salidas en el cuadro de “Node Name” (nombre del nodo) se debe incluir el nombre del nodo remoto. En el recuadro de “Application Name” (nombre de la aplicación) va el nombre de la aplicación actual de donde el programa del servidor de entradas y salidas va a adquirir los valores. El cuadro llamado “Topic Name” designa el nombre del tópico al que se desea acceder. El tópico es un grupo de elementos de datos de una aplicación específica.

Para la aplicación se utilizó Wonderware SuiteLink es parte de los protocolos de comunicación de Wonderware FactorySuite, cumple con las necesidades de la planta tanto en la integridad de los datos, alto rendimiento y fácil capacidad de análisis.

Cada conexión existente entre clientes y servidores depende de la situación de la red. SuiteLink fue específicamente diseñado para tener gran velocidad de comunicación en aplicaciones industriales.

Algunas de las características principales de SuiteLink por las que se utilizó en la aplicación son que puede mantener gran cantidad de volumen de datos entre varias aplicaciones ya sea que estas se encuentran en el mismo nodo o en

diversos nodos. Para comunicarse a todas las aplicaciones se utilizó las siguientes configuraciones Tabla 3. 4 tomando en cuenta las direcciones documentadas en el capítulo 2 y los siguientes Application Name de donde el programa va a adquirir los valores.

Tabla 3. 4 Configuraciones utilizadas para configurar acceso

Application Name	Aplicado	Observaciones
MBENET	Aplicado para la toma de datos de Poliducto Esmeraldas Quito	Toma los datos de PLC Compact y PLC Quantum
FSGATEWAY	Aplicado para la toma de datos de tanque de almacenamiento de los diferentes Terminales	Toma datos de temperatura presión, nivel.
	Aplicado para la toma de Datos del Poliducto Shushufindi Quito	Toma de datos de presión, temperatura y grupo de bombas, para diferentes controladores programables
DASMBTCP	Tomar datos del área de despacho de los Terminales para la distribución de productos limpios.	Toma datos del controlador de flujo con comunicación Modbus TCP vía Ethernet.
DASMBSerial		Toma datos del controlador de flujo con comunicación Modbus Serial.
MBENET	Tomar datos del área de despacho de los Terminal Ambato	Toma datos del controlador de flujo con comunicación Modbus.
VIEW	Aplicado en la toma de datos de los poliductos, se manejo tags indirectos para evitar posible saturación de servidores.	Toma el dato directamente desde la aplicación en la que se encuentre corriendo la aplicación, configurado con el nombre del tag.

3.7. Desarrollo de la interfaz HMI

3.7.1. Condiciones de Diseño

Los requerimientos que debe presentar la interfaz HMI, para el control, supervisión y monitoreo de la Sala De Control son los siguientes:

- La aplicación debe tener acceso por contraseña para modificar la aplicación.
- Debe contar con una pantalla principal, pantallas para mostrar Poliductos y Terminales Del Distrito Norte, además pantallas secundarias las cuales muestren aéreas de carga y distribución del los diferentes productos.
- En las pantallas de los diferentes poliductos se observará los datos más relevantes como datos de presiones, velocidades y funcionamiento de bombas.
- Se deberá observar en pantalla tanto el área de almacenamiento como el área de despacho de cada terminal.
- Las pantallas deben contar con coloreo dinámico y animación de los estados de los equipos.
- Contar con una pantalla histórica de tendencias, en donde se pueda observar los niveles de los tanques.
- Se debe contar con una ventana de tendencias en tiempo real, la cual muestre graficas que corresponda niveles de tanques de cada terminal.
- Se debe tener un sumario de alarmas, en el cual se pueda hacer gestión de las mismas.

3.8. Diseño De Pantallas De Supervisión

La metodología para el diseño de las pantallas se basó en la guía ergonómica de diseño de interfaces de supervisión (GEDIS), la cual enfoca a ambientes industriales con salas de supervisión computarizada y centralizada, además tomando en cuenta diseños ya establecidos. La primera fase de GEDIS radica en la especificación de los principales elementos de la interfaz como la arquitectura,

la navegación los estándares de colores, fuentes, simbología, entre otros. Por otro lado el desarrollo de las pantallas se tomará en cuenta simbología y demás especificaciones propias de la empresa.

3.9. Especificaciones De Los Elementos De La Interfaz

Para determinar cuáles son los elementos de la interfaz más importantes se realizó una investigación con el objetivo de establecer elementos de mayor relevancia en los procesos tanto en el transporte almacenamiento y comercialización del producto, para establecer mejor los elementos de la interfaz se ha ordenado de lo general a lo particular tal como se muestra en la Figura 3. 7.

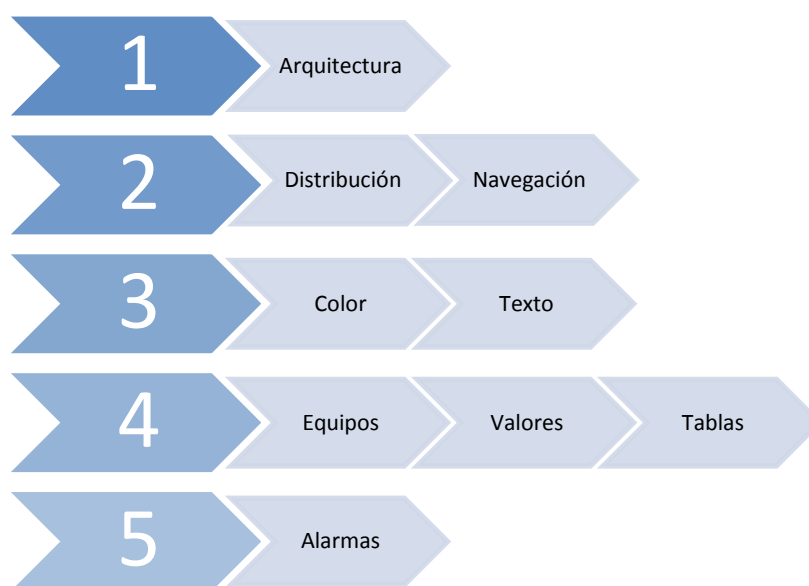


Figura 3. 7 Esquema general de la metodología de desarrollo de la interfaz

Se tomará en cuenta la secuencia para la realización de la interfaz partiendo de los niveles superiores y descendiendo hasta definir los aspectos específicos tales como la representación de las áreas de carga de combustible, almacenamiento, distribución por el poliducto y las alarmas.

Con la finalidad de obtener las directrices más relevantes de cada uno de ellos se aplicó el procedimiento de investigación documental descrito anteriormente, obteniéndose los siguientes resultados relativos a la especificación de los elementos de una interfaz persona-máquina en salas de control centralizadas y computarizadas para procesos.

Como cada proceso tiene particularidades propias, los elementos que se mostraran en la interfaz no son los únicos pero si los más representativos, lo que implica que la aplicación será enriquecida con características específicas lo que ayudará a una mejor visualización en forma general de terminales y poliductos permitiendo un control centralizado de ellos.

3.9.1. Arquitectura.

Para iniciar con el proceso de desarrollo el diseñador se estableció un mapa donde se define de manera general las diferentes pantallas con las que contará el operador para interactuar con el sistema. Este mapa deberá establecer las relaciones lógicas entre las pantallas de manera que pueda también servir posteriormente al diseño de la navegación del sistema, además se debe generar un listado que muestre las pantallas y su función específica. Las pantallas que deberán ser incluidas en este primer paso de la metodología son las siguientes (Figura 3. 8), En la Figura 3. 9 la clasificación de las pantallas.

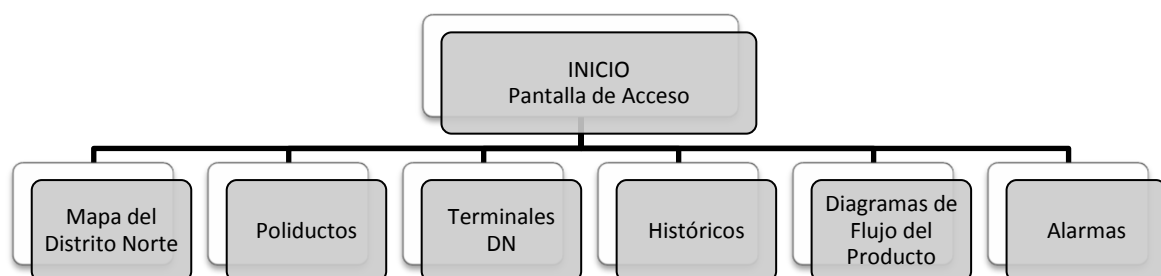


Figura 3. 8 Lista de pantallas agrupadas por su función.

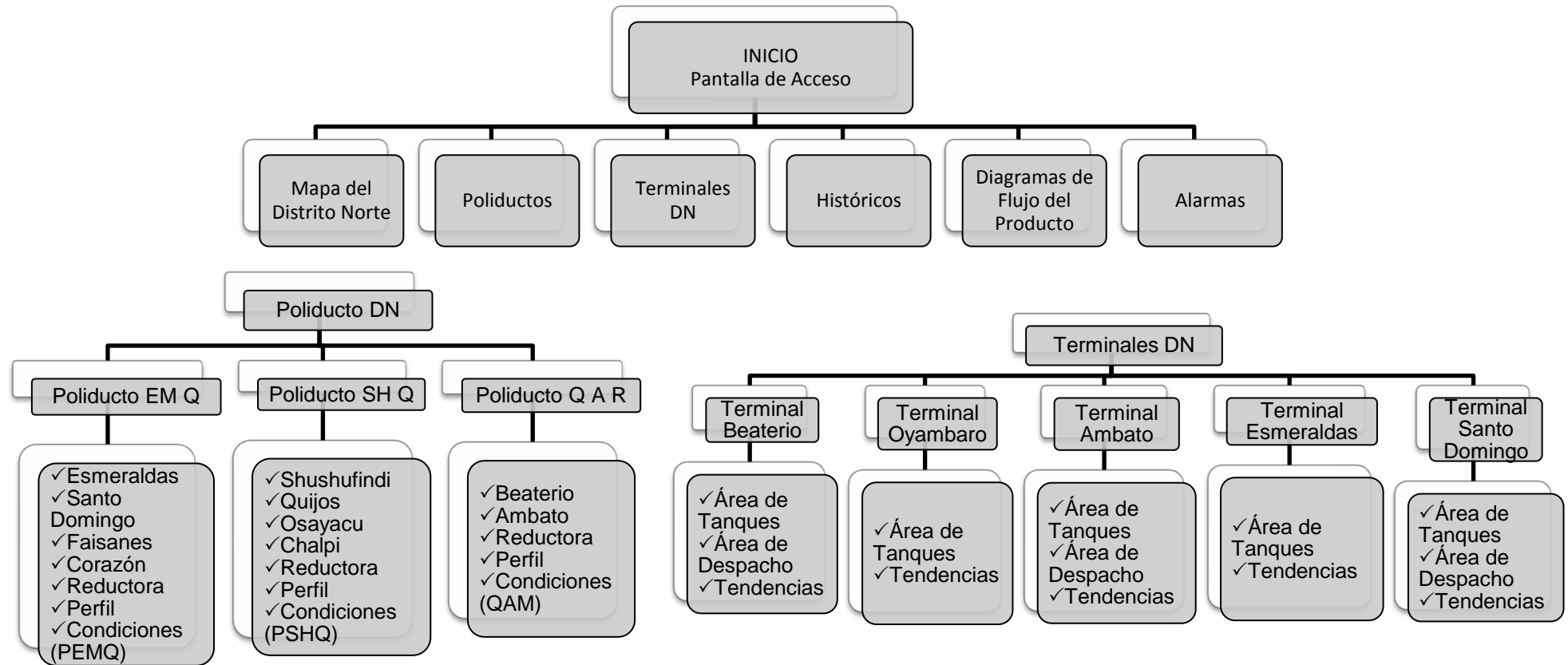


Figura 3. 9 Diagrama jerárquico de las pantallas para la aplicación

En las Pantallas de Proceso, se mostrará los diferentes Poliductos con sus respectivas estaciones de Bombeo y Reductora, los diferentes Terminales que cuenta con el área de almacenamiento y su área de despacho. Estas a su vez se pueden dividir en pantallas generales y de detalle.

En las pantallas de alarmas se observará posibles fallas comunicación y alarmas de diferentes tanques como alarmas de presiones altas en los poliductos, como también el historial de alarmas de las aplicaciones.

Una consideración importante para la arquitectura de la interfaz es la cantidad de pantallas disponibles para este fin, ya que el número excesivo de pantallas provoca que el operador necesite cambiar muy frecuentemente de sinóptico lo que provoca fatiga y pérdida de tiempo, además es necesario la optimización de la navegación entre diferentes áreas de la interfaz sin requerir de muchos pasos intermedios (como puede suceder al subir en la jerarquía de la arquitectura).

Con la finalidad de llevar a cabo la especificación y recomendaciones de la guía GEDIS para la realización de la arquitectura de las pantallas se tomó en cuenta los siguientes:

- ✓ Se realizó un mapa de la sección norte de Ep Petroecuador esto reflejar la organización de cada uno de los Terminales y las diferentes líneas de Poliducto.
- ✓ La arquitectura se realizó de forma jerárquica basada en área, sub área, equipo y se configuró la barra de menú agrupando en aéreas específicas.
- ✓ Se definió una arquitectura ancha como recomienda la guía GEDIS consiguiendo que el operador pueda acceder más rápidamente la información requerida.
- ✓ Se tomó la recomendación que el número de capas de la jerarquía no exceda de cuatro niveles.

3.9.2. Distribución De Las Pantallas

Para el desarrollo de las plantillas que regirán la interfaz se desarrolló lo siguiente, como primera actividad se deberá definir formalmente la tipología de las pantallas, esto es, se deberá establecer cuantas clases de pantallas serán desarrolladas (mientras menor el número es mejor), con esto obtener una plantilla general para cada una de ellas. Para esto se tomó en cuenta las siguientes recomendaciones de la guía GEDIS:

- ✓ Ubicación del título de la pantalla, hora, fecha y logotipo de la empresa.
- ✓ Si será utilizado, ubicación del menú del sistema
- ✓ Ubicación de las alarmas del proceso
- ✓ Ubicación del mímico del área o sub área
- ✓ Ubicación de funciones genéricas, tales como confirmación de alarmas
- ✓ En caso de existir elementos como tendencias, tablas, definir su ubicación
- ✓

Con la finalidad de llevar a cabo el detalle de la distribución de las pantallas se sugiere las siguientes directrices como muestra la Figura 3. 10:

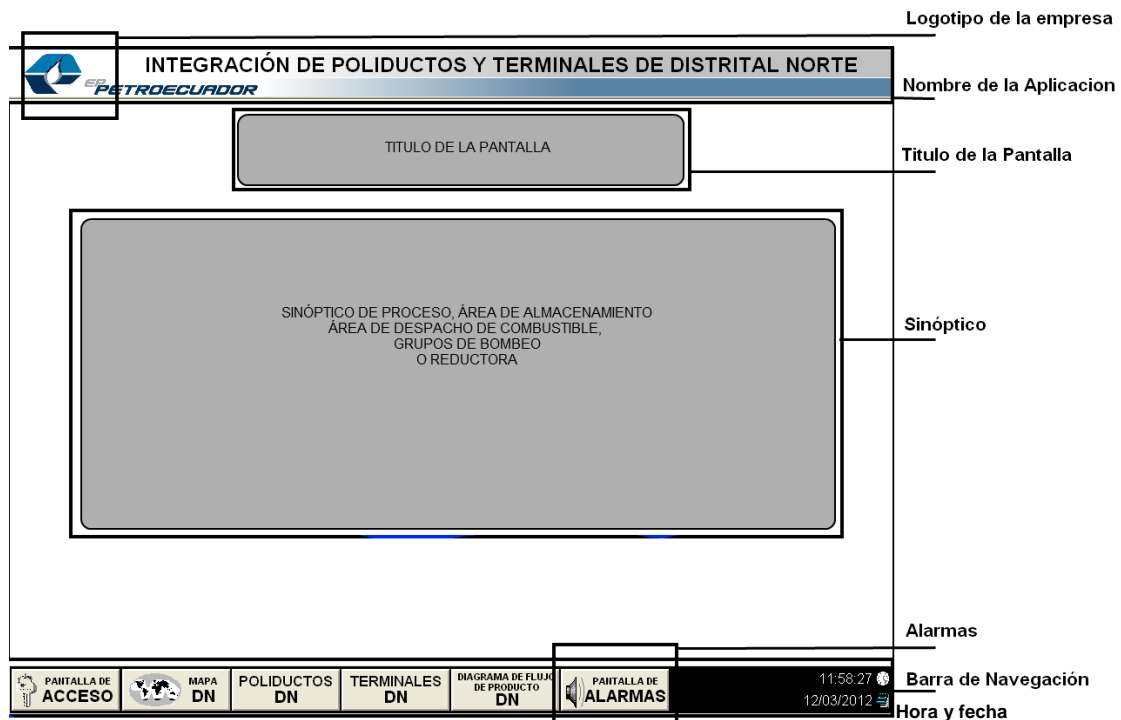


Figura 3. 10 Distribución de las pantallas

Se consideró la ubicación de las diferentes informaciones según el Diagrama de Gutenberg, el Movimiento del ojo va de arriba a abajo y de izquierda a derecha, ubicando la información más importante arriba, el centro de la pantalla es también un lugar de alta visibilidad donde está ubicada el sinóptico de la operación.

La información miscelánea está ubicada abajo a la izquierda, la información crítica en caso de existir se presentará en color rojo como una alarma previa y en la barra de menú donde se verá en detalle el evento o alarma producida, considerando que se encontrará en un lugar fijo de la pantalla lo que ayudara a una mejor percepción del operario.

Se considero la simetría del gráfico, de manera que la carga de elementos en los sinópticos esté balanceada en toda la pantalla, con esto tenemos la clasificación de las pantallas y las plantillas para cada una de esta, clasificando pantallas de Poliductos y Terminales, dando como resultado las siguientes plantillas.

La pantalla modelo para el área de Poliductos se muestra en la Figura 3. 11, donde muestra el sinóptico del proceso y un gráfico donde indica la densidad del producto con respecto al tiempo.

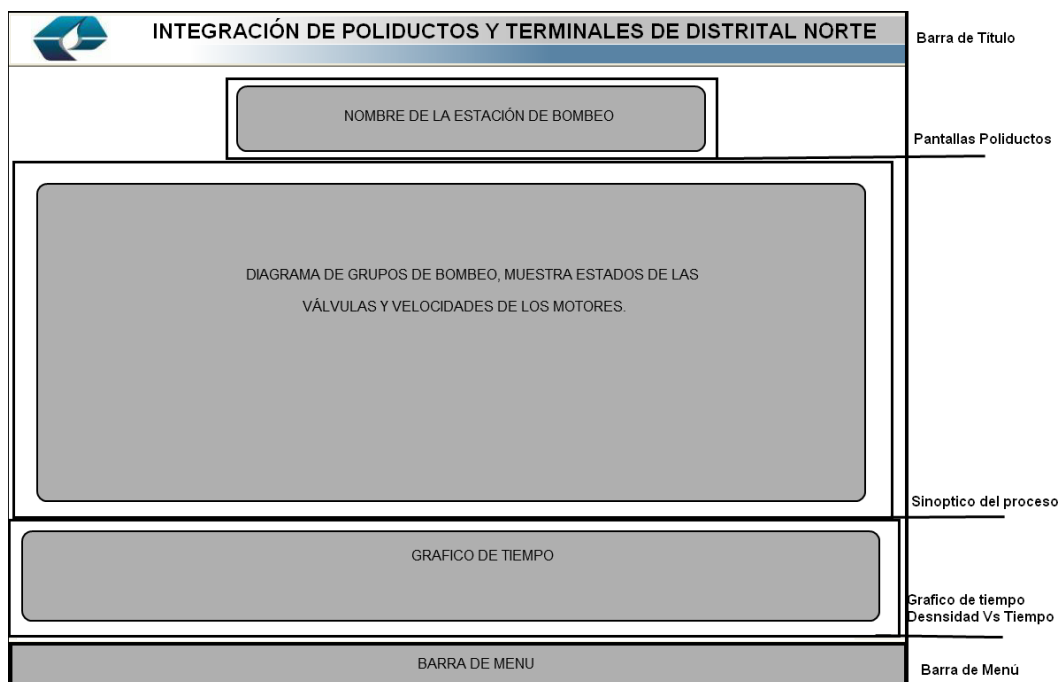


Figura 3. 11 Plantilla para el sinóptico de las pantallas del Poliducto De La Sección Norte

En la Figura 3. 12 muestra la pantalla modelo para los Terminales donde se observa el sinóptico del área de almacenamiento en tanques con el nivel del producto en metros, además como ya se estableció la ubicación del título y la barra del menú.

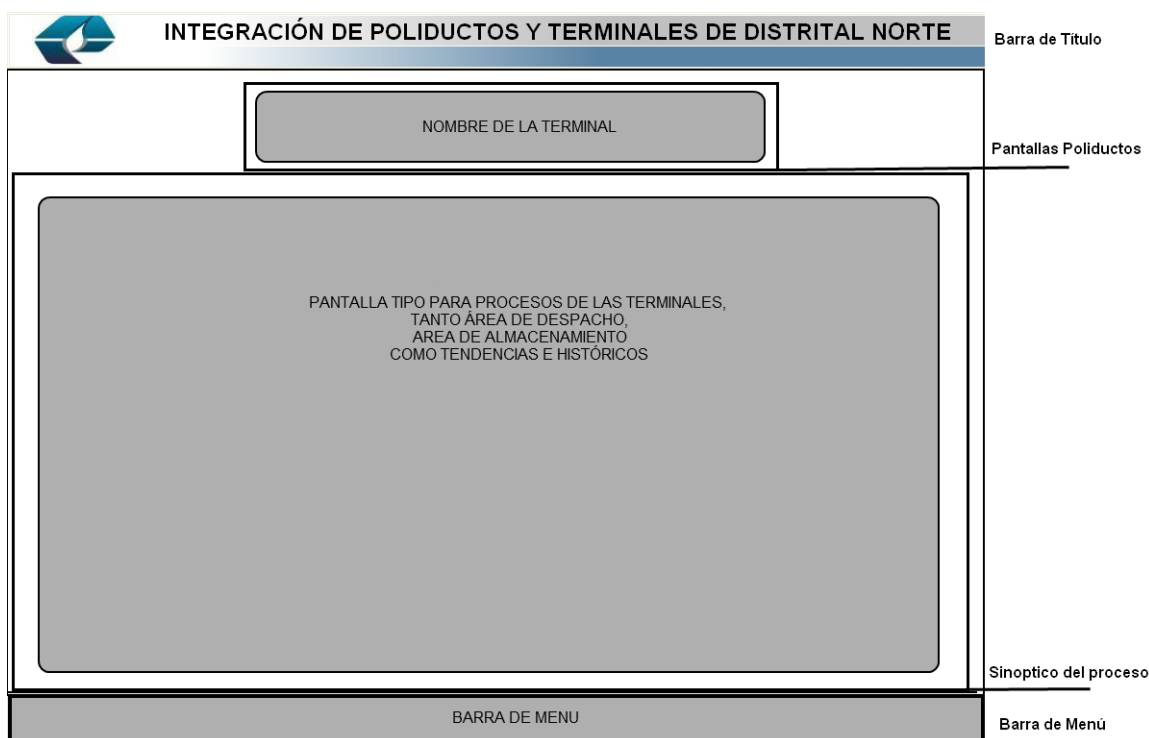


Figura 3. 12 Plantilla para el sinóptico de las pantallas de los Terminales De La Sección Norte

3.9.3. Navegación.

Con ayuda de la arquitectura definida anteriormente se debe ahora determinar cómo navegará el operador dentro del sistema. El objetivo es que el esquema de navegación sea intuitivo y fácil de usar, para este fin se tomó en cuenta algunos de los siguientes métodos sugeridos:

- ✓ Menús y submenús
- ✓ Barra de Botones
- ✓ Barras de Iconos gráficos
- ✓ Link con hipertexto

Se tomó en cuenta los siguientes parámetros para establecer una mejor navegación:

Como se mencionó anteriormente el menú está dividido en grupos, para una mejor movilidad, cada grupo despliega un submenú como muestra la Figura 3. 13, que corresponde a las divisiones de cada uno de ellos, proporcionando una navegación horizontal de manera que el operador pueda cambiar de área frecuentemente con mayor facilidad.



Figura 3. 13 Menú y submenús de la aplicación

Cada poliducto tiene sus submenús en el cual da la opción de redireccionar a la pantalla donde se encuentra cada una de las estaciones de bombeo, la reductora, el perfil altimétrico o a la tabla de condiciones de cada poliducto, como se muestra en la Figura 3. 14, esto permitiendo al operador navegar en la aplicación de mejor manera, los menús se presentan en una sola columna vertical, evitando en lo posible anidar submenús.



Figura 3. 14 Submenús de Poliducto del Distrito Norte

En cada uno de los Terminales se desplegará un submenú como se muestra en la Figura 3. 15 en los cuales se divide en área de almacenamiento (Tanques), el área de carga del producto a los tanqueros (Despacho) y una pantalla de tendencias que muestra el movimiento del producto.



Figura 3. 15 Submenú de Terminales Aplicación Distrito Norte

El botón Históricos despliega un submenú como se muestra en la Figura 3. 15 en el cual se puede ver histórico del movimiento de nivel de tanques de almacenamiento (Tanques).

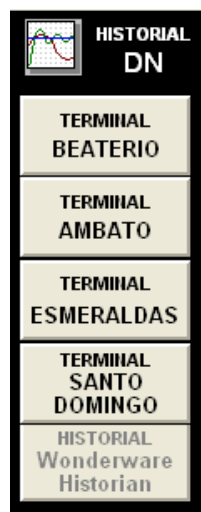


Figura 3. 16 Submenú Históricos

Se tomó las siguientes consideraciones de la Guía GEDIS.

- ✓ El área de contacto para pulsar es lo suficientemente grande para que sea fácil de usar.
- ✓

- ✓ El menú permite al operador la posibilidad de desplazarse por todas las pantallas dentro del mapa de navegación así como la de regresar a la pantalla de accesos, al mapa y la de cierre de pantalla en los casos en que sea aplicable.
- ✓ Se utilizó zonas predefinidas de la pantalla para ubicar la barra de navegación, los menús y submenú.
- ✓ Los menús están agrupados en base a la similitud funcional de sus elementos
- ✓ El texto que describe las funciones es corto y conciso.
- ✓ Se realizó un diagrama de flujo de la navegación que implica un resumen de los procesos que se realiza en la sección norte.

3.9.4. Uso del Color.

El color es uno de los elementos más importantes dentro del contexto de las interfaces persona-máquina, su uso adecuado (conservador, convencional y consistente) es determinante para la generación de una excelente interfaz.

En esta fase se definirán los siguientes estándares referidos al color:

- ✓ Color para representar el estatus de los equipos de la planta (marcha, paro, falla, manual, etc.)
- ✓ Color de los principales fluidos del proceso (productos terminados)
- ✓ Color de las alarmas (críticas, advertencias, mensajes, etc.)
- ✓ Color del texto en general (Títulos, etiquetas, etc.)
- ✓ Colores del fondo de la pantalla.
- ✓ Color de valores de proceso (presiones, niveles, etc.)

Al definir cada uno de estos estándares es muy importante que sean congruentes entre ellos y que no supongan contradicciones. Otro factor que se debe tomar en cuenta es tanto el perfil de los operadores, así como la observación y cumplimiento de los estándares locales, nacionales e internacionales.

Se tomó en cuenta las siguientes recomendaciones de la guía GEDIS

- ✓ Se evitó utilizar combinaciones con contrastes incompatibles como Rojo-Azul (produce esfuerzo excesivo a la vista), Rojo-Verde, Azul-Amarillo, Amarillo-Blanco, Verde-Azul (produce colores explosivos)
- ✓ Debido a problemas fisiológicos que pudieran tener los operadores respecto a la distinción de colores, se tomó en cuenta: texto, tamaño, forma, evitando las combinaciones de texto y color, rojo - verde, azul - amarillo.
- ✓ Para que el color sea visible, se usó objetos de buen tamaño
- ✓ En alarmas o eventos que se utilizó intermitencia, se proporcionó un medio al operador para detenerla una vez que ha reconocido el evento





El color para el fondo de las pantallas es negro ya que es necesario el contraste con los demás elementos y colores ya establecidos por la empresa, además la mayoría de pantallas existentes de las demás aplicaciones dentro de la sala de control son negras lo cual el operador ya se encuentra familiarizado con ellas y permite una reacción rápida en caso de una alarma. A continuación se mostrará los colores que se utilizará en la aplicación.

Tabla 3. 5 Color de fondo de pantalla

Fondos de Pantallas				
Descripción	Color	Numero de Color (RGB)		
		Rojo	Verde	Azul
Área y Sub área		0	0	0

Los colores utilizados en el área de Poliductos, se basó en tonos predefinidos por la empresa, representantes de cada Poliducto y Terminales junto con el área de Proyectos definieron los colores presentes en la Tabla 3. 5.






Tabla 3. 6 Colores para estados de los equipos

Estatus de Equipos de Poliducto				
Descripción	Color	Numero de Color (RGB)		
		Rojo	Verde	Azul
Bomba en marcha		0	255	0
Bomba		255	0	0
Válvula Abierta		0	255	0
Válvula cerrada		255	0	0













Ya que en el área de Terminales maneja el área de almacenamiento y distribución de productos se tomó los colores presentes en la Tabla 3. 7 se definido por estándares establecidos por MOPRO (MOVIMIENTO DE PRODUCTOS)².

Para el área de Despacho, se utilizó estos colores tanto para brazos de carga como para identificar que el tanquero con respecto al producto que se encuentre despachando en ese momento.

Tabla 3. 7 Colores para las Islas de Despacho definidas por MOPRO

TERMINALES ISLAS DE DESPACHO				
<u>BRAZOS DE CARGA</u>				
Descripción	Color	Numero de Color (RGB)		
		Rojo	Verde	Azul
Gasolina Súper		255	255	0
Gasolina Extra		0	0	128
Diesel 2		255	0	255
Diesel Premium		255	153	204
Diesel 1		230	0	0







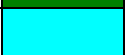
² Manual De Procesos De Movimiento De Productos En Poliductos

Jet Fuel		0	128	0
Nafta Base		0	255	255
Brazo sin despachar		173	173	173
<u>CAMIONES DE CARGA</u>				
Descripción	Color	Numero de Color (RGB)		
		Rojo	Verde	Azul
Gasolina Súper		255	255	0
Gasolina Extra		0	0	128
Diesel 2		255	0	255
Diesel Premium		255	153	204
Diesel 1		230	0	0
Jet Fuel		0	128	0
Nafta Base		0	255	255
Transacción finalizada		173	173	173
Carga más de un producto		227	108	10

Se utilizó los mismos colores para representar el producto de cada Tanque de almacenamiento ya que el personal de la empresa se encuentra familiarizado con estos colores, con esto se facilita que el operador tenga una respuesta automática para el proceso. En la Tabla 3. 8 muestra los colores utilizados con su respectivo código RGB.





Tabla 3. 8 Colores para pantallas de tanques de almacenamiento

TERMINALES TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
<u>NIVEL DE PRODUCTO</u>				
Descripción	Color	Numero de Color		

		(RGB)		
		Rojo	Verde	Azul
Gasolina Súper		255	255	0
Gasolina Extra		0	0	128
Diesel 2		255	0	255
Diesel Premium		255	153	204
Diesel 1		230	0	0
Jet Fuel		0	128	0
Nafta Base		0	255	255

Para el color de las Alarmas se estableció colores recomendados por la guía GEDIS, estableciendo un color de estambay más para alarmas identificadas pero no solucionadas.

Tabla 3. 9 Colores para pantallas de Alarmas

Alarmas				
Descripción	Color	Numero de Color (RGB)		
		Rojo	Verde	Azul
Equipo sin Alarma		0	255	0
Alarma critica		255	0	0
Alarma de advertencia		255	255	0
Alarma reconocida		255	255	0

Para el color del texto se estableció colores que contrasten con el fondo de pantalla y con los procesos que muestran cada una, en la Tabla 3. 10 se encuentra los colores a utilizar.

Tabla 3. 10 Colores estándares para Texto de la aplicación

Texto					
Descripción		Color	Numero de Color (RGB)		
			Rojo	Verde	Azul
Pantallas Generales	Títulos de Pantallas		255	255	255
	Texto Fallas Críticas		255	0	0
	Texto Advertencias		255	255	0
	Texto General		255	255	255
	Identificación de tanques		0	0	0

Con este análisis se especificó el estándar de colores de los elementos previamente mencionados (estatus de equipos, fondo de pantalla, alarmas, texto y valores numéricos).

3.9.5. Información Textual.

Es importante regular el uso de la información textual para informar eficazmente al operador respecto al estado de los diferentes procesos, por lo que se estableció estándares para su utilización. Las características del texto que se usó para este fin son las siguientes: el uso de fuentes, el tamaño del texto, la alineación, el espaciado y nomenclatura.

Las directrices que se consideraron según la guía GEDIS para la definición de las fuentes son las siguientes:

- ✓ Se utilizó solo un tipo de fuente en la interfaz
- ✓ No usó más de tres tamaños de la misma fuente
- ✓ Se tomó en cuenta el tamaño de la fuente para que el operador pueda leer a distancia.
- ✓ No se utilizó letras mayúsculas en todo el texto.

- ✓ El color del texto contrasta con el fondo de la pantalla y respetando el código de colores previamente definido
- ✓ Se alineó el texto en pantalla: etiquetas a la izquierda, números a la derecha

Con el propósito de establecer un procedimiento estándar para codificar los instrumentos y los equipos, existe nomenclatura desarrollada por personal de Mantenimiento de Terminales conjuntamente con personal de los Poliductos, los cuales se aplicó para nombrar objetos de la aplicación.

3.9.5.1. Normas y estándares aplicados

Con el fin de identificar de mejor manera los elementos usados para la aplicación en la empresa se utiliza la Norma ISA-S5.1 para la identificación de instrumento como la de la norma IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), normas API (American Petroleum International) y normas propias de EP Petroecuador.

3.9.5.2. Forma de codificación para ubicación de instrumentos.³

La ubicación del instrumento se codifica mediante una serie de seis números de la siguiente forma (Figura 3. 17):

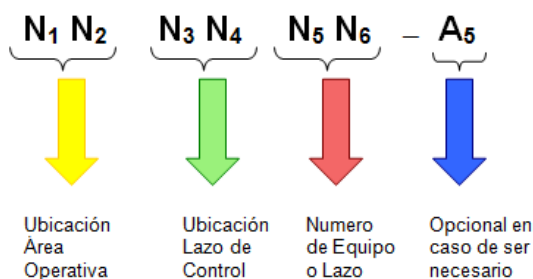


Figura 3. 17 Forma de Codificación de Instrumentos

³ MANUAL DE ELABORACION DE PLANOS, NOMENCLATURA Y CODIFICACION PARA EQUIPOS E INSTRUMENTOS PETROCOMERCIAL

❖ Ubicación Área Operativa (N₁ N₂)

Este código de dos dígitos, identifica el área operativa de Petroecuador, no de modo físico, sino como es administrada operativamente. Por ejemplo, dentro del

Terminal de El Beaterio, se tienen tres áreas operativas administradas de manera independiente: Estación Reductora de los Poliductos Esmeraldas- Quito y Shushufindi- Quito, Estación de Bombeo del Poliducto Quito- Ambato y Terminal de Productos Limpios, teniendo un número diferente para cada una de ellas, pudiendo extenderse hasta 99 diferentes área operativas. Para la aplicación tenemos las siguientes zonas operativas:

Tabla 3. 11 Codificación de la Zona Operativa

N₁ N₂: ZONA OPERATIVA	
Código	Zona
00	Terminal Ambato
01	Terminal Beaterio
02	Planta de Envasado Esmeraldas
03	Terminal Oyambaro.
04	Deposito Riobamba.
05	Terminal Santo Domingo.
06	Envasadora Shushufindi
07	Estación Esmeraldas
08	Estación Santo Domingo
09	Estación Faisanes
10	Estación Corazón
11	Estación Reductora Beaterio E-Q
12	Estación Shushufindi.
13	Estación Quijos
14	Estación Osayacu.
15	Estación Chalpi.
16	Estación de Bombeo Beaterio.
17	Estación Reductora Ambato.
18	Estación Reductora Beaterio SH-Q
19	Estación de Bombeo Ambato
20	Estación Reductora Riobamba Q-A-R
21	Estación de Servicio Quito

❖ Ubicación Lazo de Control (N₃N₄)

La clasificación de la Zona Operativa a la que pertenece el equipo o instrumento no es suficiente para especificar con exactitud su ubicación ni para distinguirlo de otros instrumentos dentro de la misma zona. Para ello se ha dividido de acuerdo a los subprocesos en algunos casos o de acuerdo al equipo principal al que pertenezca el instrumento en otros casos, esta clasificación se la realizara por lazos de control, de acuerdo a la Tabla 3. 5:

Tabla 3. 12 Clasificación de subprocesos

N₃ N₄: CLASE DE EQUIPO PRINCIPAL O LAZO	
Código	Clasificación
00	Zona de Tanques o Área de Almacenamiento
01	Bomba o Patio de Bombas
02	Islas de Despacho de Combustibles
03	Suministro de energía Eléctrica
04	Tren de medición
05	Zona de Filtrado (Jet Fuel)
06	Compresores o Compresión
07	Intercambiador de Calor.
08	Estación Reductora de Presión o Isla de recepción
09	Incrementador
10	Motor Eléctrico (Estación de Bombeo)
11	Motor de combustión interna.
12	Tubería
13	Reductora de presión
14	Unidad de Relicuefacción
15	Manifold
16	Tanques de Alivio
17	Sistema Contraincendios
18	Sistema Potabilización de Agua
19	Sistema de Generación Eléctrica
20	Sistema de Combustión de Gases Tea
21	Sistema Variador de Frecuencia
22	Tratamiento de Aguas residuales
23	Control de Calidad
24	Sistema de Recuperación de Vapores

❖ **Número de equipo o Lazo (N₅N₆)**

Una vez determinados subprocesos que permiten segmentar los equipos e instrumentos, se procede a determinar el número de equipo o instrumento dentro del lazo de control. Para ello, se cuenta con dos dígitos que preferentemente deberán relacionarse con los actuales números de los equipos o los instrumentos.

❖ **Letra Opcional (A₅)**

En el caso en que puedan existir dos o más equipos con el mismo código, se tiene la opción de incluir una letra adicional para distinguirlos. Estatus de los Equipos y Eventos de Proceso.

3.9.6. Información Gráfica.

En esta fase se definirá el estándar gráfico de símbolos e íconos que representen el estatus de los diversos equipos de la planta tales como bombas, motores, tanques de almacenamiento, válvulas, filtros entre otros, así como los cambios de estado digitales (On/Off) de eventos que se requieren representar en las pantallas de proceso. Para este fin se recurrió a estándares utilizados por la empresa para que de esta manera que la simbología sea homogénea y fácil de reconocer y diferenciar por el operador.

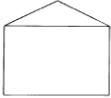
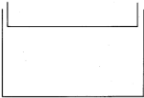
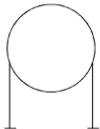
Para definir los símbolos e íconos en la aplicación se tomó en cuenta lo siguiente:


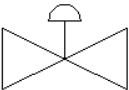
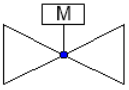
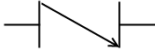
- ✓ Los símbolos son simples y de un tamaño suficientemente visible
- ✓ Se evitó detalles y realismo innecesarios
- ✓ Se utilizar figuras geométricas simples para definir los símbolos e íconos

Se integró los símbolos que identifican al equipo con el estatus de colores asociado definido previamente debemos obtener los objetos que representan a los dispositivos de la planta y que informan al operador su estado de manera general (trabajando, parado, en falla, advertencia, etc.).

A continuación en la Tabla 3. 13 se muestra los símbolos de los equipos utilizados para la aplicación, está basada en el estándar 5.5 de la norma ISA.

Tabla 3. 13 Tabla de símbolos utilizados para la aplicación según la norma ISA 5.5

Símbolo	Descripción
	<p>Grupo: Los envases y recipientes</p> <p>Subgrupo: Almacenamiento</p> <p>Símbolo Nombre: Tanque Atmosférico Techo Fijo</p> <p>Símbolo Mnemonic: ATN K</p> <p>Descripción: Un tanque de material almacenado con baja presión atmosférica.</p>
	<p>Grupo: Los envases y recipientes</p> <p>Subgrupo: Almacenamiento</p> <p>Símbolo Nombre: tanque de techo flotante</p> <p>Símbolo Mnemonic: FTNK</p> <p>Descripción: Un tanque para líquidos con techo de buque mueve hacia arriba y hacia abajo con cambio en el volumen almacenado.</p>
	<p>Grupo: Los envases y recipientes (continuación)</p> <p>Subgrupo: Almacenamiento</p> <p>Símbolo Nombre: Tanque de almacenamiento tipo esfera</p> <p>Símbolo Mnemonic: PVSL</p> <p>Descripción: Un recipiente presurizado esférica para almacenamiento de gases y líquidos.</p>

	<p>Grupo: equipos rotativos</p> <p>Subgrupo: N / A</p> <p>Símbolo Nombre: Bomba</p> <p>Símbolo Mnemonic: PUMP</p> <p>Descripción: Equipo para el transporte de líquidos por acción rotatoria interna.</p>
	<p>Grupo: Válvulas y actuadores</p> <p>Subgrupo: Válvulas</p> <p>Símbolo Nombre: Válvula de control Manual</p> <p>Descripción: De tipo GLOBE, GATE, BOLA y las válvulas de aguja utilizada para regular el flujo de fluido a través de los sistemas de tuberías. Puede ser utilizado con diferentes combinaciones de actuadores para transmitir múltiples sistemas de manipulación.</p>
	<p>Grupo: Válvulas y actuadores</p> <p>Subgrupo: Válvulas</p> <p>Símbolo Nombre: Electroválvulas</p> <p>Descripción: Válvulas con motor, controladas eléctricamente, utilizadas para regular el flujo de fluido a través de los sistemas de tuberías.</p>
	<p>Grupo: Válvulas y actuadores</p> <p>Subgrupo: Válvulas</p> <p>Símbolo Nombre: Válvula de retención</p> <p>Símbolo Mnemonic: CVLV</p> <p>Descripción: Representa un dispositivo que mecánicamente limita el flujo de fluido a una sola dirección en un sistema de tuberías - típicamente una válvula de retención o contracorriente amortiguado.</p>

3.9.7. Información y Valores de Proceso.

El despliegue de los datos analógicos de proceso es una de las maneras más importantes con las que se informa al operador sobre el estado de la planta, ya sean valores directos del campo o bien procesados por el sistema. La representación en las pantallas de estas variables se lleva a cabo principalmente en dos modalidades: en los gráficos o mímicos de proceso, o bien en tablas y gráficos de tendencias; este últimos se analizarán en el siguiente punto de la metodología. El propósito de mostrar estos datos al operador es el de informarlo eficazmente para que logre sus objetivos, lo que significa que debemos visualizar el conjunto de dato mínimo que le muestre el estado actual de la planta y además estos datos deben ser desplegados de tal forma que realmente tengan significado con respecto a los diferentes procesos que se realiza en la empresa.

Puede haber datos que informan por si solos, pero hay otros que únicamente tienen significado cuando se comparan o acompañan con otros. También existen otros que solo vale la pena conocerlos en un contexto o estatus de la planta determinado, como puede ser al arranque de los equipos o cuando rebasan un cierto límite de alarma.

El principal problema que existió en esta aplicación es la cantidad de datos sin sentido que podría manejar la aplicación. Es por este motivo primero se clasificó los valores, para después decidir como los debemos mostrar al usuario. La clasificación que se propuso es la siguiente:

- ✓ Datos relativos a la seguridad de la planta
- ✓ Datos relativos a las alarmas de proceso que causan paros de producción
- ✓ Datos relativos a las alarmas de proceso que NO causan paros de producción
- ✓ Datos estadísticos de los equipos individuales

Tomando en cuenta lo anterior mencionado y ya que el Terminal maneja el áreas de almacenamiento se configuró la pantalla de información para cada tanque una pantalla que muestra con más detalle los datos específicos de cada uno de ellos.

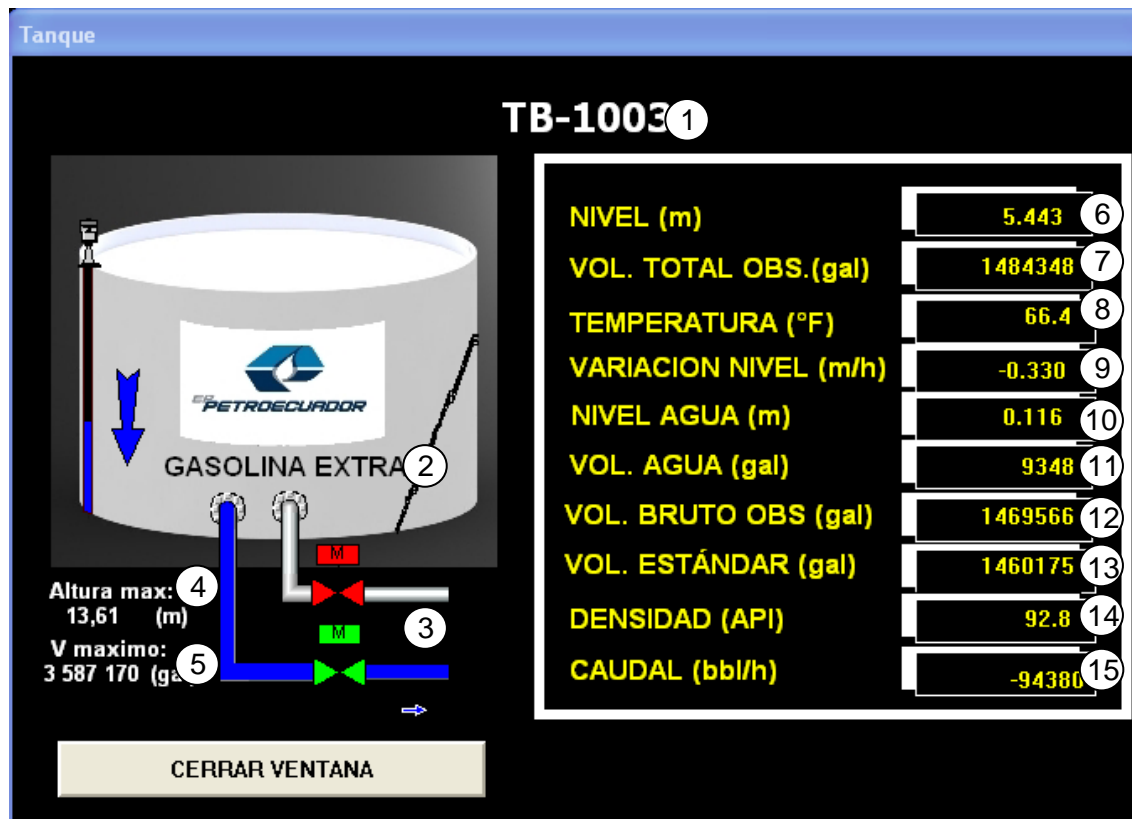


Figura 3. 18 Pantalla de valores de procesos para cada tanque.

Para esta pantalla se tomó en cuenta estándares previamente definidos respecto al color y la información textual, se evitó el uso de decimales poco significativos, además se usó barras dinámicas verticales para mejorar la comprensión del operador, el color de las barras dinámicas cambian de color de acuerdo al producto que contiene cada tanque, además se observa de manera dinámica si las válvulas se encuentra abierta o cerrada o si el producto se encuentra ingresando o saliendo del tanque, en la Tabla 3. 14 detalla la pantalla.

Tabla 3. 14 Descripción de información para cada tanque ⁴

Número	Nombre	Descripción
Explicación Gráfica		
1	Identificación Del Tanque	Este dato es actualizado de acuerdo al tanque que se desee ver la información, está identificado con los nombres actuales marcados en los tanques de cada Terminal.
2	Tipo Producto	El tipo de producto cambia de acuerdo al tanque y el producto que contiene, de igual manera el gráfico cambia según el tipo de tanque.
3	Válvulas	Las válvulas son accionadas con acción de apertura o cierre de las mismas, además existe flechas de acción que permite ver el flujo del producto.
Explicación de Datos Observados		
4	Volumen Máxima Operativa Del Tanque.	Este dato es único para cada tanque, el dato es el volumen operativo máximo tomado de tablas operativas ⁵ .
5	Altura Máxima Operativa Del Tanque	Altura referencial operativo para cada tanque, este dato se toma mediante tablas(dato medido desde el borde de la escotilla)
6	Nivel. (ítem: nombre.LL.CV)	Muestra el nivel del tanque en metros.
7	Volumen Total Observado (ítem: nombre.TOV.CV)	Es el volumen de producto, agua y sedimento y agua libre medidos a la temperatura y presión

⁴ Datos Basado En Sistema De Monitoreo Para Tanques De Almacenamiento, Comité De Normalización De Petróleos.

⁵ Tabla de calibración en base a normas MPMS sección 1, Cap. 22a y 22b

		observadas. En algunos casos es igual al volumen bruto observado.
8	Temperatura (ítem: nombre.AT.CV)	El dato de temperatura es proporcionado por el Sensor Tipo Radar Rex (Capitulo 2)
9	Variación Nivel (ítem: nombre.LR.CV)	Integrado por instrumento de medición Sensor Tipo Radar Rex (Capitulo 2)
10	Nivel Agua (ítem: nombre.FWL.CV)	Proporcionado por el instrumento de medición Sensor Tipo Radar Rex (Capitulo 2)
11	Vol. Agua (ítem: nombre.FWV.CV)	Proporcionado por el instrumento de medición Sensor Tipo Radar Rex (Capitulo 2)
12	Vol. Bruto Observado (ítem: nombre.GOV.CV)	Es el volumen de producto, más agua y sedimento, excluyendo agua libre, que hay en el tanque de almacenamiento a la temperatura y presión observadas.
13	Vol. Estándar (ítem: nombre.GSV.CV)	Es el volumen del producto, excluyendo agua y sedimento y agua libre, corregido a las condiciones estándar de medición.
14	Densidad (ítem: nombre.FR.CV)	Es la relación entre la masa de un volumen dado del líquido a una temperatura estándar y la masa de un volumen igual de agua a temperaturas de referencia.
15	Caudal (ítem: nombre.DREF.CV)	Proporcionado por el instrumento de medición Sensor Tipo Radar Rex (Capitulo 2)

3.9.8. Gráficos de Tendencias y Tablas.

Los gráficos de tendencias y las tablas son los principales medios de agrupamiento de las variables para crear esquemas informativos para el usuario. Para crear los grupos de valores que compondrán los diversos gráficos de tendencias se tomó en cuenta el volumen de cada producto con ello logramos tener una estadística de movimiento del producto diario.

La ventaja de los sistemas SCADA es dar un panorama más completo de la situación de la planta al operador, mostrándole además de los equipos y valores puntuales, los datos que requieren una interpretación en el transcurso del tiempo, es necesaria la clasificación de los datos y su despliegue en las pantallas para no abrumar al usuario con información inútil.

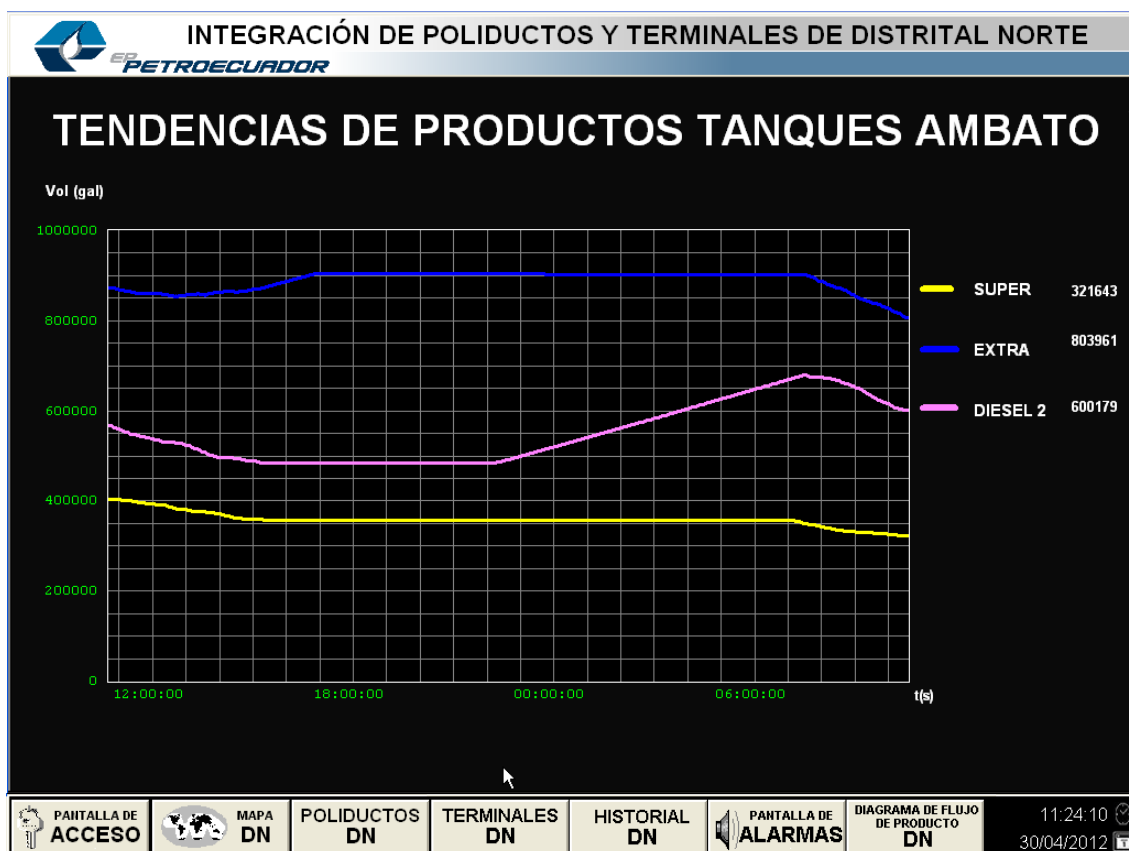


Figura 3. 19 Pantalla para cada Terminal, Tendencia de movimiento de producto

La Figura 3. 19 Muestra la pantalla de Tendencias que produce el movimiento de producto aplicada en cada Terminal, para esto se consideró las siguientes recomendaciones, no se llenó de variables en una sola grafica, se defendió los datos de cada producto con diferentes colores y tipos de línea, además se aseguró un rango adecuados para la operación y visualización del mismo, se usó una rejilla tenue (grid) para ayudar al operador.

3.9.9. Manejo de alarmas

Para el manejo de alarmas se basó en la norma ISA-18.2. Esta norma define una alarma como "una señal acústica y / o medios visibles que indica que el equipo se encuentra en mal funcionamiento, la desviación del proceso, o una condición anormal".

Se basó en la ISA-18.2 ya que incluye un complejo diagrama que representa el estado de alarmas y los sub-estados (anexo 5). De particular interés son los estados Fuera de Servicio o perdida de comunicación que son las más relevantes para la aplicación.

Para el proyecto se utilizó el reconocimiento de una alarma que se inhibe temporalmente, normalmente a través una iniciación manual por parte del operador, utilizando un método de cumplimiento de una serie de requisitos para garantizar el estado.

Alarma fuera de Servicio es por falta de funcionamiento, por lo general por motivos relacionados con la Mantenimiento, estas alarmas tienen que estar al tanto el personal de mantenimiento.

- **Pantalla de Alarmas**

Las alarmas junto con la representación del estatus de los equipos y de los valores analógicos del sistema constituyen los principales elementos con los que se informa al operador sobre el estado de la planta. Las alarmas son muy importantes ya que alertan al operador sobre las situaciones anómalas que se presentan en el proceso e implican una intervención de él. En caso de que exista una situación informativa que no requiera una intervención del usuario, entonces será definido como un mensaje en vez de una alarma.

Las alarmas y mensajes se deben clasificar por prioridades en cuanto a su estado crítico:

- ✓ Críticas: las cuales amenazan la seguridad de la planta y/o que pueden implicar la detención de la producción
- ✓ Advertencias: las cuales se pueden convertir potencialmente en situaciones críticas después de un tiempo si el evento que originó la advertencia continúa empeorando el estado del equipo. Se puede considerar también una advertencia cuando se presenta una situación que afecta negativamente la conducción óptima de la planta
- ✓ Mensaje: eventos que conviene transmitir al operador pero no representan una amenaza a la conducción del equipo, a la producción o a la seguridad de la planta

El manejo de las alarmas para la aplicación se desarrolló de la siguiente manera, estado de conexión de cada Terminal y Poliducto, estado de alarma o evento previo de los tanques de cada Terminal, los eventos producidos en cada isla de carga, estas alarmas y advertencias fueron manejados con los estándares de color, fuentes, texto, tamaño, espaciado y alineamiento predefinidos, se agrupó de igual manera las alarmas para evitar exceso de alarmas y mensajes superfluos al operador. Las alarmas se complementan con pantallas auxiliares

que informan al operador de eventos o alarmas, la Figura 3. 20 muestra la pantalla de alarmas dividida por Terminales y Poliductos.

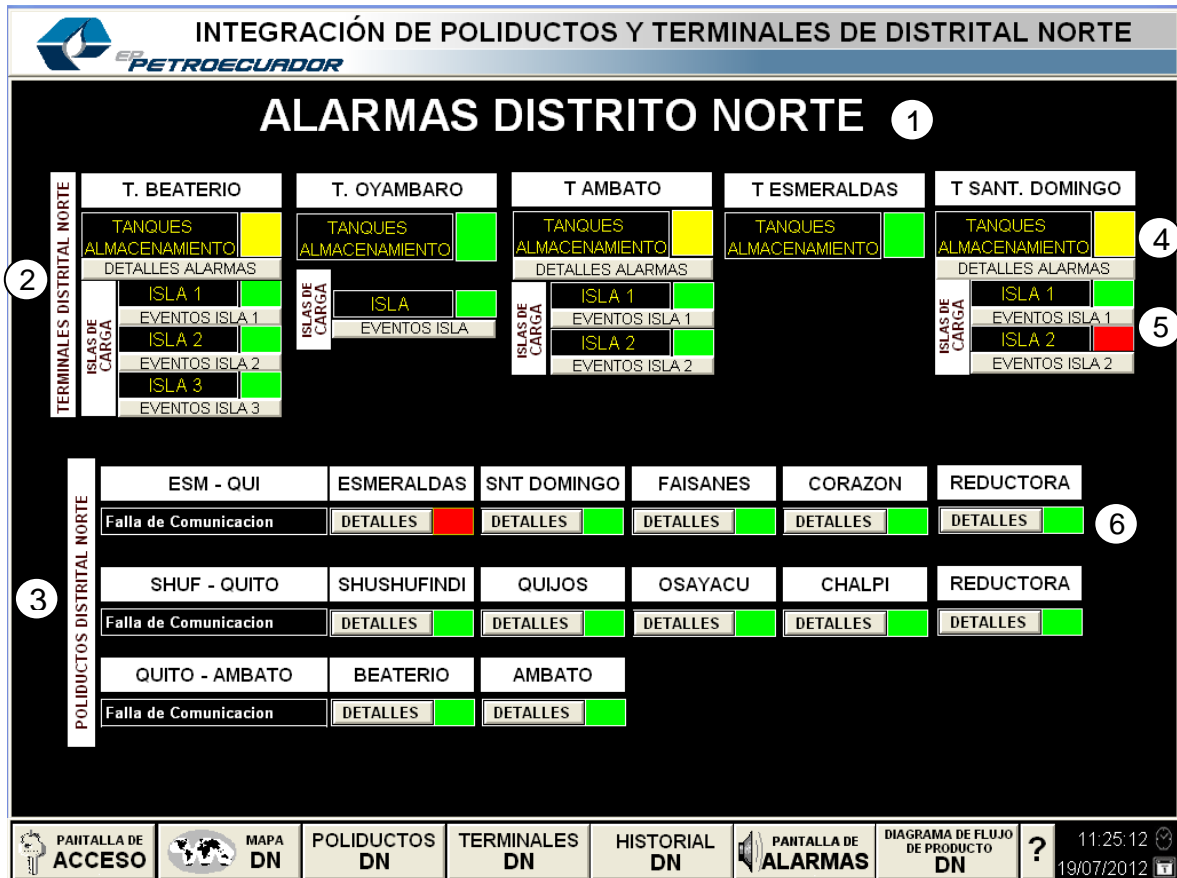


Figura 3. 20 Pantalla de Alarmas Generales de la aplicación

Tabla 3. 15 Descripción de la pantalla de alarmas

Número	Nombre	Descripción
1	Título de la pantalla	Muestra el nombre del Terminal que pertenece las alarmas del área de almacenamiento
2	Alarmas de Terminales	Muestra las Alarmas Grupada por Terminales
3	Alarmas de Poliductos	Muestra las Alarmas Grupo por Poliductos
4	Área de almacenamiento	Muestra una alarma general en caso que exista: sobre llenado, perdida de comunicación o nivel bajo de algún tanque.
5	Islas de Carga	Muestra una alarma general en caso que exista falla de comunicación, además permite revisar eventos de cada isla para futuros análisis.

6	Poliductos	Estas alarmas están básicamente basadas en pérdida de comunicación de cada estación de bombeo o reductora.
---	------------	--

En algunos casos, por ejemplo, para los valores relativos a las alarmas que implica una situación anómala la interfaz se desplegará un aviso informando al operador una falla, en el caso que el operador necesite investigar más a fondo la condición anormal deberá proceder al menú del videowall en el cual se encuentran los diferentes Terminales permitiéndole ver la aplicación de las mismas en detalle.

- **Pantalla Visor de Alarmas**

En esta pantalla se muestran, de una forma visual, las alarmas producidas por niveles de tanques alarmas de nivel bajo o alto nivel el cual puede producir daños irreparables a los tanques de almacenamiento, e incluso daños graves para la empresa y el medio ambiente. La Figura 3. 21 muestra la pantalla para la visualización de estas alarmas.

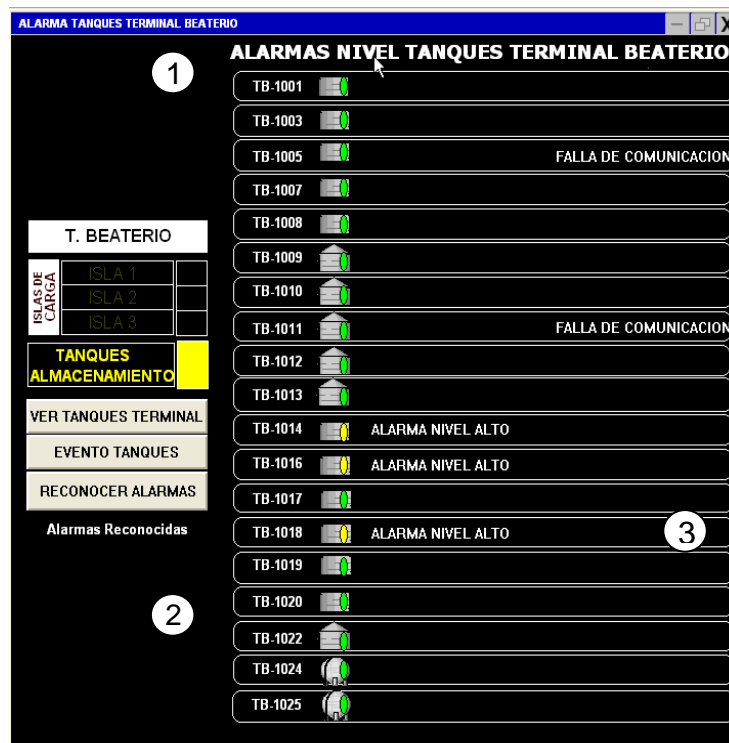


Figura 3. 21 Pantalla detallada de Alarmas de Tanques

Tabla 3. 16 Descripción de la pantalla de Alarmas Área de Tanques

Número	Nombre	Descripción
1	Titulo de la pantalla	Muestra el nombre del Terminal que pertenece las alarmas del área de almacenamiento
2	Reconocer Alarmas, mostrar tanques	Permite al operador identificar la alarma y pausar el titileo de la señal indicadora. Además da la posibilidad de abrir la pantalla de tanques.
3	Tabla de alarmas	En esta tabla indica el estado de cada uno de los tanques, permitiendo al operador identificar el tipo de nivel o una falla de comunicación.

En el detalle de las alarmas muestra cada una de los acontecimientos que puede suceder entre las cuales tenemos alarma de nivel bajo bajo que es un carácter crítico, alarma de nivel bajo que es una alarma previa, mas no una alarma de carácter grave, alarma de nivel alto una alarma previa, y una alarma de nivel alto alto que se considera una alarma de peligro, estos son niveles operacionales tomados de tablas de operadores Anexo 3.

Se tomó en cuenta las siguientes recomendaciones de la guía GEDIS, la ventana de alarmas es distinguible por el operador ya que se encuentran en el área de menú. En caso que no se encuentre en la pantalla de alarmas existe una ventana auxiliar que anuncia la existencia de una nueva alarma, con la facilidad de acceder a ellos fácilmente, la Figura 3. 22 muestra las ventanas usadas para este propósito.

**Figura 3. 22 Pantalla de aviso de revisión de alarmas**

En caso de la primera figura anuncia una revisión de las alarmas, y en la figura2 anuncia una más específica falla de comunicaciones de una isla de carga.

- **Pantalla Historial de Eventos**

Esta pantalla presenta un historial de los eventos producidos en cada isla de carga de los diferentes Terminales de una forma más detallada, es decir, se indica la fecha, hora, tipo, prioridad, nombre y su estado.

Esta pantalla registra la información de cada isla en el caso que falle la toma de datos, estos datos se almacenan para futuros análisis de fallos en la aplicación. La Figura 3. 23, muestra la pantalla utilizada para este propósito.

Date	Time	Comment	Name	Type	Value	Operator	State
04/18	13:38		MET_FREE-UY:...	DDE	OFF	UK-0002/None	
04/18	13:38		BATC'DONE-U...	DSC	ON	UK-0002/None	UNACK
04/18	13:38		BATC'DONE-U...	DDE	ON	UK-0002/None	
04/18	13:38		ZS-DR-000204	DSC	OFF	UK-0002/None	UNACK
04/18	13:40		BATC'DONE-U...	DDE	ON	UK-0002/None	
04/18	13:40		BATC'DONE-U...	DSC	ON	UK-0002/None	UNACK
04/18	13:40		MET_FREE-UY:...	DDE	OFF	UK-0002/None	

Figura 3. 23 Pantalla para revisión de eventos para cada Isla de carga

3.9.10. Pantalla de Históricos

La pantalla de Históricos permite mostrar variables de los diferentes procesos en una línea de tiempos, estos datos se almacenan en una base de datos, desde donde pueden exportados a una hoja de cálculo para su posterior tratamiento (Capitulo 4).

Esta ventana es de mucha utilidad pues presenta el comportamiento histórico de los productos para una rápida comprensión del operador, mediante el menú inferior se puede visualizar el histórico del movimiento de nivel de tanques de cada una de las Terminales, en la figura muestra la pantalla de históricos utilizada, la tabla muestra características de la pantalla.

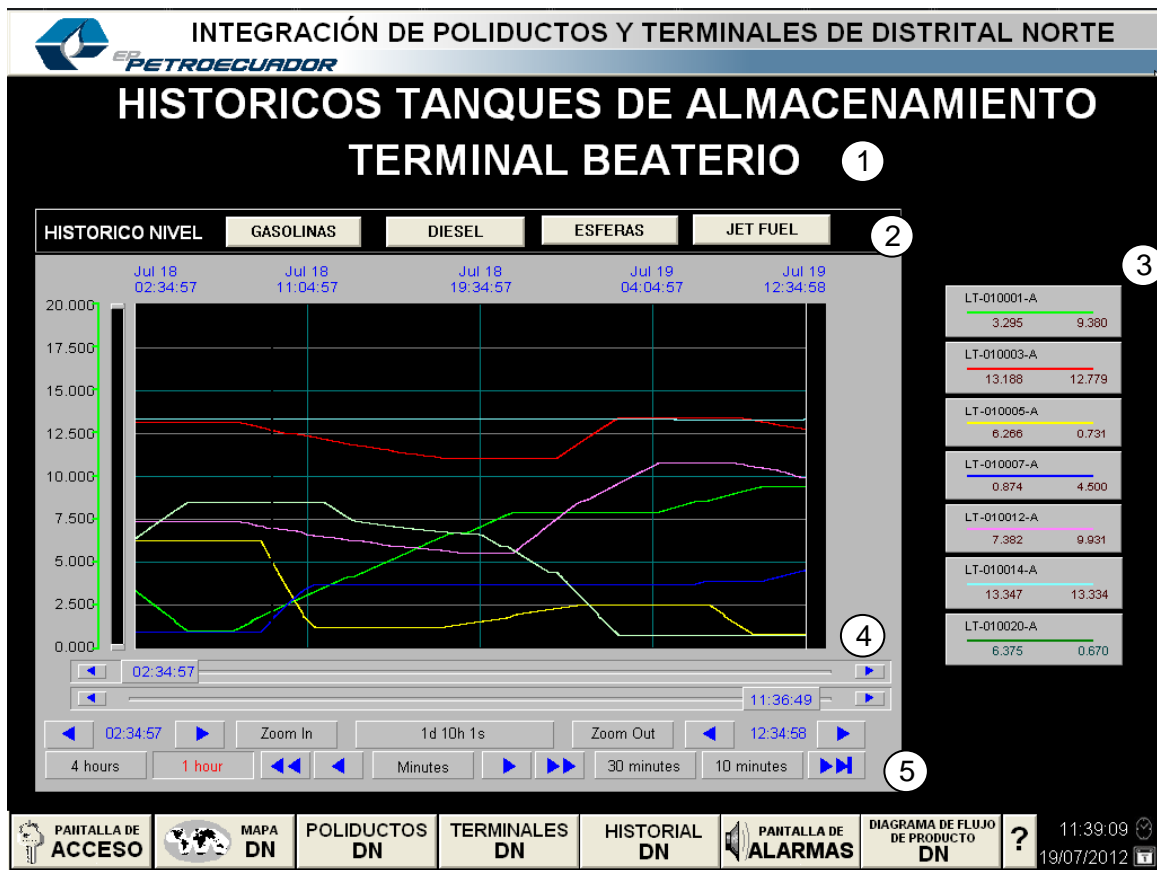


Figura 3. 24 Pantalla de Históricos Tanques de almacenamiento.

Tabla 3. 17 Descripción de la pantalla Wonderware Historian

Número	Nombre	Descripción
1	Título de la pantalla	Muestra el nombre del Histórico del Terminal
2	Histórico de Nivel por producto.	Muestra los históricos agrupados por tipo de producto.
3	Agrupación de tanques	Muestra los tanques identificando por color, para identificar en la grafica.
4	Grafica de movimiento del producto.	Muestra una grafico del movimiento de producto de cada uno de los tanques, de acuerdo al producto.
5	Botones de configuracion de tiempo	Permite configurar periodos de tiempo necesario para visualizar el historial del movimiento de producto. Además permite realizar zoom de la pantalla.

Ya que la aplicación es muy grande para la aplicación se ayudó con Wonderware Historian Tendencia desde esta ventana se puede manejar toda la base de dato simplemente se carga los datos que se desea ver y se podrá tener un histórico de

cada uno de los datos requeridos, en la Figura 3. 25 muestra los valores de acuerdo a un tiempo establecido.

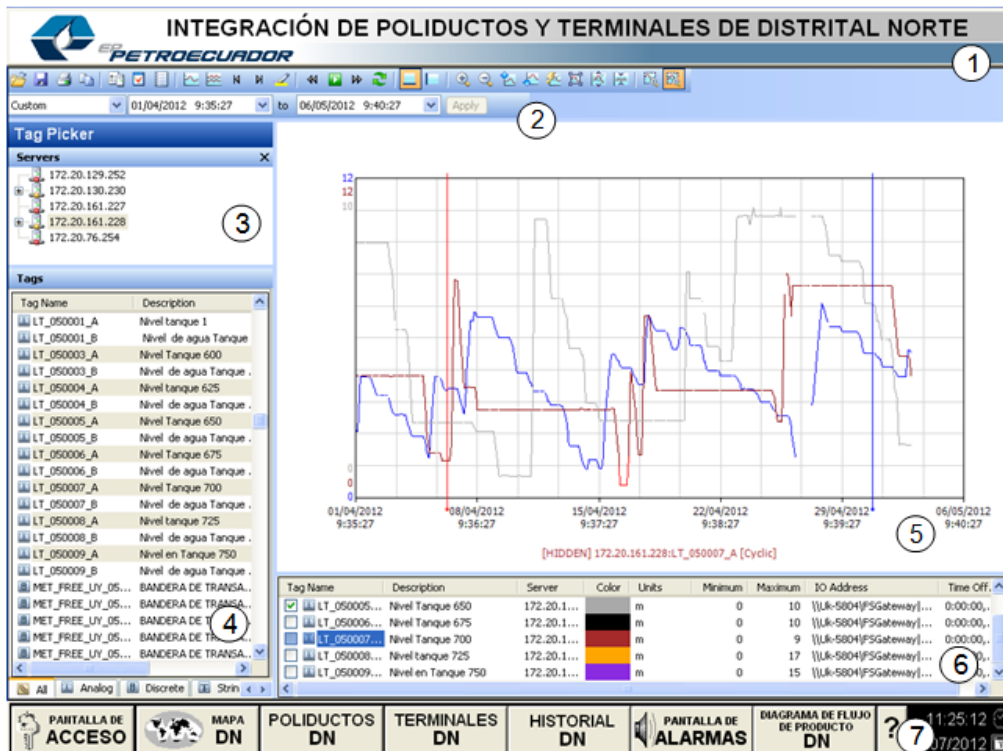


Figura 3. 25 Pantalla de Históricos (Wonderware Historian Tendencia)

Tabla 3. 18 Descripción de la pantalla Wonderware Historian

Número	Nombre	Descripción
1	Barra de titulo	Muestra El sello de la empresa y el nombre de la aplicación
2	Barra de tiempo	Esta barra permite poner un periodo de tiempo con el cual podemos ver los diferentes tags.
3	Lista de Servidores	Muestra la lista de servidores de los diferentes Terminales.
4	Lista de Tags	Muestra los tags con la descripción de cada uno. Aquí selecciona los tags que queremos mostrar en la grafica.
5	Gráfico	Muestra las diferentes variables en una escala de tiempo.
6	Tags seleccionados	Muestra la lista seleccionada, aquí podemos o agregar o quitar tags.
7	Menú inferior	Menú de navegación.

Se utilizó Wonderware Historian Tendencia cliente ya que es una aplicación tipo cliente que le permite consultar las etiquetas de una Wonderware Historian base

de datos y colócalas en una pantalla gráfica. Después de añadir los datos que se desee consultar, se tiene la facilidad de puede manipular los datos amostrar en una variedad de maneras, incluyendo paneo, zoom, escalado y da la opción de seleccionar el rango de tiempo de la consulta. Se puede personalizar cualquier tendencia mediante la configuración de pantalla opciones y configurar las opciones generales para el uso con todas las tendencias.

3.10. Detalles de las pantallas realizadas

La interfaz Hombre-Máquina implementada en INTOUCH se modificó de manera que presente datos y condiciones actuales tanto de Terminales (Islas de carga y tanques de almacenamiento) Como Poliductos (área de Bombeo y Reductora). La identificación de los equipos de campo está en base al manual de identificación del Terminal que se explica anteriormente. Como se muestra en la Figura 3. 26 se modificó la pantalla de acceso y el menú inferior, mientras que en la Tabla 3. 19 se describen las partes de esta ventana.



Figura 3. 26 Pantalla de Acceso e identificación de usuarios.

Tabla 3. 19 Descripción en detalle de la pantalla de accesos y la barra de menú

Número	Nombre	Descripción
1	Barra de titulo	Muestra El sello de la empresa y el nombre de la aplicación
2	Ingreso	Permite ingresar el nombre de usuario y su respectiva contraseña, está pensado para evitar cambios y saboteo de la aplicación, solo personal autorizado tiene acceso total para realizar modificaciones a la aplicación. Esta clave además habilita el manejo del historial. Se establecieron 4 usuarios administrador, mantenimiento, integradores y operadores los cuales son autorizados para ingresar y modificar la aplicación.
3	Menú inferior	<p>Acceso: Muestra la ventana de acceso.</p> <p>Mapa DN: Muestra el mapa del Distrito Norte con la ubicación de las líneas del Poliducto y sus respectivos Terminales.</p> <p>Poliducto DN: Muestra la división de Poliductos que maneja el Distrito norte de Ep Petroecuador, permitiendo ir a cada uno de ellos.</p> <p>Terminales DN: Muestra la división de los Terminales del Distrito norte, con la posibilidad de navegar en cualquiera de ellos.</p> <p>Diagrama de Flujo de Producto DN: Muestra de forma de diagrama de flujo el sinóptico del movimiento del producto del distrito norte.</p> <p>Pantalla de Alarmas: Muestra un resumen de alarmas de del Distrito norte.</p>

3.10.1. Pantalla del Mapa Distrito Norte

En la Figura 3. 27 se observa el poliducto y las estaciones del distrito norte, además la barra de menú agrupadas las aéreas específicas para mejorar el desplazamiento de la aplicación.

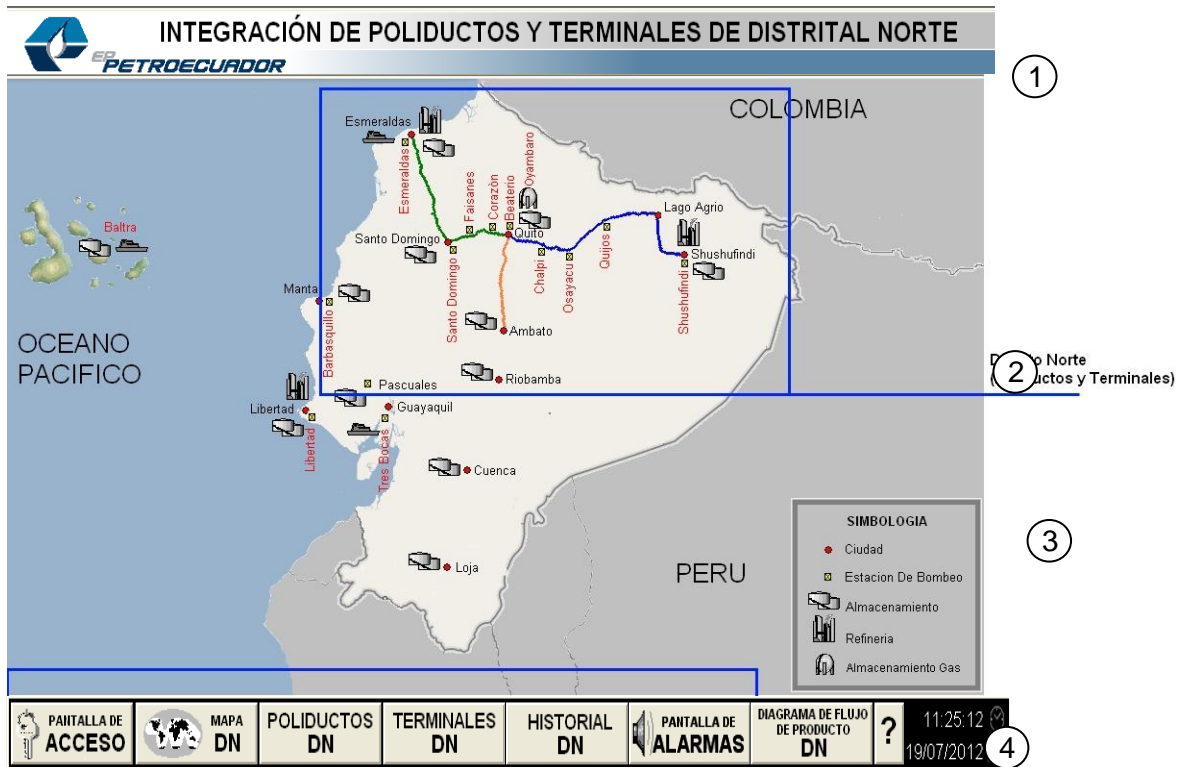


Figura 3. 27 Mapa gráfico de la ubicación de Poliductos y Terminales Distrital Norte

Tabla 3. 20 Descripción de la pantalla del Mapa Distrito Norte

Número	Acción / Ventana	Descripción
1	Barra de titulo	Muestra El sello de la empresa y el nombre de la aplicación.
2	Mapa	Muestra la ubicación actual de los Poliductos y Terminales del Distrito Norte de Ep Petroecuador.
3	Simbología	Descripción de cada uno de los símbolos usados en el mapa, de las diferentes secciones y aéreas a nivel Nacional
4	Menú Principal	Agrupar áreas y Sub áreas del Distrito Norte, para dar mejor desplazamiento en la aplicación al operado.

El mapa muestra la distribución de los diferentes Poliductos y Terminales del distrito norte mediante esta pantalla da al operador una relación lógicas del proceso.

3.10.2. Pantallas de Poliductos

Para las pantallas relacionadas con los Poliductos se estableció de la siguiente manera aérea de Bombeo, Reductora y perfil altimétrico donde se muestra datos característicos de cada uno:

- **Pantallas Aéreas de Bombeo**

La Figura 3. 28 muestra la pantalla genérica para el área de Bombeo, esta es representada por medio de un esquema unifilar y a través de una representación sencilla de bombas, válvulas y aparatos de control y medida.

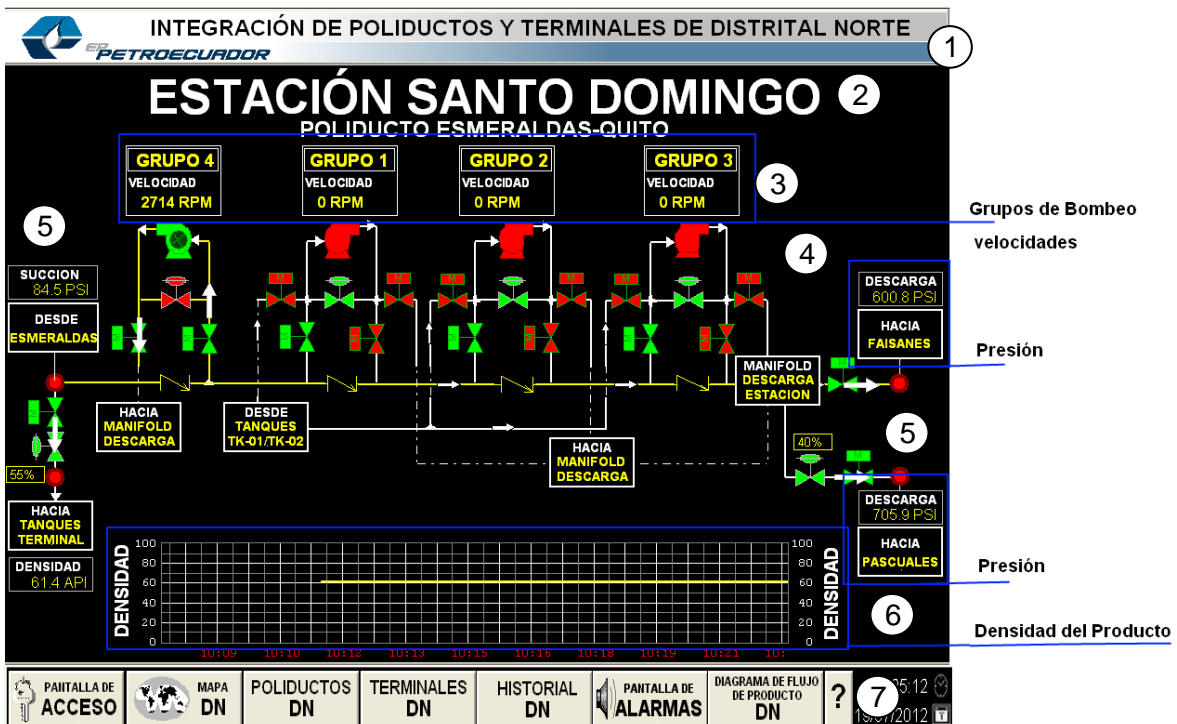


Figura 3. 28 Pantalla del Área de Bombeo (Poliductos)

Están separados por grupos de bombes donde muestra la velocidad de cada bomba, además las válvulas que se encuentran en operación, la pantalla además muestran las presiones tanto en la succión como la presión de descarga, cuenta

la tendencia de la densidad ya que con el tiempo cambian en producto bombeado, la Tabla 3. 21 muestra la descripción de la pantalla.

Tabla 3. 21 Descripción de las Pantallas del Área de Bombeo de los Poliductos

Número	Acción / Ventana	Descripción
1	Barra de título	Muestra El sello de la empresa y el nombre de la aplicación.
2	Título de la Pantalla	Indica el nombre de la estación de bombeo observada.
3	Grupos de Bombeo	Cada estación tiene cuenta con varios grupos de bombeo, estos son con motores a Diesel o con motores Eléctricos. En cada grupo de bombeo se observa la velocidad de cada bomba.
4	Esquema de bombas y actuadores	Este esquema presenta de una manera sencilla, y aplicando las normas antes mencionadas del área de bombeo de las estaciones, en esta también cambia en el caso que se encuentre activadas o desactivadas las bombas o actuadores.
5	Dato de Presión	Presión de succión
		Presión de descarga
6	Densidad del Producto	Grafica densidad tiempo del producto, esta grafica depende del producto que se encuentre bombeándose.
7	Menú Inferior	Menú de Navegación

En el poliducto Shushufindi – Quito cuenta además con la posibilidad de ver la cantidad de Barriles por hora, el tipo de producto que se está bombeando y la densidad, debido a que cuentan con medidores de flujo y de caudal con los cuales se puede ver la densidad y otros datos del producto.

- **Pantalla Reductora**

Otras de las pantallas del poliducto que está considerada es la parte de reductora donde se puede observar de igual manera las densidades del producto, las presiones y los tanques a los que el producto es almacenado, la Figura 3. 29 muestra la pantalla tipo para la reductora y la Tabla 3. 17 muestra detalles de la pantalla.

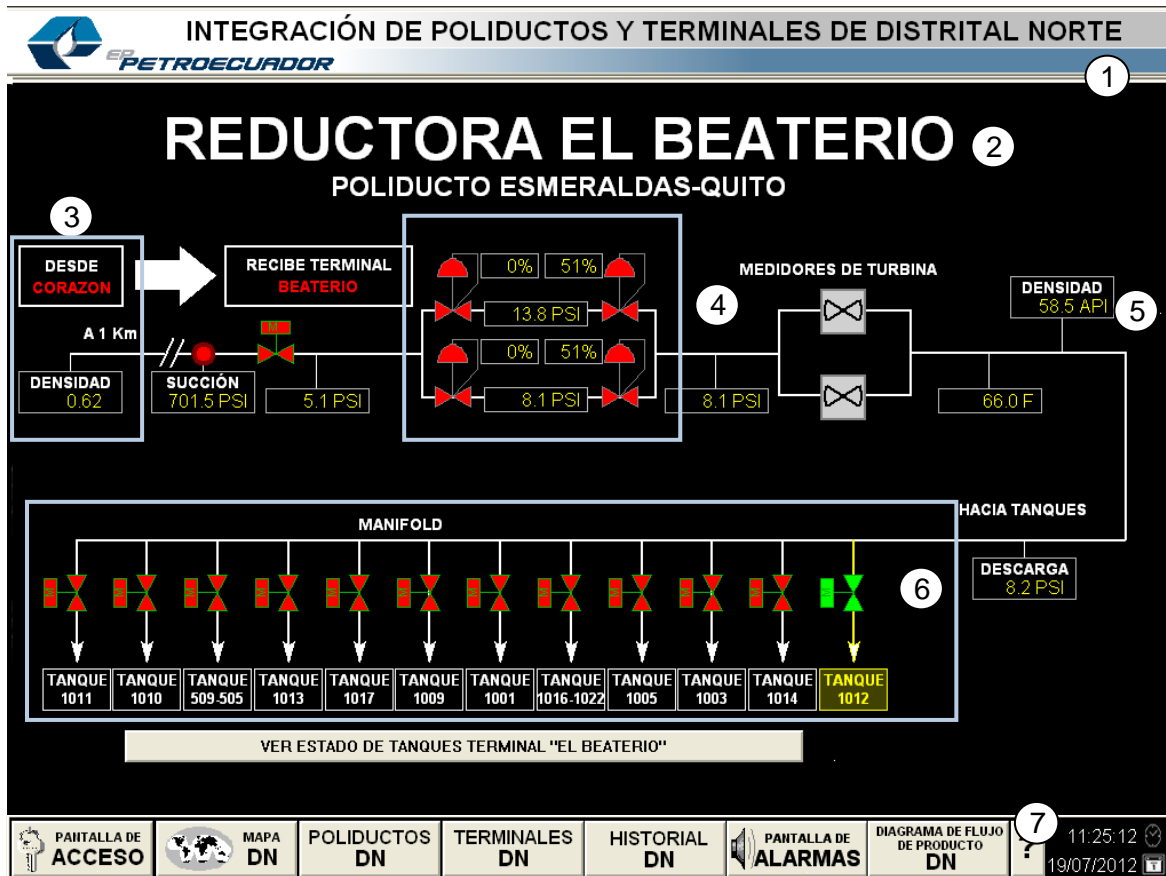


Figura 3. 29 Pantalla Poliducto Reductora

Tabla 3. 22 Descripción de la pantalla del Poliducto Área reductora

Número	Nombre	Descripción
1	Barra de titulo	Muestra El sello de la empresa y el nombre de la aplicación.
2	Barra de Subtitulo	Indica el nombre de la pantalla, especifica el poliducto al cual pertenece.
3	Datos de ingreso del producto	Especifica el lugar de donde llega el producto, densidades y presiones.
4	Estado de Válvulas	Muestra el estado de las válvulas para controlar la presión de entrada del producto
5	Densidad y temperatura	Este dato es relativo al poliducto y los datos que nos permitieron tomar.
6	Tanques de almacenamiento	Indica el tanque al que se encuentra llegando el producto
7	Menú inferior	Menú de Navegación

- **Pantalla Perfil Altimétrico**

La pantalla del perfil altimétrico de cada Poliducto muestra en una grafica de distancia altura el recorrido que debe seguir la tubería y con esta la ubicación referente de cada estación de control o de bombeo existentes, ya que no todos los poliductos manejan datos similares por sus instrumentos de medición y control, se generalizó algunos datos permitiendo a la aplicación sacar el mayor provecho de estas. En las Figura 3. 30, Figura 3. 31 Y Figura 3. 32 se muestra el perfil altimétrico de cada Poliducto del Distrito Norte.

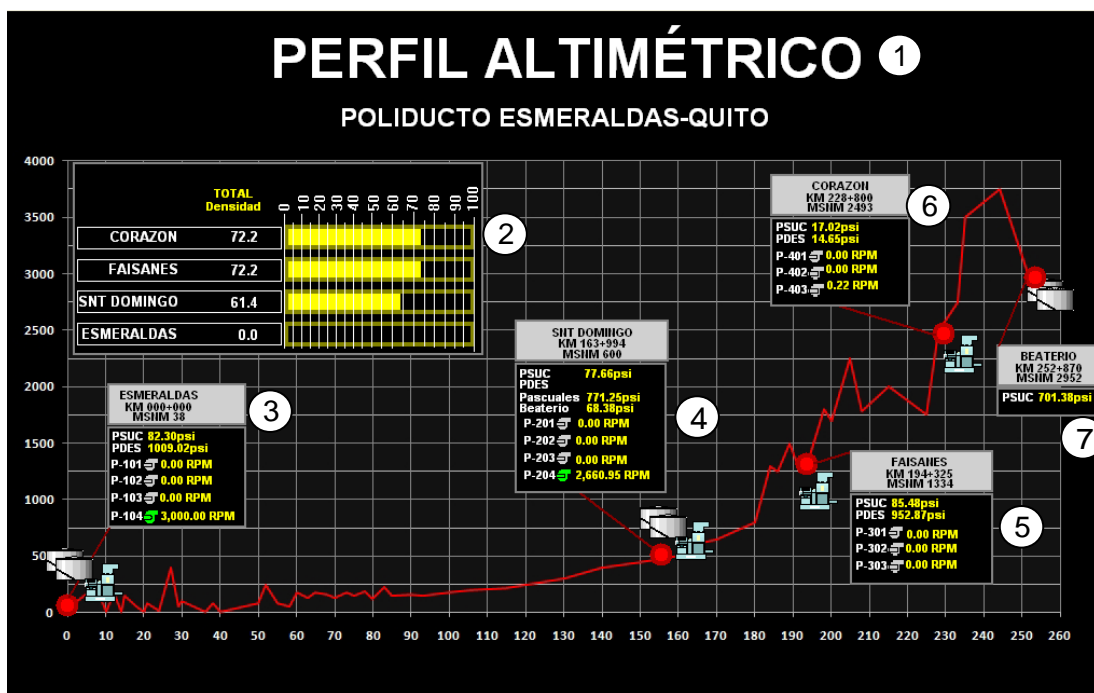


Figura 3. 30 Pantalla perfil altimétrico Esmeraldas Quito

Tabla 3. 23 Descripción del Perfil altimétrico Esmeraldas Quito

Número	Nombre	Descripción
1	Titulo	Muestra el titulo de la Pantalla.
2	Tabla de Densidad	Muestra la densidad del producto que se está transportando.
3	Estación Esmeraldas	Muestra una tabla donde muestra las presiones tanto de succión como descarga, además la velocidad de cada grupo de bombeo.
4	Estación Santo Domingo	Muestra presiones tanto de succión como descarga a Pascuales y en dirección a la estación Beaterio,

		además la velocidad de cada grupo de bombeo.
5	Estación Faisanes	Muestra presiones tanto de succión como descarga, y las velocidades de cada grupo de bombeo.
6	Estación Corazón	Muestra presión succión como descarga es la estación previa a la estación reductora Beaterio, además muestra la velocidad de cada grupo de bombeo.
7	Estación Reductora Beaterio	Muestra presiones de succión.

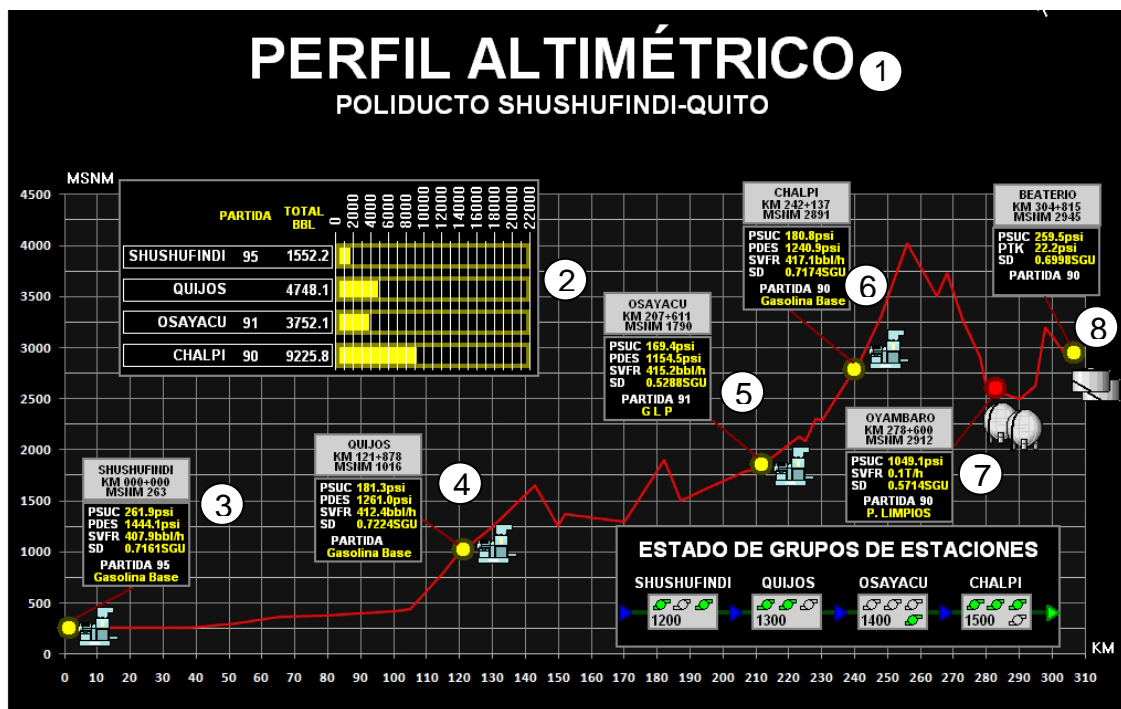


Figura 3. 31 Pantalla perfil altimétrico Shushufindi Quito

Tabla 3. 24 Descripción Perfil altimétrico Shushufindi Quito

Número	Nombre	Descripción
1	Título	Muestra el título de la Pantalla.
2	Tabla de densidad	Muestra la densidad del producto bombeado, el número de partida que es manejada por operadores y el total de barriles por litro.
3	Estación Shushufindi	Muestra la altura y la distancia recorrida por la tubería, además la presión de succión y descarga del producto, la densidad. La aplicación del poliducto además cuenta
4	Estación Quijos	
5	Estación Osayacu	

6	Estación Chalpi	con un medidor de flujo en el que identifica el producto transportado.
7	Estación Oyambaro	
8	Estación reductora Beaterio	Muestra presiones de succión.

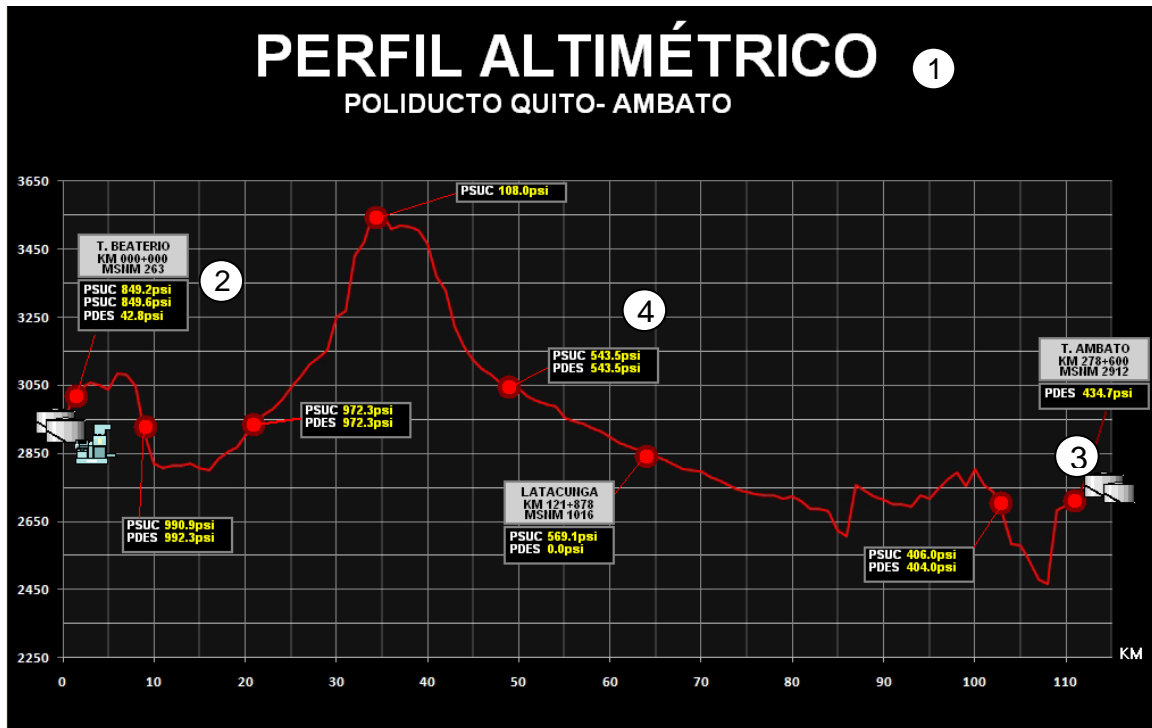


Figura 3. 32 Pantalla perfil altimétrico Quito Ambato

Tabla 3. 25 Perfil altimétrico Quito Ambato

Número	Nombre	Descripción
1	Título	Muestra el título de la Pantalla.
2	Est. de Bombeo Beaterio	Muestra presiones de succión y descarga a la estación Ambato
3	Estación Reductora Ambato	Muestra la presión de descarga del producto
4	Puntos de control	El Poliducto Quito Ambato no es muy distante por lo que no necesita varias estaciones de bombeo, sin embargo cuenta con varios puntos de control, los cuales se pueden monitorear las presiones que maneja.

3.10.3. Pantallas de Terminales

Para las pantallas relacionadas con los Terminales se dividió de la siguiente manera, Área de Despachos, Área de Almacenamiento, y Tendencias movimiento de producto.

- **Pantallas Área de Despacho de Combustible**

El área de despacho de combustible se realiza de 2 formas, Carga Aérea y Carga Ventral especialmente en el Terminal Beaterio, en los demás terminales solo manejan la carga aérea. Por lo tanto tomando en cuenta que la carga aérea se realiza por la parte superior del tanquero y la carga ventral se efectúa por la parte baja del tanquero, las pantallas se realizó con el objetivo de asimilar este proceso y configurando colores y simbología antes mencionada, la pantalla tipo para el área de despacho se muestra en la Figura 3. 33.

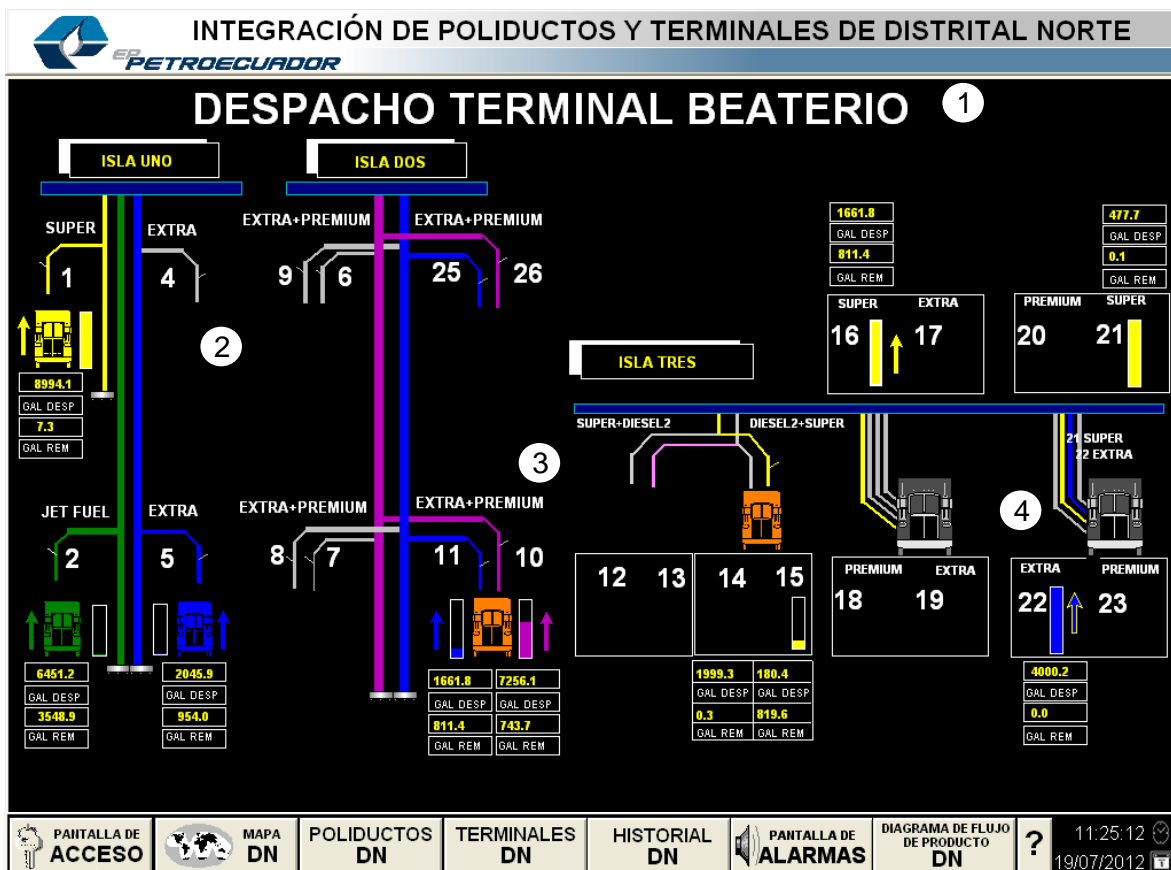


Figura 3. 33 Área de Despacho de combustible.

Tabla 3. 26 Descripción de la pantalla de Despacho de Combustible

Número	Nombre	Descripción
1	Título	Muestra el título de la Pantalla.

2	Isla de carga1	Muestra la carga aérea
3	Isla de carga 2	Muestra la carga aérea mixta, en donde el tanquero puede carga 2 productos diferentes.
4	Isla de carga 3	La isla 3 maneja carga mixta y carga ventral, en la carga ventral se puede cargar hasta 4 productos diferentes a la vez.

La configuración de las otras Terminales en el área de despacho de combustible presenta la misma configuración, además esta pantalla cada vez que se encuentra despachando un producto muestra un tanquero en la isla correspondiente y la tubería cambia en relación al producto, también cuenta con una alarma para cada brazo en caso de atascamiento de la papeleta.

3.10.4. Pantallas Área De Almacenamiento

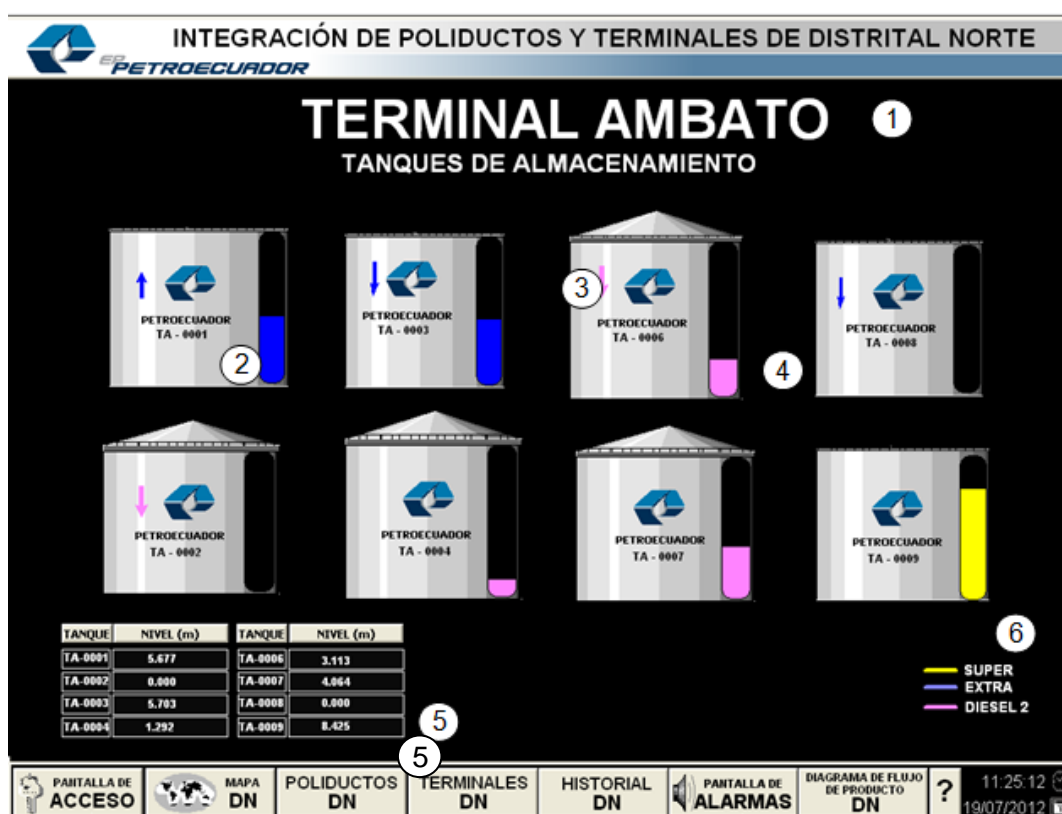


Figura 3. 34 Pantalla Tipo para Área de almacenamiento de Terminales

Cada Terminal cuenta con el área de almacenamiento, estas pantallas se manejan como se muestra en la Figura 3. 34.

Tabla 3. 27 Descripción del área de almacenamiento para Terminales

Número	Nombre	Descripción
1	Título	Muestra el título de la Pantalla.
2	Identificación	Muestra la identificación de cada tanque dependiendo del Terminal.
3	Dirección de movimiento del producto	Mediante flechas muestra si el producto se encuentra ingresando o a su vez sacando producto del tanque, se encuentra claramente identificado con el color del producto que almacena.
4	Nivel del Tanque	Muestra de forma grafica el nivel del tanque de igual manera con el color respectivo.
5	Identificación numérica	Muestra de forma textual el nivel del tanque con la respectiva numeración.
6	Identificación	Identifica y describe cada color del producto.

Cada uno de los tanques tiene programación que carga datos como son identificación del tanque, tipo producto, volumen máxima operativa del tanque, altura máxima operativa del tanque, nivel, volumen total observado, temperatura, variación nivel, nivel agua, vol. agua, vol. bruto observado, vol. estándar, densidad y caudal con esto evitamos realizar varias pantallas y manejar solo una pantalla dinámica como se ve en la Figura 3. 18 Pantalla de valores de procesos para cada tanque.

Se manejó el siguiente código para leer es estado de las válvulas que son tomados del PLC Quantum apuntando el access name a la computadora que se encuentra tomando los datos.

```
IF StringMid( StringRight( StringFromIntg( RR_0158+65536, 2
), 3), 1, 1 )=="1" THEN
    O_V=1;
ELSE
    O_V=0;
ENDIF;
```

```
IF StringMid( StringRight( StringFromIntg( RR_0159+65536, 2
), 3), 1, 1 )=="1" THEN
```

```
O_Va=1;
ELSE
O_Va=0;
ENDIF;
```

3.10.5. Pantallas de Diagramas de Flujo

La aplicación cuenta con un menú donde se despliega los diagramas de flujo del producto en el Distrito Norte de Ep Petroecuador, esto ayuda al operador a tener una idea completamente clara del proceso y del movimiento del producto a los diferentes Terminales. Se cuenta con 4 diagramas un diagrama general de todo el Distrito Norte, y un diagrama de flujo de cada poliducto, donde se observa cada estación de bombeo que pasa el producto. En estas pantallas no se realizó ningún cambio considerable pero se las considero importantes en la aplicación.

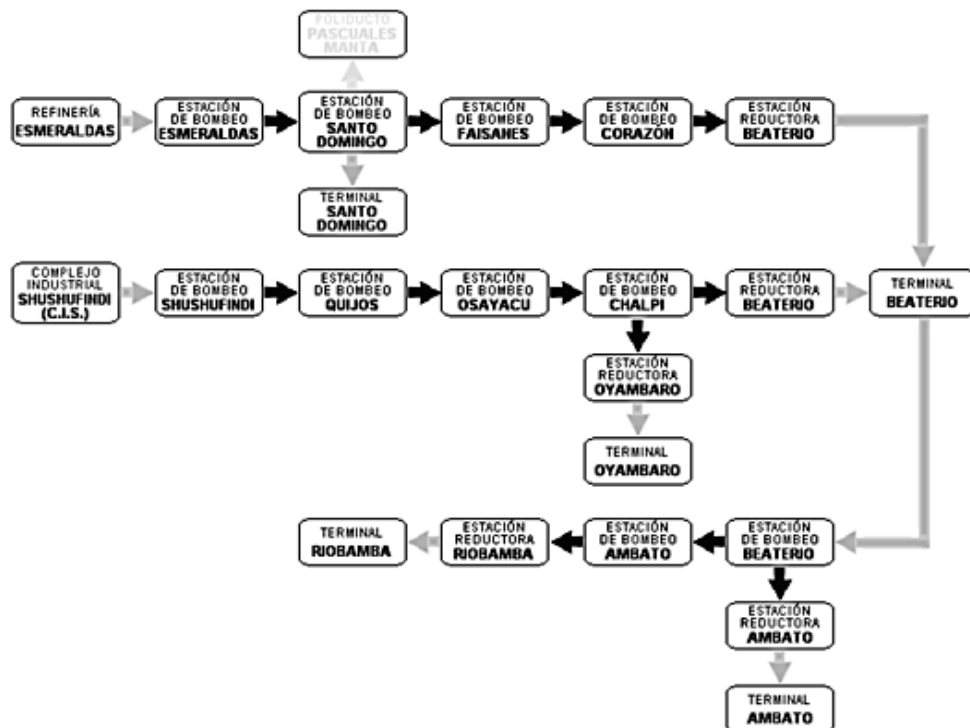


Figura 3. 35 Diagrama general de flujo del producto Distrito Norte

El diagrama del Poliducto Esmeraldas Quito va desde la refinería de Esmeraldas hasta el terminal Beaterio pasando por el Terminal Santo Domingo y por la

estación de bombeo para trasladar el producto a pascuales que pertenece a la sección centro sur de Petroecuador.



Figura 3. 36 Diagrama de Flujo Poliducto Esmeraldas Quito

El diagrama del Poliducto Shushufindi Quito va desde el complejo industrial Shushufindi hasta el Terminal Beaterio, pasando previamente a la estación de Oyambaro donde llega el gas licuado de petróleo.

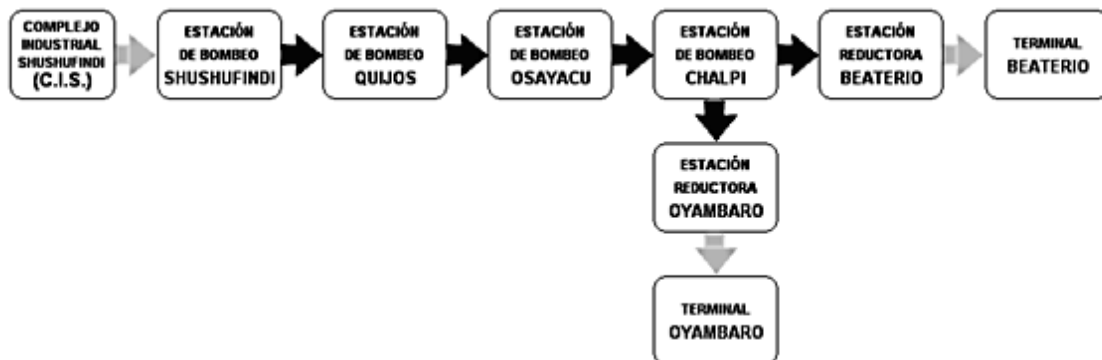


Figura 3. 37 Diagrama de Flujo Poliducto Shushufindi Quito

El diagrama de flujo Poliducto Quito Ambato, cuenta con una sola estación de bombeo hasta Ambato, el tramo de poliducto Ambato Riobamba actualmente se

encuentra en construcción con próxima inauguración por este motivo el diagrama cuenta con esta parte.



Figura 3. 38 Diagrama de Flujo Poliducto Quito Ambato Riobamba

3.10.6. Botón De Ayuda

La aplicación cuenta con un botón donde muestra una ayuda de los colores, abreviaciones y simbología utilizados en la aplicación esto ayudará a que personal nuevo pueda entender y familiarizarse con la aplicación.



Figura 3. 39 Pantalla de ayuda (identificación de símbolos)

3.11. Pantallas del VideoWall

La Gerencia de Transporte y Almacenamiento de EP Petroecuador cuenta con una Sala De Control ubicada frente a la Planta De Jet Y Mezclas en el Terminal Beaterio Figura 3. 40. Dicha sala cuenta con un Videowall marca BARCO.



Figura 3. 40 Sala de control Terminal Beaterio

El Video Wall de la estación Beaterio permite el monitoreo de todas las estaciones de bombeo y terminales pertenecientes a la Regional Norte. La versatilidad del mismo permite a su vez el monitoreo de la seguridad para el despacho de combustible de la estación. El Centro de Monitoreo y Control, es el sitio físico donde se reciben las señales de control y supervisión de variables, además señales de cámaras de video y control de las mismas. La sala de control se realiza el monitoreo de todos los sistemas de seguridad de la empresa estos pueden ser sistemas locales y también remotos de las diferentes "Terminales".

El software Barco maneja un sistema de matrices para mostrar todas las pantallas y cámaras enfocadas al monitoreo y control. La empresa cuenta con cámaras de tipo NVR (Network Video Recorder) que son equipos que reciben el video en formato digital (de una cámara IP o un codificador), estas son guardadas y almacenadas en discos duros en servidores.

Cabe decir que el monitoreo humano de muchas cámaras por mucho tiempo continuo resulta una tarea tediosa que al final genera falta de efectividad, este sistema cuenta con identificación de eventos sospechosos y notificar al vigilante mediante señales titilantes del margen en la pantalla de la cámara, esto aumenta considerablemente el nivel de seguridad, con ellas se tiene el objetivo de visualización de actividad tanto el Control de Acceso o Detección de Intrusión, o movimiento de personal en la planta. El software de las cámaras tiene la facultad de ser programas tanto en resolución y velocidad deseada con la posibilidad de grabar continuamente, por movimiento o actividad.

El Video Wall ubicada en la Sala De Control (Figura 3. 41) es el medio de información centralizada, con el objetivo de monitorear de mejor manera varios datos sin necesidad de moverse a otras aplicaciones, a pesar de que cada Terminal y Poliducto tiene su propia aplicación.

Mediante configuraciones realizadas mediante el software se podrá abrir las ventanas en el Video Wall para visualización de cada una de las terminales, con la facilidad de modificar la posición y tamaño, para ello se utilizó el software Apolo, el Software permite crear diseños completos al gusto del operador.



Figura 3. 41 Sala de control, Pantalla Video Wall Terminal Beaterio

3.11.1. Software Apollo

Apollo es el software de gestión de pantallas para entornos operativos, ayuda a la programación y configuración del Video Wall, fue adquirido con el objetivo de manejar grandes cantidades de información permitiendo centralizar las tareas e integración de aplicaciones programadas por el operador.

Apollo tiene la capacidad de conectarse con varios clientes, tiene la capacidad de administrar varios recursos permite centralizar información para realizar las diferentes tareas de la empresa. Las aplicaciones del servidor permite arrancar o al iniciar las pantallas de las aplicaciones automáticamente.

El software Apollo instalado en el Video Wall incluye varios componentes que ayudan a la configuración del mismo, los más utilizados para la aplicación son:

- **Bus de Cuarto de control**

El software Apollo permite conectarse con diferentes equipos, el bus de comunicaciones se encuentra conectado a la red de Petroecuador permitiendo visualizar pantallas requeridas en el Video Wall. La red de la Sala de Control se basa en TCP / IP.

- **Layout Editor**

Con el editor de diseño se crean y modifican pantallas, el programa permite diseñar varias ventanas en cualquier tamaño y posición. Cada diseño se almacena en su propio nombre en una base de datos.

- **SNMP Manager**

El administrador SNMP (Simple Network Management Protocol) es la interfaz entre el bus de Control y la red. El SNMP⁶ Manager ofrece la posibilidad de utilizar un archivo de configuración a cualquier SNMP habilitado Para integrar el dispositivo.

- **Remote Desktop**

La funcionalidad del escritorio remoto es controlar la pantalla de un monitor desde una estación de trabajo remota desde el video Wall permitiendo la visualización y manipulación.

- **Layout Selector**

El Layout Selector permite de forma fácil carga pantallas programadas previamente en el Layout editor, el diseño debe ser previamente definido en el editor y se almacena en una base de datos.

- **Viewer**

VIEWER son aplicaciones que se ejecutan en el Video Wall y muestra el contenido del páginas de internet o medios de comunicación digitales, videos analógicos, etc. Las aplicaciones de consola son utilizadas para el envío de comandos al servidor, los comandos son enviados mediante la red.

- **Remote Pointer**

Se trata de una aplicación cliente que proporciona una interfaz gráfica al usuario para mover el cursor desde un equipo remoto.

5.8.2. Creación de pantallas para el video Wall

⁶ Simple Network Management Protocol (SNMP) es un "protocolo de Internet estándar para la gestión de dispositivos en redes IP."

Para la creación de las pantallas se utilizará el editor de diseño (layout editor), se ejecuta el programa utilizando el acceso directo ubicado en Inicio / Programa / Barco Apollo / Diseño Editor, (Figura 3. 42)

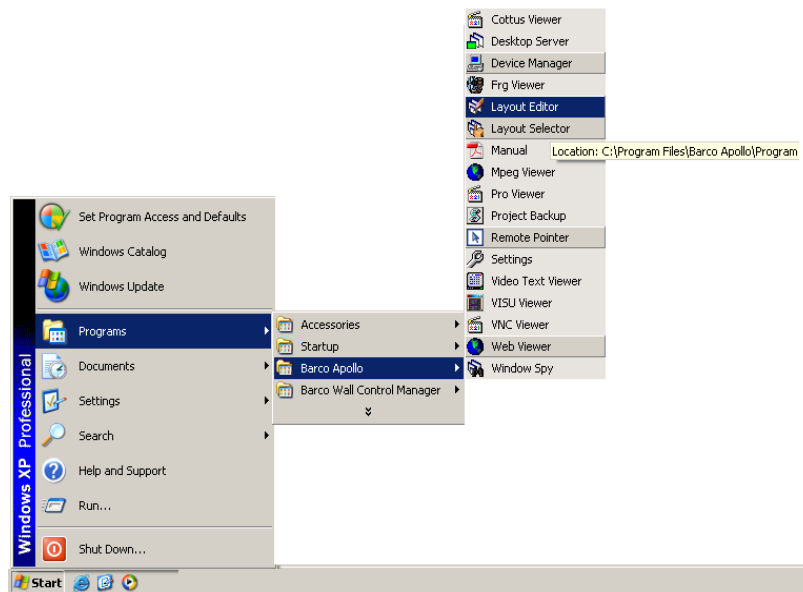


Figura 3. 42 Acceso al Editor de Diseño

En el editor de diseño se puede crear grupos de acuerdo a la necesidad del operador, ya que el Terminal Beaterio, específicamente el Área De Mantenimiento, está encargado de los Terminales de la sección norte, la clasificación de las pantallas se realizó con el objetivo de monitorear los diferentes Terminales. Para poder ver las diferentes pantallas se utilizó el programa VNC en las computadoras donde se encuentra las aplicaciones tanto para el área de Tanques de almacenamiento como el área de despacho del producto en tanqueros.

VNC (Virtual Network Computing), es un software de control remoto que le permite ver e interactuar plenamente con una computadora de escritorio (el "servidor VNC") que se encuentre en la red. VNC es de uso generalizado en la empresa, están configurados con contraseñas como medida de protección para

cada Terminal, por este medio se podrá conectar con cada una de ellas, gráfico explicativo Figura 3. 43.

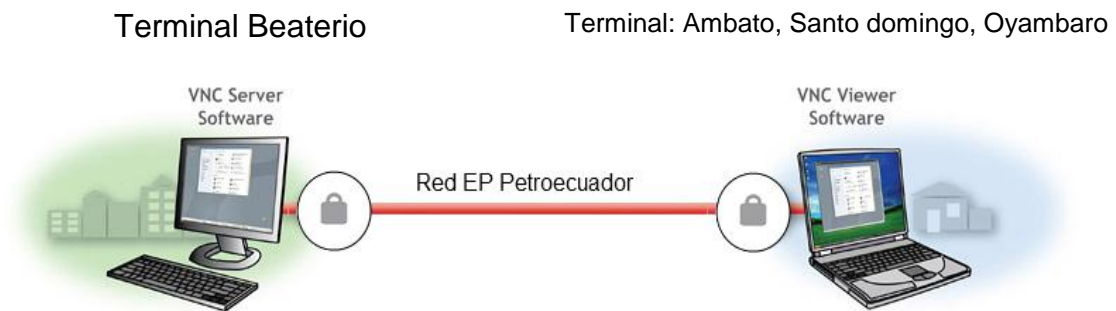


Figura 3. 43 Software VNC para control remoto de la aplicación

Para la creación de las pantallas es necesario crear una pequeña base de datos configurado en un archivo de texto `viewersources.ini` (Figura 3. 44) que se encuentra en la carpeta donde se instaló el programa, en este archivo se configura el medio al que se va a conectar, nombre, dirección de red, la clave, y la descripción de la pantalla.

```

viewersources.ini - Notepad
File Edit Format View Help
$=====$
$* Apollo configuration file *$
$=====$
$*
$* Version: 1.0.0153
$* topic : viewer source configuration
$*
$=====$
$ Cottusviewer sourcen
$ key: "ProxyHost"
$ Name: name in the ControlRoomDataBase
$ hostname: computer name of the proxy host
$ password: password of the proxy host
$ description: description
$
$ key name hostname password description gatewayname
-----
[ProxyHost] Proxy_desktops.Default "" "" ""
[ProxyHost] Proxy_desktops.Source1 KARCLT0098 barco "Test source" ""
[ProxyHost] Proxy_desktops.karclt24 karclt0097 barco "Test machine ROZI" ""
[ProxyHost] Proxy_desktops.kuucit12174 kuucit12164 barco "Test computer Kuurne" ""
$
$ VNCviewer sourcen
$ key: "VNCSource"
$ Name: name in the ControlRoomDataBase
$ hostname: computer name of the VNC Server
$ password: password of the VNC Server
$ description: description
$
$ key name hostname password description
-----
[VNCSource] vnc_desktops.Default "" "" ""
[VNCSource] vnc_desktops.Source1 KARCLT0098 barco "Test source"
[VNCSource] vnc_desktops.Integracion 172.20.129.234 barco "Integracion"
[VNCSource] vnc_desktops.operador 172.20.129.220 barco "Operador_Sala_De_Control"
[VNCSource] vnc_desktops.Jet 172.20.129.226 barco "Operador_JET"
[VNCSource] vnc_desktops.beaterio 172.20.129.227 barco "Computadora beaterio"
[VNCSource] vnc_desktops.isla1 172.20.129.231 barco "ISLA1"
[VNCSource] vnc_desktops.isla2 172.20.129.232 barco "ISLA2"
[VNCSource] vnc_desktops.isla3 172.20.129.233 barco "ISLA3"
[VNCSource] vnc_desktops.sbv 172.20.129.200 sbv "sbv"
[VNCSource] vnc_desktops.st01 172.20.161.228 santodomo "Santo Domingo"
[VNCSource] vnc_desktops.st02 172.20.161.231 santodomo "Santodomingo_Tanques"
[VNCSource] vnc_desktops.st03 172.20.161.224 santodomo "Santodomingo_Isla1"
[VNCSource] vnc_desktops.st04 172.20.161.226 santodomo "Santodomingo_Isla2"
[VNCSource] vnc_desktops.amb1 172.20.130.229 urbona "Terminal_Ambato_Tanques"
[VNCSource] vnc_desktops.amb2 172.20.130.227 urbona "Terminal_Ambato_Islas"
$
$ Provviewer sourcen

```

Figura 3. 44 Configuración de la base de datos para el software Apollo

Se creó los siguientes grupos en la sección de diseños, como muestra la Figura 3. 45 y se especifica en la tabla 3. 24:

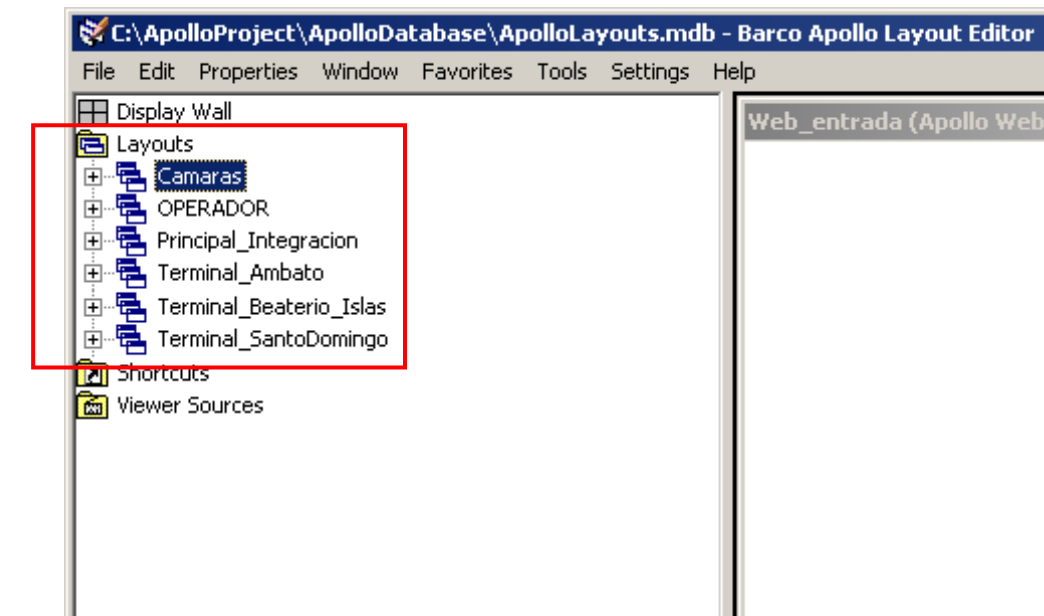


Figura 3. 45 La ventana principal del editor de diseño.

Tabla 3. 28 Grupos de pantallas creadas para el Video Wall

Grupo	Detalles
Grupo Cámaras	Muestra los dispositivo de video Web instaladas en todo el Terminal Beaterio
Grupo Operador	Muestra la aplicación de de control y monitoreo de bombas, actuadores, áreas de almacenamiento del Terminal Beaterio, la pantalla del operador que permite mostrar datos o pantallas propias del operador y la aplicación de la planta de mezclas y Gasolina JET Fuel A1.
Grupo Principal Integración	Muestra la Aplicación de integración realizada en este proyecto, esta configuración de pantallas es la principal la que se mantendrá en el Video Wall. Además muestra las principales cámaras para el monitoreo del Terminal.
Grupo Terminal Ambato	Muestra El Terminal Ambato, tanto la aplicación de las islas de carga como el área de almacenamiento.
Terminal Beaterio Islas	Muestra la aplicación de las islas de carga y la aplicación de la planta de recuperación de vapores.
Grupo Terminal Santo Domingo	Muestra El Terminal Santo Domingo, tanto la aplicación de las islas de carga como el área de almacenamiento.

Ya creado los grupos se crean las pantallas para cada grupo, el programa permite crear pantallas tanto para mostrar imágenes como FRG, Mpeg o programas de visualización como PRO, VISU, VNC el programa que se utilizará, VTplus y Web con la cual se configurará para mostrar las diferentes cámaras de video. El Software cuenta con una estructura de árbol en el panel izquierdo, se utiliza para

mostrar los diseños, los atajos y las regiones definidas en una base programada
Figura 3. 46.

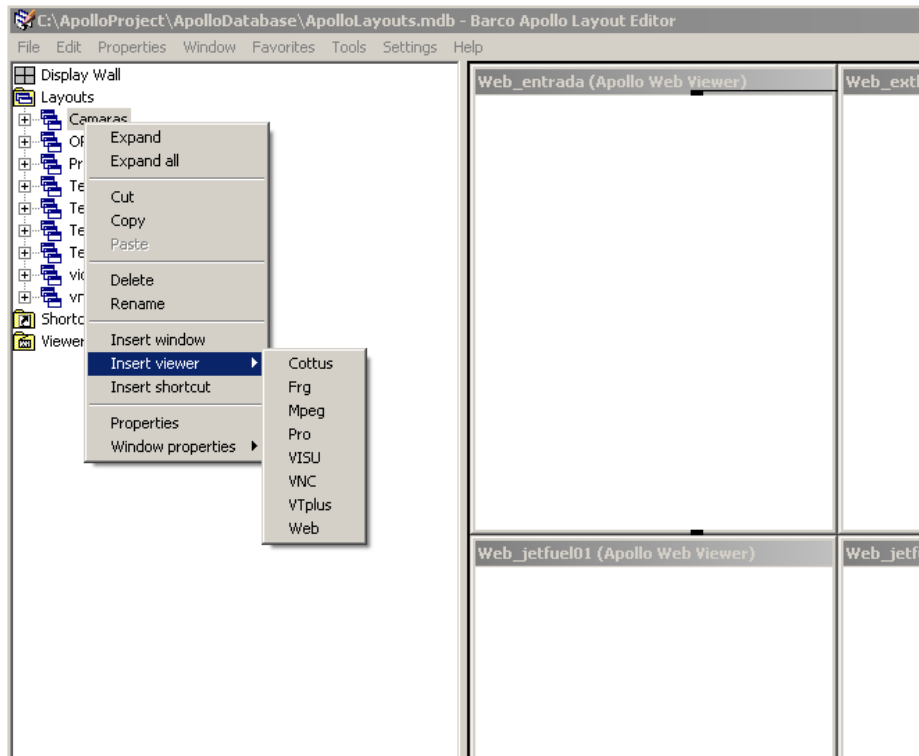


Figura 3. 46 Forma de crear una pantalla dentro de un grupo creado

Ya creada la pantalla se puede dar el tamaño que se desee y configurar las propiedades de la pantalla.

Se configura el nombre el mismo que se configuró en la base de datos antes mencionada, estas pueden ser pantallas web para las cámaras o VNC para las aplicaciones. En la pestaña General configuramos lo siguiente (Figura 3. 47).

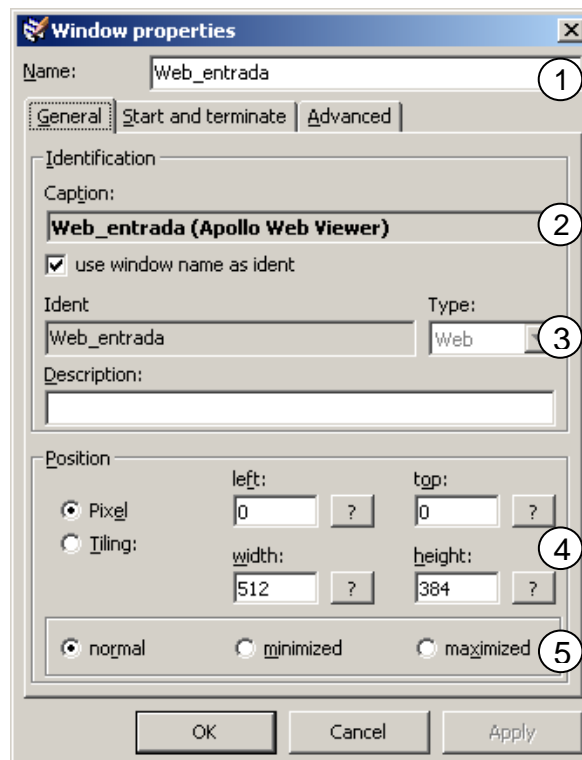


Figura 3. 47 Propiedades generales del área de trabajo creada

Tabla 3. 29 Descripción para configurar la pantalla

Número	Nombre	Detalles
1	Nombre	Configuramos el nombre de acuerdo a la base de datos configurada.
2	Caption	Se configura un título con el nombre y la configuración de la pantalla creada
3	Ident, Type	Identifica el tipo de la ventana creada, y se puede poner ingresar información descriptiva sobre la ventana. La descripción se muestra en el área del cliente en el escritorio remoto.
4	Position	Configura la posición y el tamaño, las coordenadas son del punto de esquina superior izquierda de la ventana, así como la altura y el ancho. Si la disposición se asigna a una o más regiones, estas coordenadas se refieren a la esquina superior izquierda de la región

		respectiva.
5	Normal, minimized, maximizer	Los campos normal, minimizado, maximizado permiten especificar el estado de la ventana cuando se abre.

En la siguiente pestaña (Start and terminate, Figura 3. 48), se puede editar otras opciones de acuerdo a la necesidad de las pantallas como seleccionar la pantalla ubicada en la base de datos, habilitar o deshabilitar las opciones del puntero, configurar la dirección a la que se quiere conectar la pantalla entre otras.

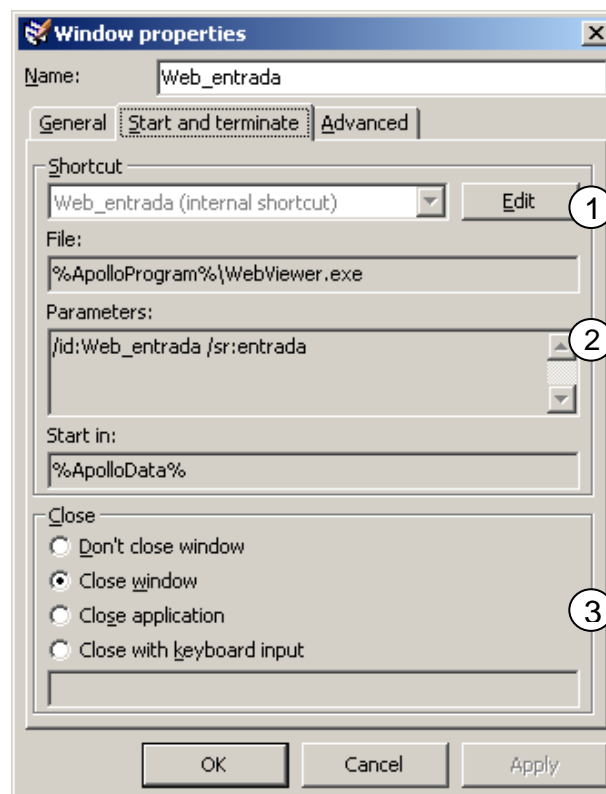


Figura 3. 48 Pantalla de configuración del área de trabajo creada

Tabla 3. 30 Descripción de la pantalla de configuración

Número	Nombre	detalles
1	Edit	Abre el diálogo de propiedades de acceso directo. En caso de que el tipo de ventana en la pestaña

		general se indica como normal, el cuadro de diálogo estándar para configurar un acceso directo aparece. Edit muestra el diálogo de propiedades para configurar los parámetros de inicio.
2	File, Parameters, Start in	Indica la ubicación del ejecutable creado para la pantalla, los parámetros y muestra que está configurado en los datos de Apollo.
3	Close	<p>La opción de cerrar ventana generalmente se cierra cuando el diseño se retira. Sin embargo, esto sólo es posible si la ventana no es requerida por otro diseño que sigue activo. Si una ventana está asociada con dos grupos diseñados se cerrará sólo cuando el último de los dos diseños se ha cerrado.</p> <p>La opción de no cierre de la ventana determina que esa ventana debe permanecer abierta incluso si no es requerido por cualquier de los diseños de activos.</p>

Ingresando a Edit tenemos la interfaz de comandos (Viewer command Interface), como se muestra en la Figura 3. 49.

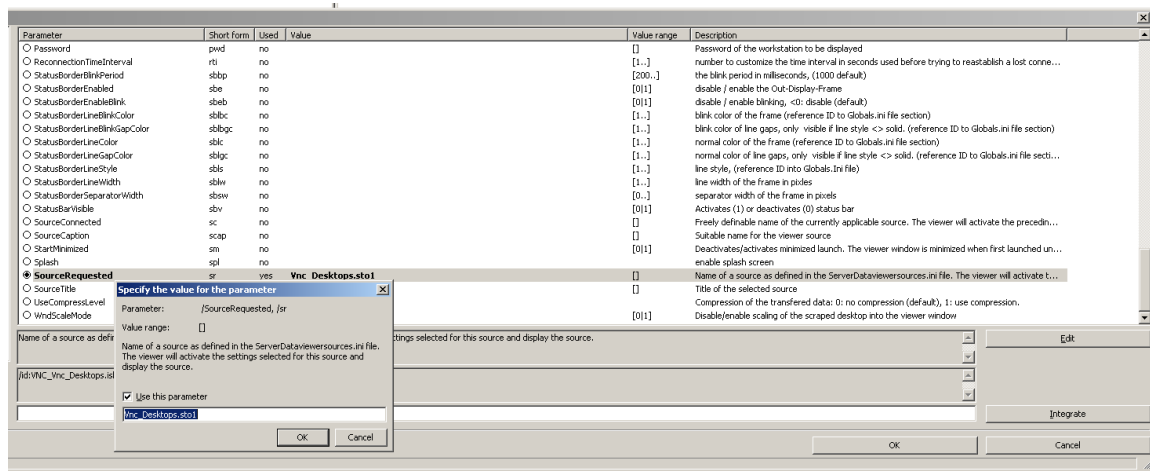


Figura 3. 49 Comandos de Visualización VideoWall software Apollo

Se puede abrir este visor de propiedades directamente en el videowall utilizando la combinación de teclas de método abreviado CTRL + ALT + Enter que más adelante se especificará con más detalle. En estas propiedades se puede configurar de activación o desactivación del nombre de la barra del título, bordes de la pantalla, borde separador, intervalos de reconexión, recurso de conexión entre otros.

Para la aplicación necesitamos ingresar el nombre de la pantalla predefinida en el archivo configurado ServerDataviewersources.ini lo configuramos en SorcesRequested con esto podemos activar la pantalla creada para ser mostrada en el selector de diseño (Figura 3. 50).

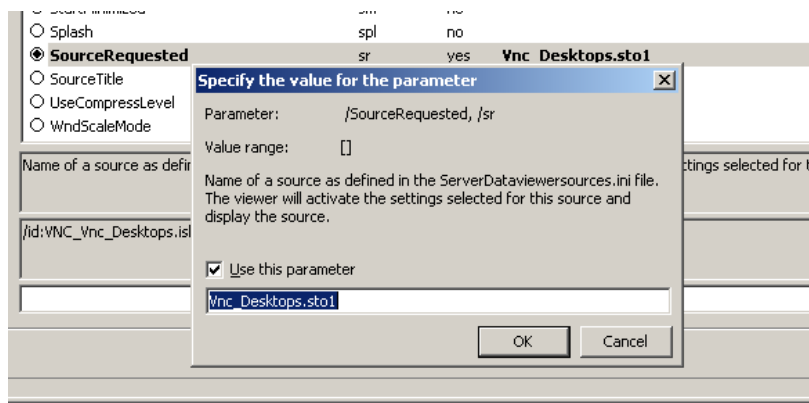


Figura 3. 50 Pantalla para especificar parámetro pre configurado

También se necesita habilitar el mouse y el teclado, ya que por defecto se encuentran deshabilitados, para ello se configura EnableRemoteHost (1) para dar permisos (1) o (0) para desactivarlo esto permite activar acciones del ratón para maniobrar en la estación de trabajo, y además EnableClipboard que habilita o deshabilita la acción de transferencia archivos planos desde una ubicación local, como se muestra en la Figura 3. 51.

Parameter	Short form	Used	Value	Value range
<input type="radio"/> Help	?	no		
<input type="radio"/> AutoDetect	ad	no		[0 1]
<input type="radio"/> BorderVisible	bv	no		[0 1]
<input type="radio"/> CopyRectEncoding	cre	no		
<input type="radio"/> CaptionVisible	cv	no		[0 1]
<input type="radio"/> Description	dscr	no		[]
<input type="radio"/> EightBitsPixel	ebp	no		
<input checked="" type="radio"/> EnableClipboard	ec	yes	1	[0 1]
<input type="radio"/> EnableJpegCompression	ejc	no		
<input type="radio"/> Encoding	enc	no		[0 1 2 3]
<input type="radio"/> End	end	no		
<input checked="" type="radio"/> EnableRemoteHost	erh	yes	1	[0 1]

Figura 3. 51 Pantalla de configuración de la pantalla a visualizar

En la pantalla (Advanced) configuramos lo siguiente:

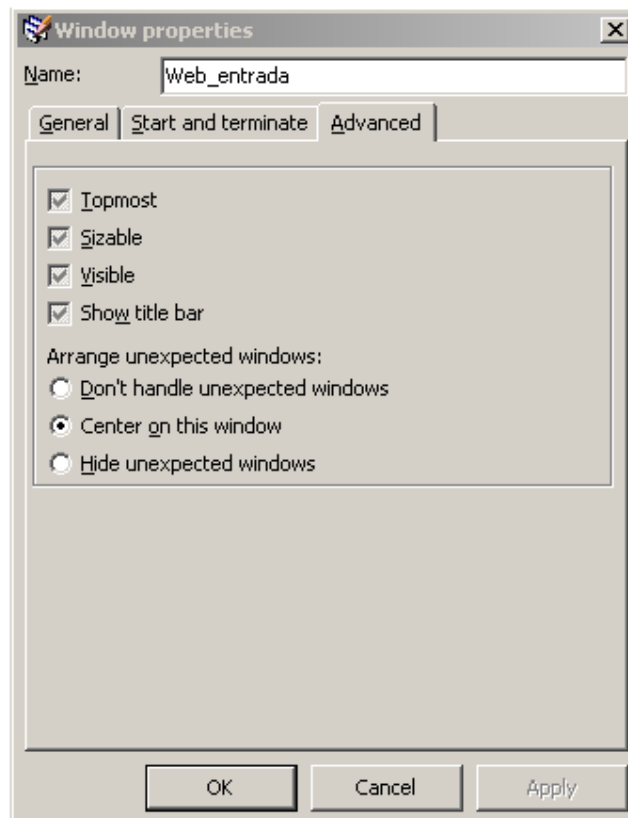


Figura 3. 52 Pantalla de configuración Avanzada del área de trabajo

Tabla 3. 31 Descripción de la pantalla de configuración avanzada

Nombre	Descripción
Topmost	Configura que la ventana seleccionada se mostrará siempre en la parte superior de todos los demás.
Sizable	Configura que la pantalla pueda ser cambiada con el ratón o con el menú del sistema. La ventana con un tamaño variable se puede ajustar a la cuadrícula con los cuatros de la esquinas.
Visible	Configura si se desea mostrar u ocultar una ventana. Además si la es ventana es invisible no se muestra en la barra de tareas.
Show title bar	Configura si muestra o no la barra de título

	de la ventana.
Organizar las ventanas inesperadas	
Don't handle unexpected Windows	No realiza ninguna acción
Center on this windows	Centro en esta ventana
Hide unexpected windows	Ocultar ventanas inesperadas

Utilice esta ficha para definir las siguientes propiedades de la ventana: El órgano más importante, considerable, visible bar, Mostrar título.

La configuración por defecto es indica con una marca gris en la casilla de verificación esta mantiene las propiedades de una ventana. Se selecciona una propiedad que desea cambiar haciendo clic activando la marca negra de verificación o anular la selección de una propiedad sin marca.

Normalmente las primeras viñetas se encuentran deshabilitadas, mientras las opciones de ventanas inesperadas están configuradas como el centro de la ventana, para la aplicación las dejaremos como está configurada por defecto.

El editor de menú facilita los comandos Copiar y Pegar, permitiendo copiar los diseños completos o ventanas individuales de un diseño y pegarlos a la vista de árbol o de un diseño diferente.

Se lo puede desactivar el archivo de configuración o cambiarlo buscando un archivo diferente.

Estas modificaciones se almacenan en los ficheros específicos del usuario, normalmente en la carpeta Apollo creada al instalar el programa.

Para terminar la configuración abrimos el Layout Selector, donde se configura las propiedades del visor, se accede desde las pantallas creadas mediante la combinación de teclas de acceso directo CTRL + ALT + Enter, donde muestra las siguientes configuraciones.

La primera pestaña muestra la fuente, muestra la pantalla que se quiere visualizar, previamente configurada en la base de datos (Figura 3. 53).

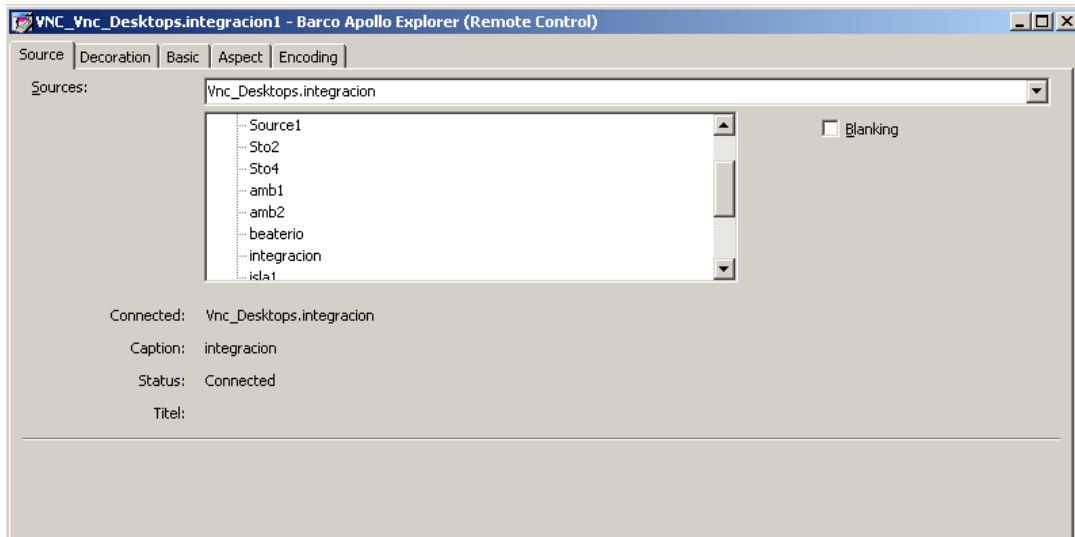


Figura 3. 53 Recursos de la pantalla de trabajo

La siguiente pestaña configura la decoración de la pantalla creada, en esta pantalla puede seleccionar si desea mostrar u ocultar la barra de título y / o barra de estado, así como el tipo y contenido de la información que se superpone sobre el contenido real de la ventana del visor, además se puede seleccionar el color del texto, el color de fondo, el tamaño y la posición en la pantalla.

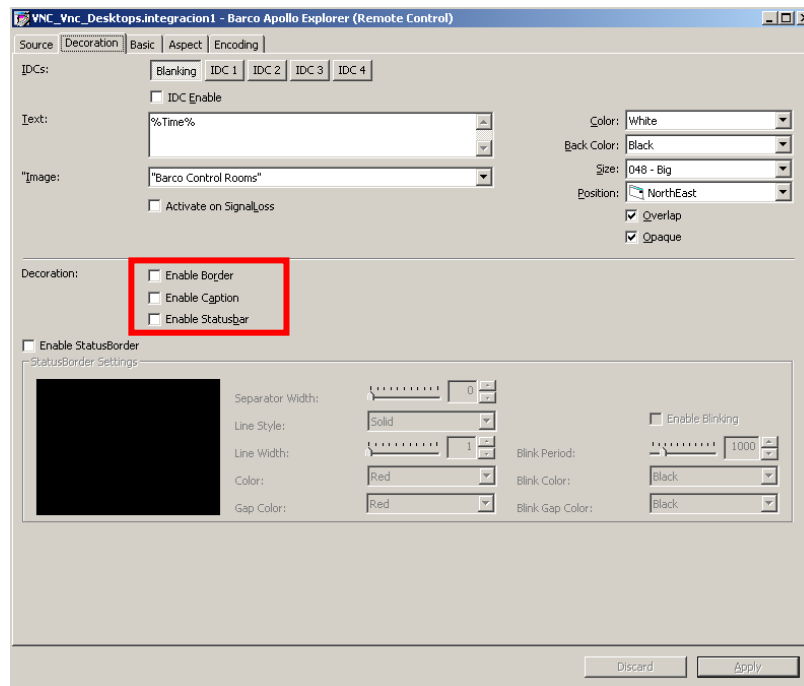


Figura 3. 54 Configuración de la decoración del área de trabajo

La siguiente pantalla muestra una configuración básica, donde se observa la dirección de la aplicación que se observa, además la clave previamente configurada, esta pantalla permite configurar la pantalla para poder modificarla remotamente y habilitar el puntero que se encuentra deshabilitado por defecto, es importante esta configuración ya que con esto podemos ingresar a las pantallas de las diferentes terminales.

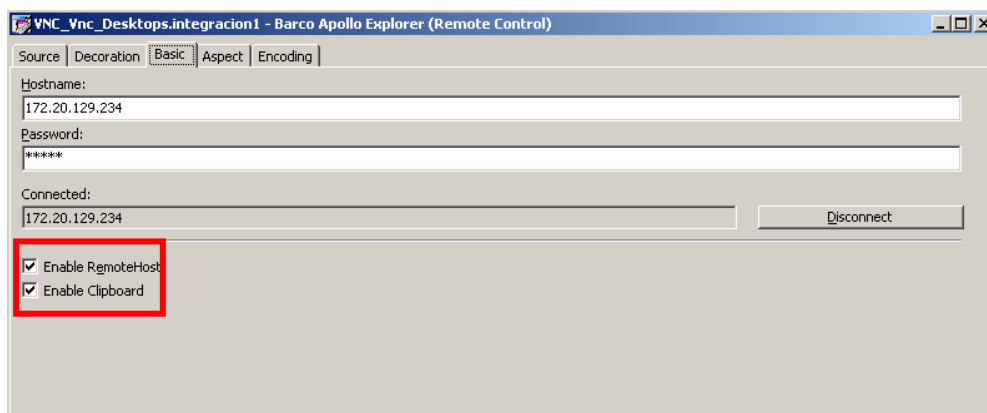


Figura 3. 55 Configuración Básica del área de trabajo

En la siguiente pantalla se configura el aspecto de la estación de trabajo, al crear esta se muestra de tamaño menor al deseado con la resolución original de la pantalla, ya que se desea que la pantalla se muestre de tamaño completo se configuró de la forma que se muestra en la Figura 3. 56, esta configuración da la posibilidad de configurar de tamaño original, del tamaño de la ventana creada o un tamaño que presente la mejor forma en relación del aspecto, para la aplicación se utilizó la segunda opción.

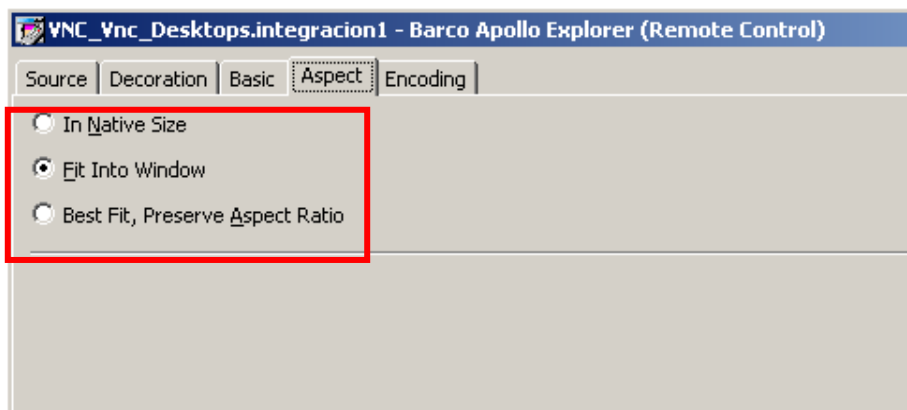


Figura 3. 56 Pantalla de Configuración del tamaño de la ventana creada.

La siguiente pestaña se puede configurar el algoritmo de codificación. Este algoritmo depende del ancho de banda y en el uso de la CPU.

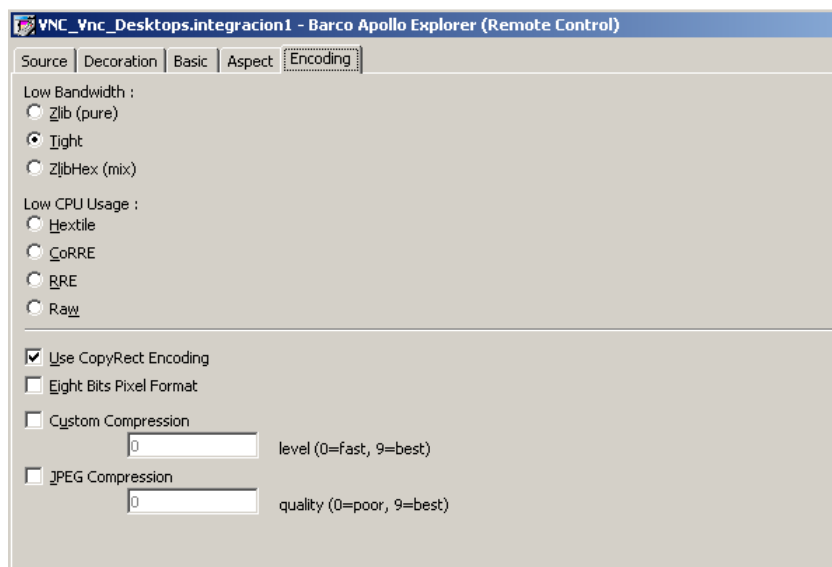


Figura 3. 57 Pantalla de configuración de algoritmo de configuración de la pantalla

5.8.3. Pantallas Creadas

Se creó una pantalla de grupos de cámaras que se maneja en el terminal, con esto el operador tendrá un mejor control de las operaciones internas como de seguridad de la empresa, en la empresa manejan cámaras Mobotix su sede Principal se encuentra en Alemania y en la realización de este proyecto se implementaron nuevas cámaras Pelco de Schneider Electric, las cámaras son asignadas direcciones IP estáticas en un rango específico.

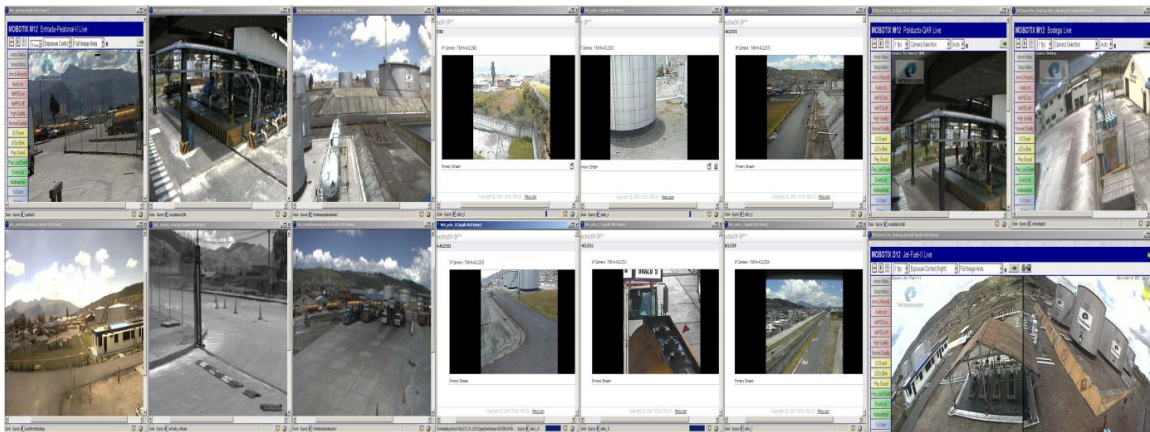


Figura 3. 58 Pantalla creada para el Video Wall, Cámaras.

Grupo Operador, está configurado por 3 ventanas en la Figura 3. 59 muestra el área de trabajo Grupo Operador:

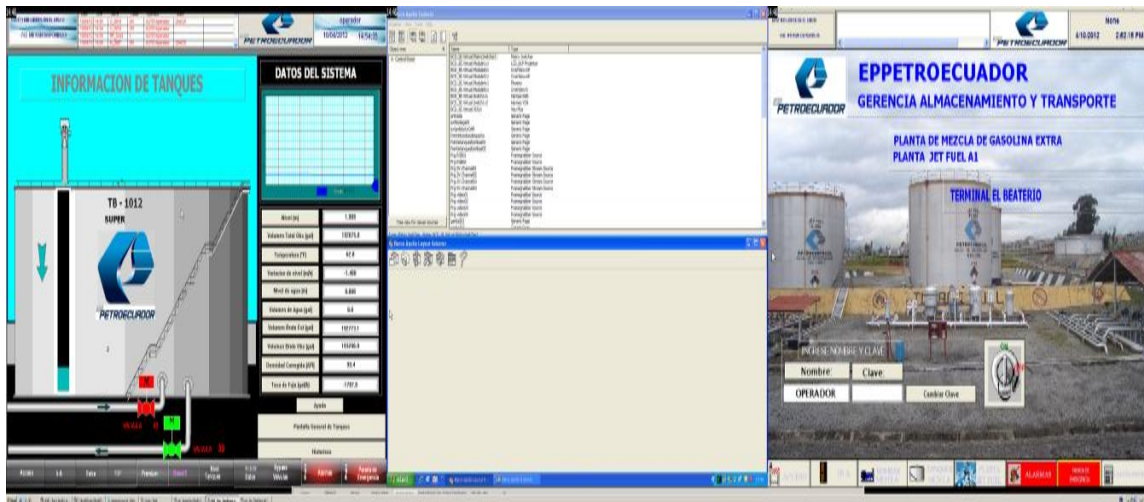


Figura 3. 59 Pantalla creada para el Video Wall, Operador.

Grupo Principal Integración, está configurado por la aplicación principal y 8 cámaras de de video, 4 al lado izquierdo de la aplicación y 4 a lado derecho la Figura 3. 60 muestra la distribución:

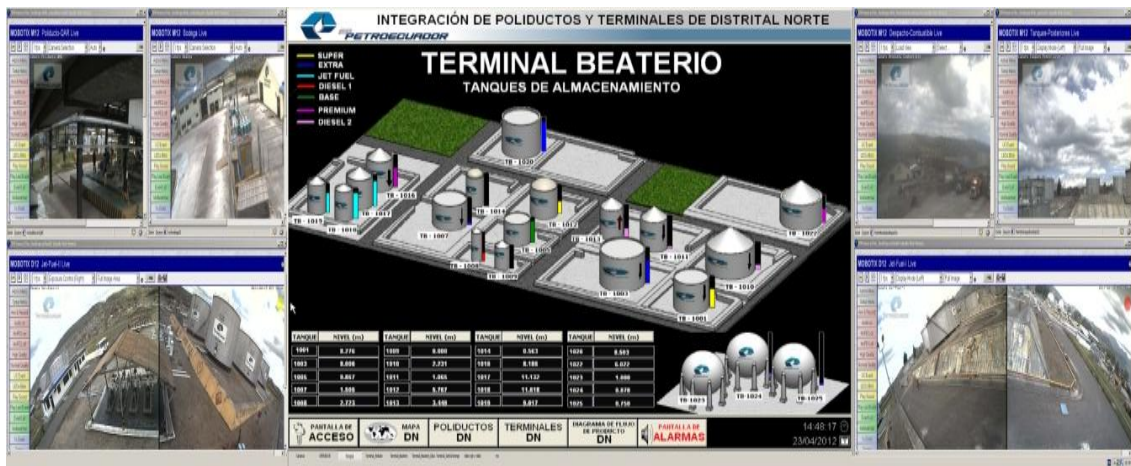


Figura 3. 60 Pantalla creada para el Video Wall, Integración

Grupo Terminal Ambato, está configurado por 2 ventanas la aplicación del área de almacenamiento y la aplicación de las islas de carga, en la Figura 3. 61 muestra la el diseño realizado.



Figura 3. 61 Pantalla creada para el Video Wall, Terminal Ambato

Terminal Beaterio Islas, está configurado por 4 ventanas, ya que el Terminal beaterio cuenta con 3 islas de carga se mostrará cada una de ellas, además la aplicación del área de recuperación de vapores, en la Figura 3. 62 muestra el diseño.

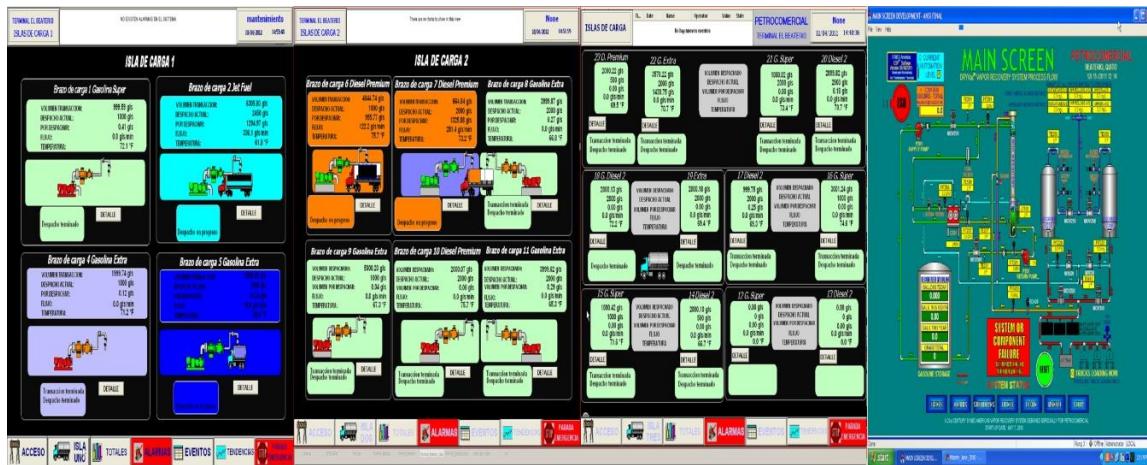


Figura 3. 62 Pantalla creada para el Video Wall, Área islas de carga Terminal Beaterio

Grupo Terminal Santo Domingo, está configurado por 3 ventanas, la isla de carga 1, la isla de carga 2 y el área de almacenamiento en la mitad del diseño, en la Figura 3. 63 muestra la forma configurada descrita.

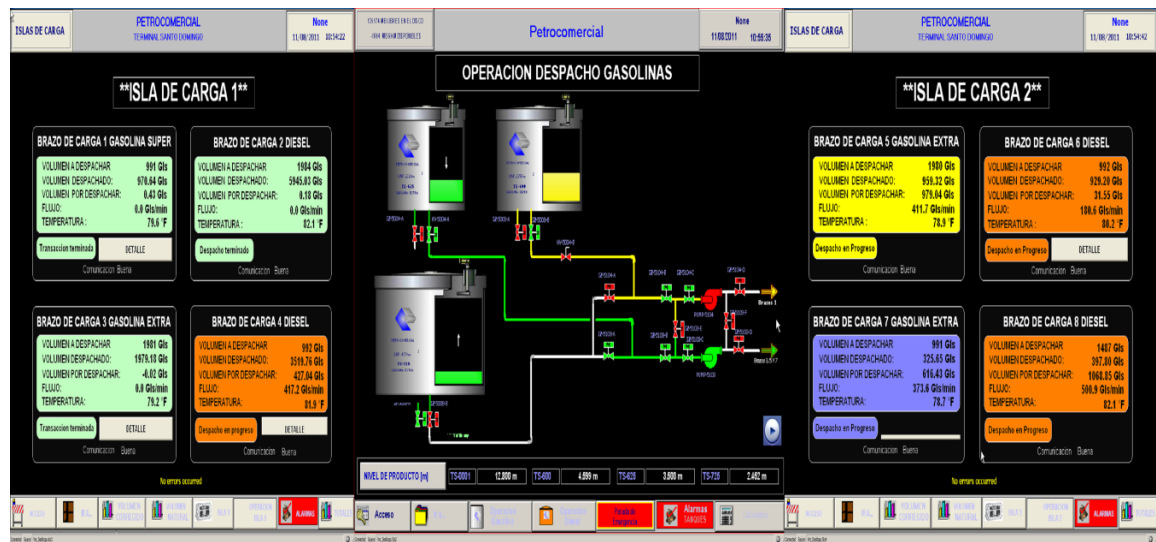


Figura 3. 63 Pantalla creada para el Video Wall, Terminal Santo Domingo.

CAPÍTULO 4

4. MANEJO DE BASE DE DATOS Y GENERACIÓN DE REPORTE

4.1. CONCEPTO DE BASE DE DATOS¹

Una base de datos o banco de datos es un conjunto de datos interrelacionados y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. Los sistemas gestores de bases de datos, permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Los sistemas de Bases de Datos están diseñados para manejar grandes bloques de información, manteniendo seguridad de la información almacenada.

Las bases de datos tradicionales están organizadas de la siguiente forma:

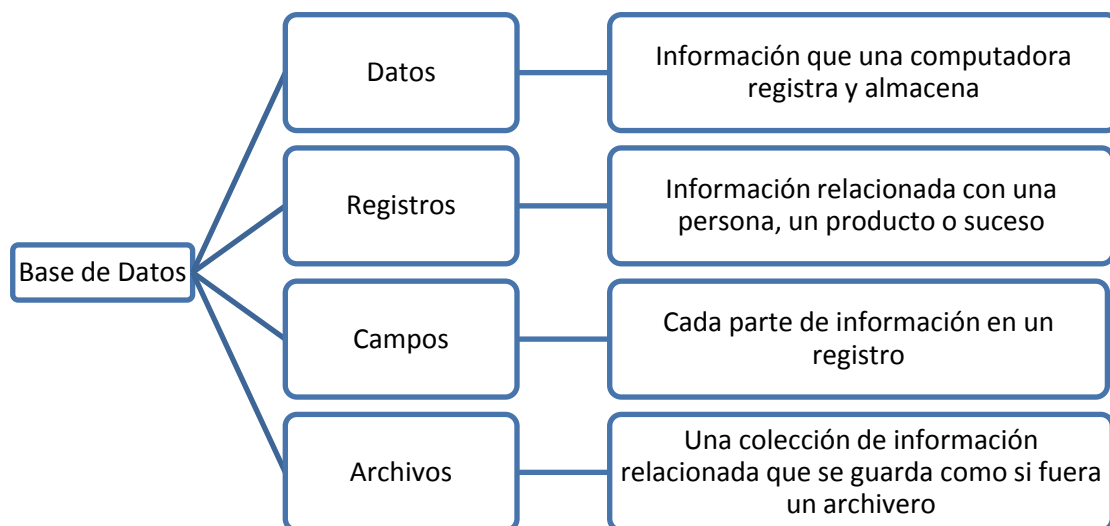


Figura 4. 1 Organización de una base de datos

¹ <http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=73795>
<http://usuarios.lycos.es/cursosgbd/index.htm>, Sistemas de bases de datos

Los tipos de datos que se manejan en la base de datos son, Numéricos, se pueden introducir números para identificar partes del archivo, esto identifica la parte que distingue al archivo de alguna manera. Texto, es un nombre que identifica al campo. Etiquetas, son los títulos con los que cada campo es designado. Fórmulas, son datos que aparecen como numéricos pero fueron hechos por medio de fórmulas.

4.2. Nodos de la red del Terminal Beaterio

El Terminal Beaterio cuenta con varios nodos que comprenden la operación tanto de Almacenamiento como Distribución del producto. Cada nodo tiene una gran cantidad de etiquetas las cuales se debe recuperar para tener un registro de las operaciones y los parámetros de los equipos.

Como ya se mencionó anteriormente la sala de control cuenta con seis computadoras, tres de ellas para toma de datos de cada isla, una computadora para el control y monitoreo tanto de tanques como el control de válvulas y el control de los equipos de mezclas y Panta de Jet, estas son almacenadas en dos servidores, una para tanques de almacenamiento y otra para islas de carga. Cada terminal cuenta con un servidor tanto del Terminal Ambato como el Terminal Santo Domingo de los cuales se va a realizar los reportes.

4.3. Esquema de Conexión Física

La red de monitoreo y toma de datos para las islas de carga de combustible cuenta con la dirección de red 172.20.129.231 para la isla 1, 172.20.129.232 para la isla 2 y 172.20.129.233 para la isla 3, la dirección IP del servidor donde se guarda la base de datos es 172.20.129.252 de igual manera de donde se van a tomar los datos de nivel y volumen de los tanques. La dirección de red del servidor del Terminal Ambato es 172.20.130.230 de donde se tomará los datos tanto de Tanques de Almacenamiento como datos de las Islas de Carga y 172.20.161.228 de Terminal Santo Domingo. La Figura. 4.1 muestra el esquema

de conexión de los nodos del poliducto con las respectivas direcciones IP de cada nodo.

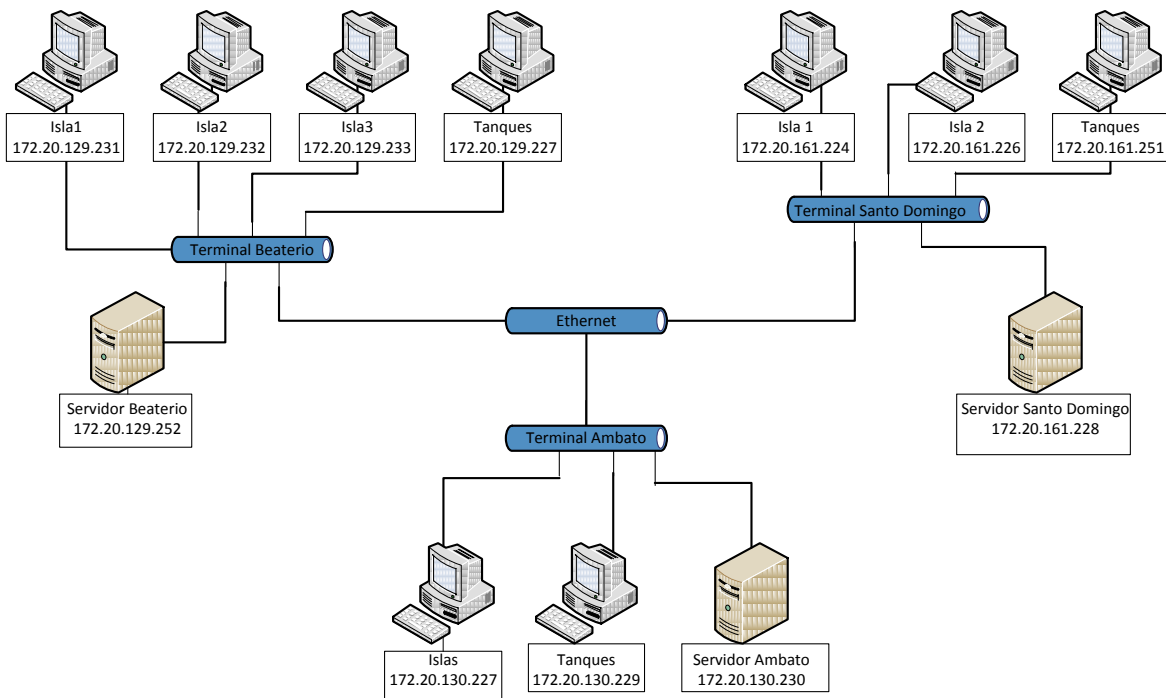


Figura 4. 2 Esquema de conexión de equipos

4.4. DESCRIPCIÓN DE INSQL

4.4.1. Introducción a IndustrialSQL Server

El sistema de históricos IndustrialSQL Server proporciona un registro de los datos de la planta y su respectivo sistema de control. Así como facilita la recuperación de los datos y la forma de presentar los mismos.

El historiador IndustrialSQL Server se encarga de: adquirir los datos de la planta por medio de servidores de entradas y salidas de alta velocidad, servidores de adquisición de datos y software de HMI InTouch, comprimir y almacenar los datos, y posteriormente responder a las peticiones de datos por parte de los clientes.

4.4.1.1. Procesamiento de Información

Es importante el procesamiento de todos los datos para una exitosa ejecución de un proceso, con el objetivo de mejorar la calidad y reducir costos de operación.

Los datos que se almacenan en el servidor son, datos en Tiempo Real, Datos Históricos, Datos de Resumen, Datos de Eventos, Datos de configuración.

4.4.1.2. IndustrialSQL Server

Para la adquisición y almacenamiento de datos en tiempo real la empresa se utiliza el historiador IndustrialSQL Server que es una extensión de Microsoft SQL Server. El historiador IndustrialSQL Server está diseñado para una óptima adquisición y almacenamiento de datos, reducir el volumen de almacenamiento, y facilita la consulta de datos en tiempo real.

4.4.2. MS SQL Server

Existe gran cantidad de datos que maneja el servidor, estos son estáticos en los algunos casos y dinámicos en otros como el área de carga de combustible a los tanqueros que cambian a una velocidad de tiempo real. Para el manejo de los reportes se utilizará la base de datos "Runtime" es la base de datos en línea del servidor SQL para el historiador IndustrialSQL Server. Esta base de datos se encuentra configurada con todas los tags necesarios de los procesos de la planta para la gestión y creación de reportes en tiempo real.

Para entender como el historiador Industrial SQL Server recupera los datos, es necesario entender como interactúa con Microsoft SQL Server y como los datos de almacenamiento se relacionan entre ellos. La Figura 4. 3 ilustra la arquitectura del historiador Industrial SQL Server y su interacción con Microsoft SQL Server.

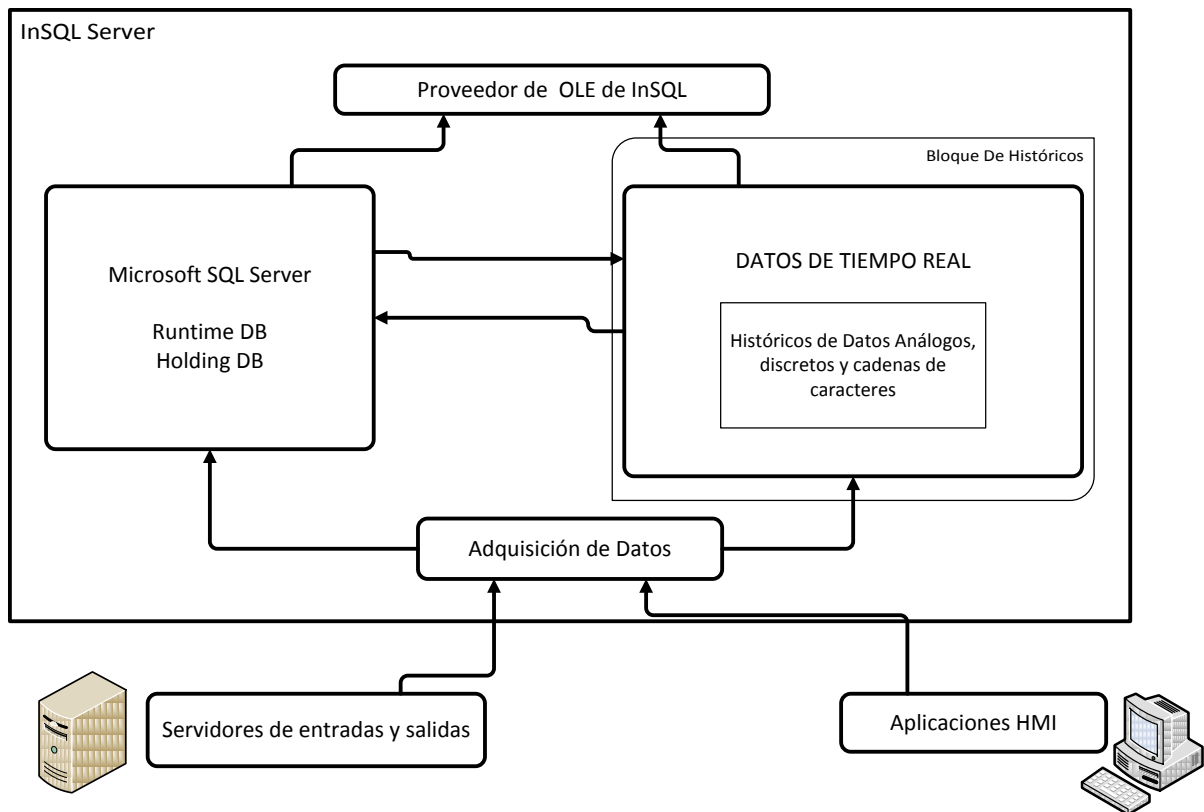


Figura 4. 3 Arquitectura del servidor SQL (IndustrialSQL Server)

4.5. Introducción Activefactory

ActiveFactory es un programa de Wonderware que brinda al usuario herramientas para organizar, analizar, presentar y explorar los datos del proceso de una planta almacenados dentro de IndustrialSQL Server. Cuenta con cuatro aplicaciones para el manejo de datos almacenados y presentarlos de los mismos. Estos programas son Workbook (hojas de cálculo en Microsoft office Excel), Report (reportes en Microsoft Office Word), Query (consultas) y Trend (tendencias).

ActiveFactory trabaja como cliente de IndustrialSQL Server y presenta la ventaja de proporcionar una interfaz muy amigable y fácil de utilizar para el usuario,

evitando la necesidad de contar con un conocimiento avanzado sobre lenguaje estructurado SQL.

4.5.1. Activefactory Query (Consultas)

La aplicación de consultas es una aplicación cliente de ActiveFactory que permite recuperar datos ya sea desde un servidor de IndustrialSQL o de cualquier servidor SQL regular. El resultado de estas consultas se muestra dentro de tablas. Este tipo de consultas pueden ser de tipo de lenguaje estructurado o utilizando ciertas instrucciones predefinidas que permiten recuperar datos de IndustrialSQL Server.

Al momento de utilizar las configuraciones predefinidas, se va creando de igual manera el código en lenguaje estructurado que representa a las opciones seleccionadas. Si se desea se puede editar este código manualmente.

4.5.2. Activefactory report (reportes)

Los reportes de ActiveFactory son parte de un complemento añadido en Microsoft Office Word que permite realizar consultas a la base de datos de IndustrialSQL Server y presentar los resultados dentro de un archivo de Word.

Al momento de la instalación, automáticamente se añade un menú de ActiveFactory a la barra de herramientas de Word.

4.5.3. Activefactory workbook (hojas de cálculo)

La aplicación Workbook de ActiveFactory es parte de un complemento añadido a Microsoft Office Excel que permite realizar consultas a la base de datos de IndustrialSQL Server y presentar el resultado dentro de hojas de cálculo de Excel.

Gracias a las herramientas de Microsoft Excel se facilita el cálculo y análisis de las variables que se desee.

Al momento de instalar ActiveFactory, automáticamente se añade un menú a la barra de herramientas de Excel en el cual constan las herramientas de ActiveFactory.

4.6. Análisis Para Manejo De Reportes

Se realizó tres formatos basados en reportes anteriores y ya que el área de Mantenimiento donde se realizó el proyecto está encargada de la Terminal Ambato, Terminal Santo Domingo y Terminal Beaterio los reportes fueron realizados para estas Terminales.

El primer reporte muestra el movimiento del producto (volumen de combustible) de cada uno de los tanques del respectivo Terminal, el operador tendrá la posibilidad de tener un reporte diario o la posibilidad de tenerlo en un intervalo de tiempo ingresado permitiéndole ver el movimiento del producto en el periodo de tiempo escogido. La explicación del programa se encuentra en el Anexo 6.

El segundo reporte presenta la existencia de combustible del Terminal, este reporte, muestra a tiempo real el volumen operativo y el estado que se encuentra el tanque en el momento que se generó el reporte, pudiendo encontrarse en 3 diferentes estados ingresando producto, saliendo producto o en reposo, este reporte tiene la importancia de sacar un aproximado de los días de stock que tiene cada producto, este cálculo se realizó en referencia a la demanda diaria de cada uno de los productos limpios presentes en cada terminal. La explicación del programa se encuentra en el Anexo 6.

El tercer reporte permite la consulta de despacho de combustible de cada Terminal, muestra la cantidad de combustible que se despachó de cada brazo, este reporte compara del volumen a las 6 de la mañana en el cual empieza el despacho de combustible con el valor de las 6 de la tarde que terminal, con esto tenemos la cantidad de producto despachado en el día. La explicación del programa se encuentra en el Anexo 6.

Para el Terminal Beaterio se realizó el reporte de número de despacho por brazo, esto lo hacen manualmente los operadores ingresando identificación del camión y la cantidad de galones cargados, mediante la generación de este reporte se tendrá un respaldo digital con hora y fecha del número de cargas de combustible y la cantidad de producto despachado. (El anexo 6 muestra la explicación del programa utilizado para la generación de este reporte).

4.6.1. Diseño e implementación de la interfaz

La generación de reportes está pensada no solo para que se pueda manejar desde la sala de control sino desde otras áreas dentro del Terminal en caso de ser necesario, se tomó en cuenta que no todas los departamentos manejan la plataforma de InTouch en esta razón se realizó la creación de reportes en hojas de Excel con las facilidades que nos brinda ActiveFactory, el objetivo es contar con una interfaz que permita generar reportes y visualizarlos.

Para los formatos se tomó en cuenta lo siguiente:

- ✓ Tendrá un menú donde se puede navegar.
- ✓ Presentara mensaje de fallo en caso que este se presente un error en la toma del dato, implicando falla de conexión o que se encuentre fuera de red por mantenimiento.
- ✓ Se Podrá escoger la fecha en la que se desea realizar los reportes.
- ✓ Para la existencia de combustible se presentará un grafico de barras, para comparar valores y tener una mejor prospectiva.

4.6.2. Programación en Excel para Generar Reportes

Dado que es más factible contar con una hoja en Excel en un computador se realizó la programación para el formato de reportes, en la misma hoja se realiza la configuración para recuperar los valores históricos, para el manejo de registros se realizó en Visual Basic configurando el código del lenguaje estructurado, esto

facilita al operador actualizaciones tanto de datos como de tiempo tanto en la fecha como en la hora. Para la creación del reporte en Excel se configuró de la siguiente manera, una vez instalada la aplicación ActiveFactory en la hoja de Excel se crea un submenú del mismo el mismo que se muestra en la Figura 4. 4.

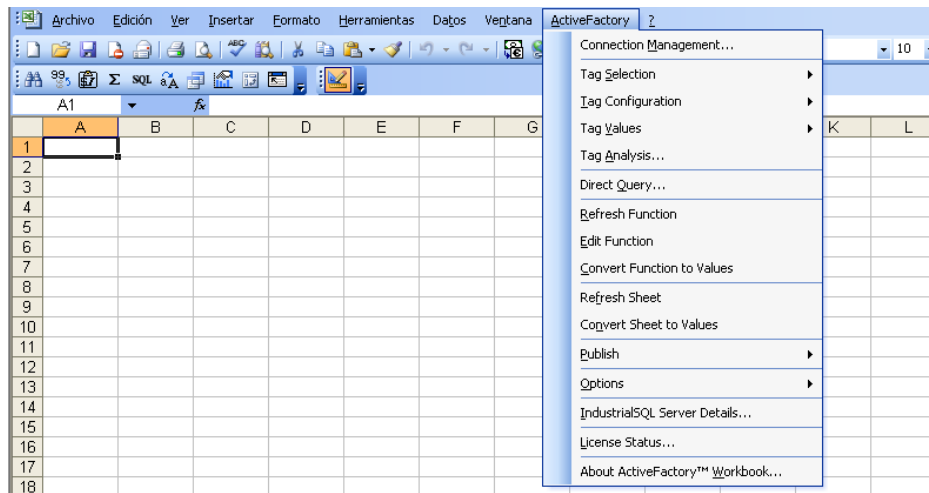


Figura 4. 4 Menú ActiveFactory Excel

Se ingresó las direcciones de los servidores de las 3 Terminales en el gestor de conexión (Connection Management), aquí se ingresa un login ID y un password de condición, además se puedes establece un tiempo máximo de conexión o usar una dirección HTTP (Figura 4. 5).

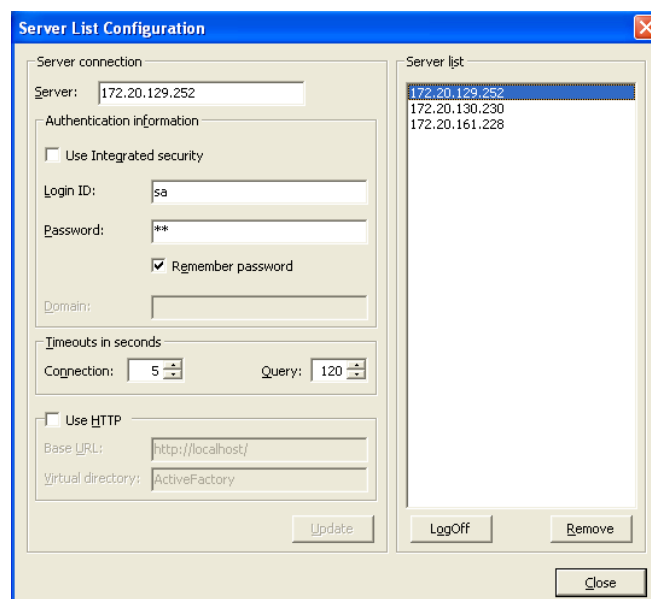


Figura 4. 5 Configurator listas de Servidores

Esta aplicación cuenta con la capacidad para buscar etiquetas, consultar valores en tiempo real, consultar valores históricos, consultar valores totales, insertar consultas directamente desde el programa Query y convertir las funciones que se obtiene como resultado en datos. Todas estas funciones se muestran en la barra de herramientas (Figura 4. 6).



Figura 4. 6 Barra de herramientas ActiveFactory

Desde el menú Opciones es posible cambiar tanto el formato de las celdas, cambiar la zona horaria, seleccionar la fuente de toma de datos, y seleccionar si se desea actualizar las funciones cuando se abre el documento.

Para realizar la consulta primero se realizó la conexión con los servidores de las Terminales, tanto el servidor del Terminal Santo Domingo, Terminal Ambato y el Terminal Beaterio ya que son los terminales que se realizará los reportes, la opción SQL de la barra de herramientas (Figura 4. 7), ayuda a la configuración y toma de datos previo a generar el reporte.



Figura 4. 7 Generador lenguaje estructurado

Las consultas se realizaron mediante lenguaje estructurado, para abrir una ventana que permite trabajar con código en lenguaje estructurado dar clic sobre el ícono "Direct Query".

En la Figura 4. 8 muestra la ventana para acceder la aplicación Query, o para escribir directamente el código en lenguaje estructurado.

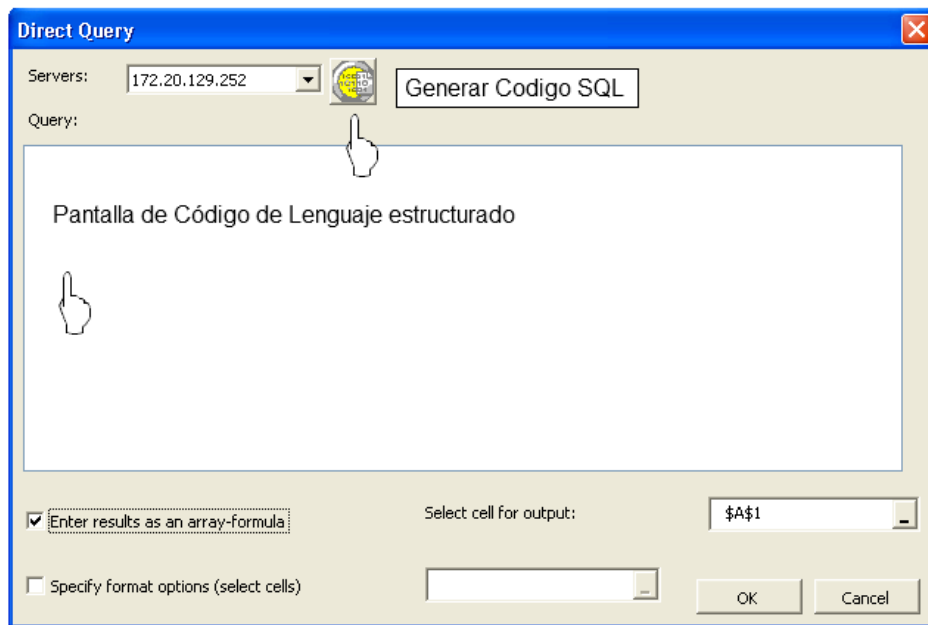


Figura 4. 8 Acceso a la aplicación Query

Para generar el código de lenguaje estructurado se abre la aplicación de Query la cual muestra una pantalla de diferentes opciones para configurar y generar el reporte (Figura 4. 9).

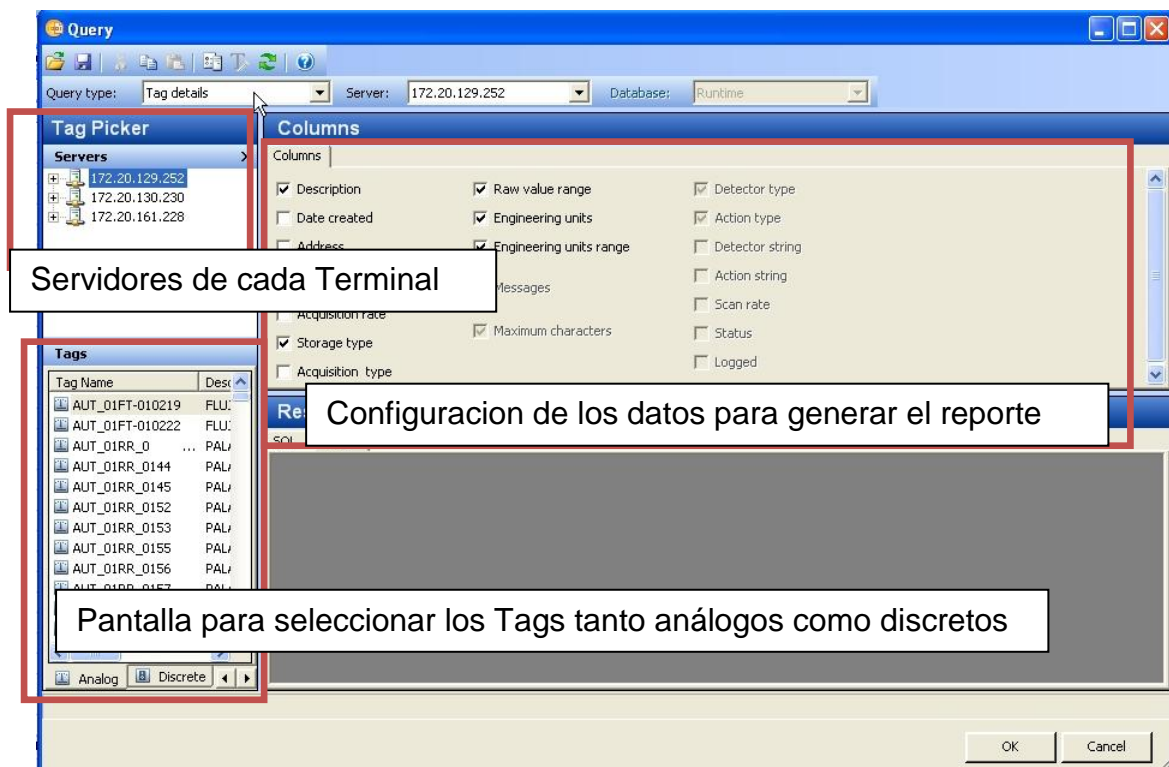


Figura 4. 9 Aplicación Query, pantalla de configuración

Existen varios tipos de Query para realizar la consulta, para alarmas, valores a tiempo real, tiempos de ejecución entre otros, para realizar los reportes se trabajó con los Valores Históricos (History values, Figura 4. 10), que muestra todos los valores guardados permitiendo generar el reporte a la fecha deseada.

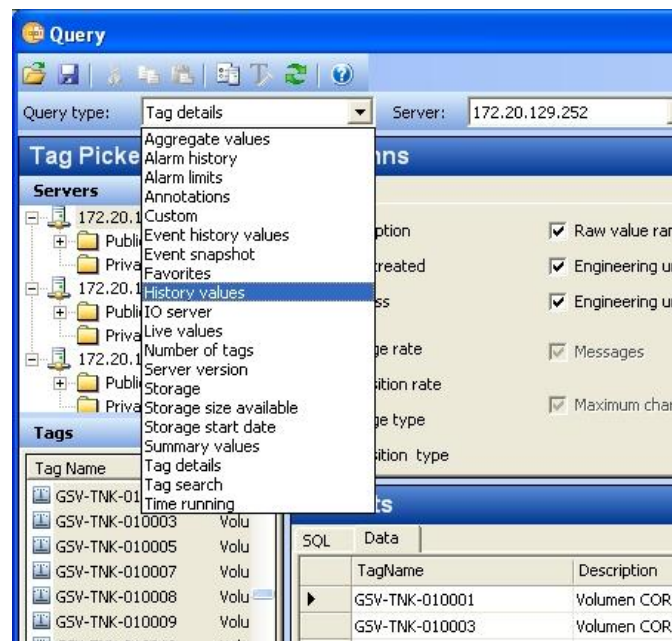
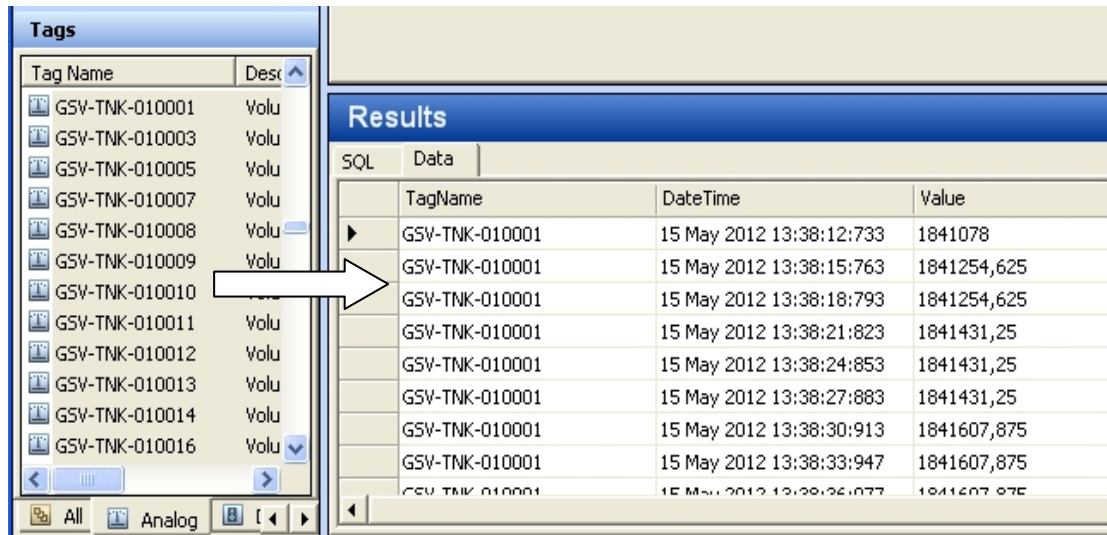


Figura 4. 10 Selección de tipo de Query

Ya seleccionado el servidor del cual se va a tomar los datos, en el área de Tags muestra todas las variables que se pueden tomar para el reporte, aquí se puede tomar varias de ellas dependiendo el reporte, los datos escogido pasan a la pantalla que muestra un resultado previo de la forma que se va a presentar los datos (Figura 4. 11).



The screenshot shows a software interface with two main sections. On the left, a 'Tags' panel displays a list of tags with their names and descriptions. On the right, a 'Results' panel shows a table of data. An arrow points from the 'Tags' list to the 'Results' table.

Tag Name	Desc
GSV-TNK-010001	Volu
GSV-TNK-010003	Volu
GSV-TNK-010005	Volu
GSV-TNK-010007	Volu
GSV-TNK-010008	Volu
GSV-TNK-010009	Volu
GSV-TNK-010010	Volu
GSV-TNK-010011	Volu
GSV-TNK-010012	Volu
GSV-TNK-010013	Volu
GSV-TNK-010014	Volu
GSV-TNK-010016	Volu

SQL	Data	
TagName	DateTime	Value
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:12:733	1841078
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:15:763	1841254,625
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:18:793	1841254,625
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:21:823	1841431,25
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:24:853	1841431,25
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:27:883	1841431,25
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:30:913	1841607,875
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:33:947	1841607,875
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:36:977	1841607,875

Figura 4. 11 Selección de tags

A continuación se debe configurar el formato en la que se van a presentar los datos, la forma en la que se va a realizar la consulta, el formato de la tabla, el orden, entre otras cosas.

La primera pestaña ayuda a configurar las columnas que se desee mostrar seleccionado los datos que son descripción del tag, el valor del tag, la calidad del dato y el tiempo (fecha y hora), dando la posibilidad de incluir milisegundos, para la generación de los reporte se seleccionó el nombre del tag y el valor del mismo, (Figura 4. 12).

Columns

Columns | Time | Format | Criteria | Retrieval | Source | Order

Tag name Quality
 Description Quality detail
 Decimal places: 0 Quality description
 Date and time Include milliseconds OPC Quality

Results

SQL | Data

TagName	DateTime	Value	Quality	QualityDetail
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:12:733	1841078	0	192
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:15:763	1841254,625	0	192
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:18:793	1841254,625	0	192
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:21:823	1841431,25	0	192
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:24:853	1841431,25	0	192
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:27:883	1841431,25	0	192

Figura 4. 12 Elección de las columnas que se desee presentar en el reporte

En la pestaña “Time” se escogió un tiempo personalizado ya que es necesario poner un valor entre 2 periodos de tiempo para tomar los datos de mejor manera y trabajarlos posteriormente en uno de los reportes será periodos de horas y para otros un valor que simplemente actualice los datos necesitando solo los últimos 5 minutos de datos guardados, en esta sección también se puede configurar la zona horaria, la Figura 4. 13 muestra la ventana de configuración.

Columns

Columns | Time | Format | Criteria | Retrieval | Source | Order

Time: Last 5 minutes 15/05/2012 13:54:20 to 15/05/2012 13:59:20 Apply

Use time zone of server
 Time zone: Client Time Zone (GMT-05:00) Bogota, Lima, Quito, Rio Branco

Entity	Time Zone	Daylight Saving Start	Daylight Saving End
Application	SA Pacific Stand...		
Client	SA Pacific Stand...		
172.20.1...	SA Pacific Stand...		
172.20.1...	SA Pacific Stand...		

Results

SQL | Data

TagName	DateTime	Value	Quality	QualityDetail
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:12:733	1841078	0	192
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:15:763	1841254,625	0	192
GSV-TNK-010001	15 May 2012 13:38:18:793	1841254,625	0	192

Figura 4. 13 Selección del tiempo a generar el reporte

En la pestaña “Format” se escogió formato de tabla estrecho, “Narrow Query format”, debido a que este formato de tabla presenta los datos de las etiquetas en columnas aldañas, todas a la misma fecha y hora, y eso es lo que se desea para los reportes. (Figura 4. 14).

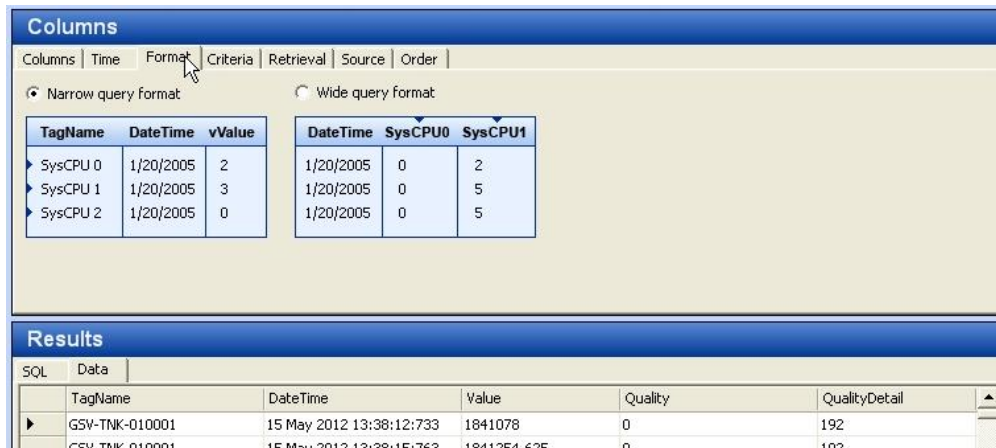


Figura 4. 14 Selección del formato de tabla

En la pestaña “Criteria” no se selecciona ningún rango de datos, pero si se selecciono valores que no sean nulos, ya que con datos nulos no se puede trabajar (Figura 4. 15).

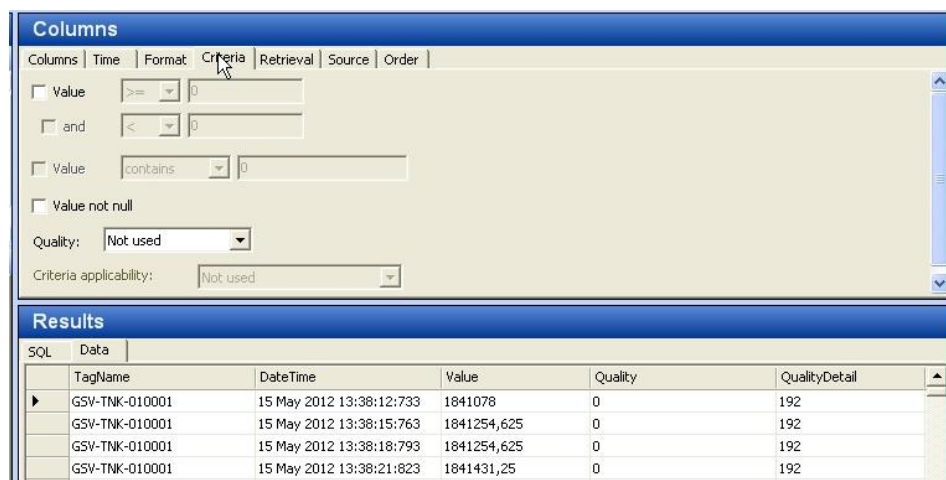
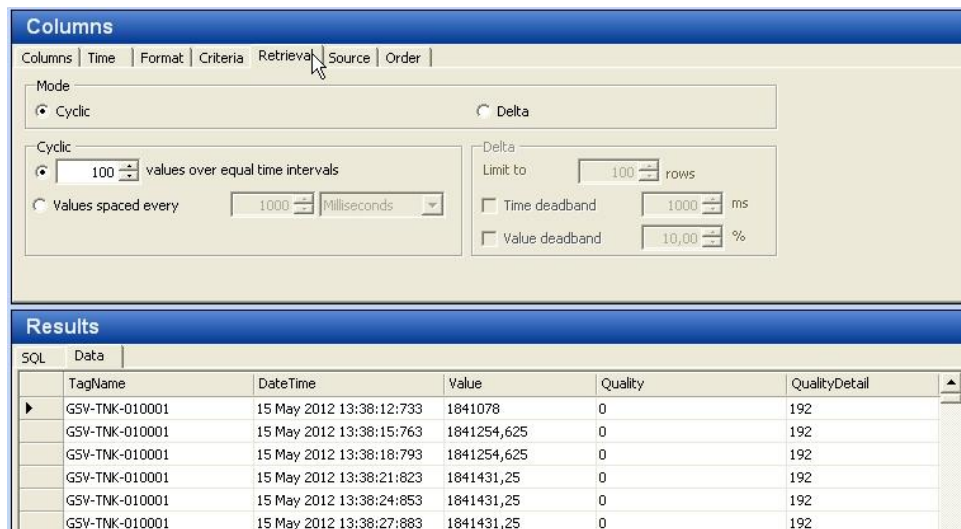


Figura 4. 15 Escoger si se desea un rango de datos

En la pestaña “Resolution” se escogió el modo “Cyclic” aunque su valor no cambie este será procesado en Visual Basic y delta para los reportes que solo se necesite los datos actuales (Figura 4. 16).

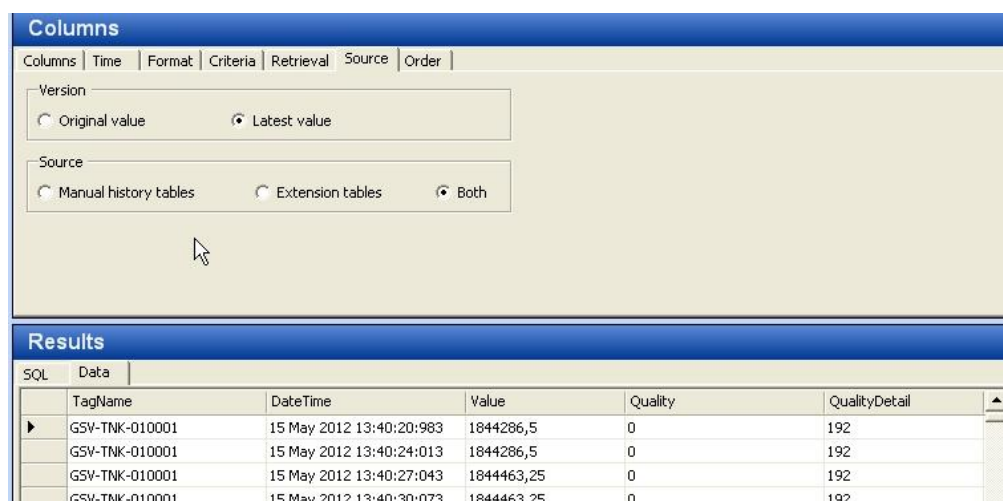


The screenshot shows the 'Columns' configuration window with the 'Resolution' tab selected. The 'Mode' is set to 'Cyclic' (radio button selected). Under 'Cyclic', the 'Limit to' is set to 100 rows. The 'Delta' section is also visible with a 'Limit to' of 100 rows, 'Time deadband' of 1000 ms, and 'Value deadband' of 10,00 %.

SQL	Data																																			
	<table border="1"><thead><tr><th>TagName</th><th>DateTime</th><th>Value</th><th>Quality</th><th>QualityDetail</th></tr></thead><tbody><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:38:12:733</td><td>1841078</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:38:15:763</td><td>1841254,625</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:38:18:793</td><td>1841254,625</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:38:21:823</td><td>1841431,25</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:38:24:853</td><td>1841431,25</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:38:27:883</td><td>1841431,25</td><td>0</td><td>192</td></tr></tbody></table>	TagName	DateTime	Value	Quality	QualityDetail	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:12:733	1841078	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:15:763	1841254,625	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:18:793	1841254,625	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:21:823	1841431,25	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:24:853	1841431,25	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:27:883	1841431,25	0	192
TagName	DateTime	Value	Quality	QualityDetail																																
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:12:733	1841078	0	192																																
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:15:763	1841254,625	0	192																																
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:18:793	1841254,625	0	192																																
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:21:823	1841431,25	0	192																																
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:24:853	1841431,25	0	192																																
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:38:27:883	1841431,25	0	192																																

Figura 4. 16 Selección de la forma de tomar los datos

En la pestaña “Source” se seleccionó la opción “Latest value” para que se tome el último valor almacenado, (Figura 4. 17).



The screenshot shows the 'Columns' configuration window with the 'Source' tab selected. The 'Version' is set to 'Latest value' (radio button selected). The 'Source' is set to 'Both' (radio button selected).

SQL	Data																									
	<table border="1"><thead><tr><th>TagName</th><th>DateTime</th><th>Value</th><th>Quality</th><th>QualityDetail</th></tr></thead><tbody><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:40:20:983</td><td>1844286,5</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:40:24:013</td><td>1844286,5</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:40:27:043</td><td>1844463,25</td><td>0</td><td>192</td></tr><tr><td>G5W-TNK-010001</td><td>15 May 2012 13:40:30:073</td><td>1844463,25</td><td>0</td><td>192</td></tr></tbody></table>	TagName	DateTime	Value	Quality	QualityDetail	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:20:983	1844286,5	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:24:013	1844286,5	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:27:043	1844463,25	0	192	G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:30:073	1844463,25	0	192
TagName	DateTime	Value	Quality	QualityDetail																						
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:20:983	1844286,5	0	192																						
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:24:013	1844286,5	0	192																						
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:27:043	1844463,25	0	192																						
G5W-TNK-010001	15 May 2012 13:40:30:073	1844463,25	0	192																						

Figura 4. 17 Selección de fuente de datos

En la pestaña orden se configuró de acuerdo al reporte que se va a generar, en el caso de los reportes de las islas de carga es necesario organizar de acuerdo a la al tiempo y al brazo de carga que se dé despacho. Para los demás reportes no se configuró con ningún orden en especial, (Figura 4. 18).



Figura 4. 18 Selección de Orden que va a presentar la tabla

El área designada para el código en lenguaje estructurado se llena con la información que se seleccionó en el programa de Query tal como se muestra en la Figura 4. 19.

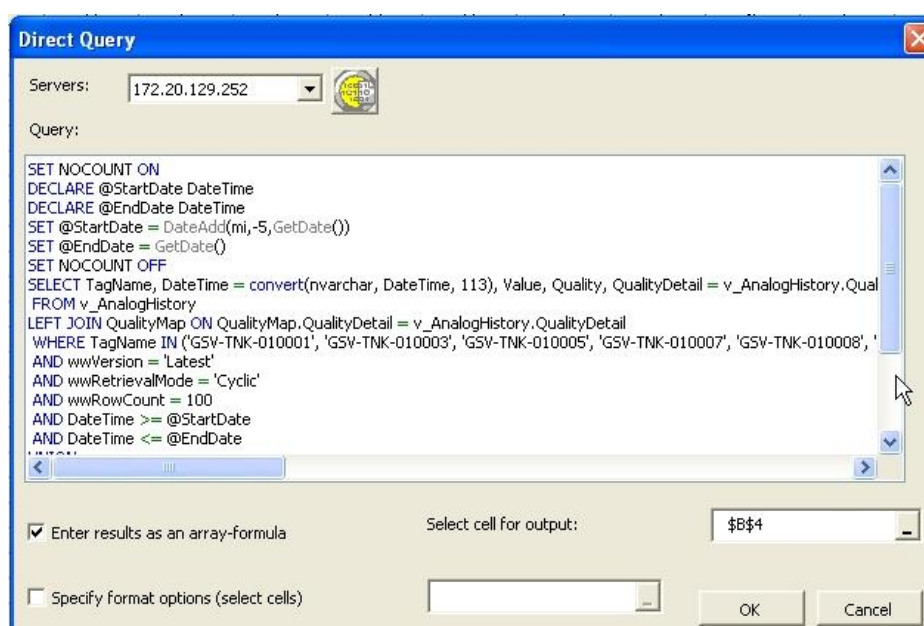


Figura 4. 19 Lenguaje estructurado por las configuraciones realizadas

Para insertar la tabla dar clic en “Ok”. El código generado para realizar los reportes se muestra en el área de fórmulas de Excel y no puede ser editado manualmente, solo por medio de las herramientas de ActiveFactory, por este motivo y con ayuda de Visual Basic se realizó modificaciones del lenguaje estructurado generado mediante código de programación (Anexo 6).

4.7. Lógica del programa Realizado en Visual Basic

Para facilitar el manejo de generación de reportes se realizó un programa en Visual Basic con el objetivo de modificar el lenguaje estructurado generado por el Query y así poder dar facilidad al operador la modificar y generar el reporte, para ello se utilizó la siguiente lógica.

Los reportes se manejan mediante un menú en el cual el operador podrá manejar los reportes de acuerdo a su necesidad

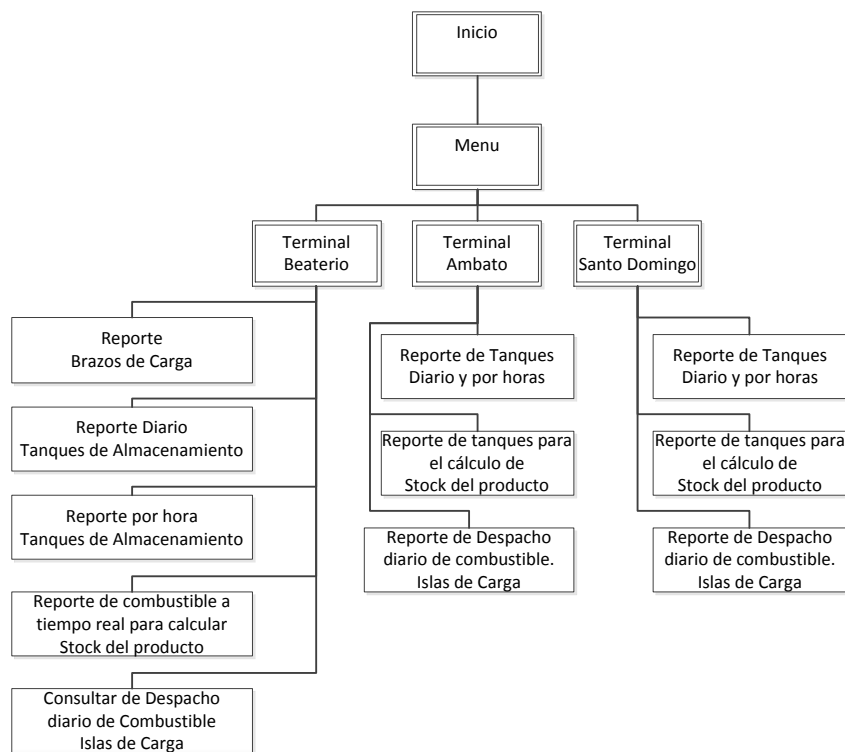


Figura 4. 20 Esquema del Menú principal

Para consultar la base de datos anteriormente se lo realizaba ingresando al ActiveFactory, para evitar esto se creó el manejo de fecha dinámica, la Figura 4. 21 muestra la rutina para poder ingresar la fecha, tanto en el año fecha y día.

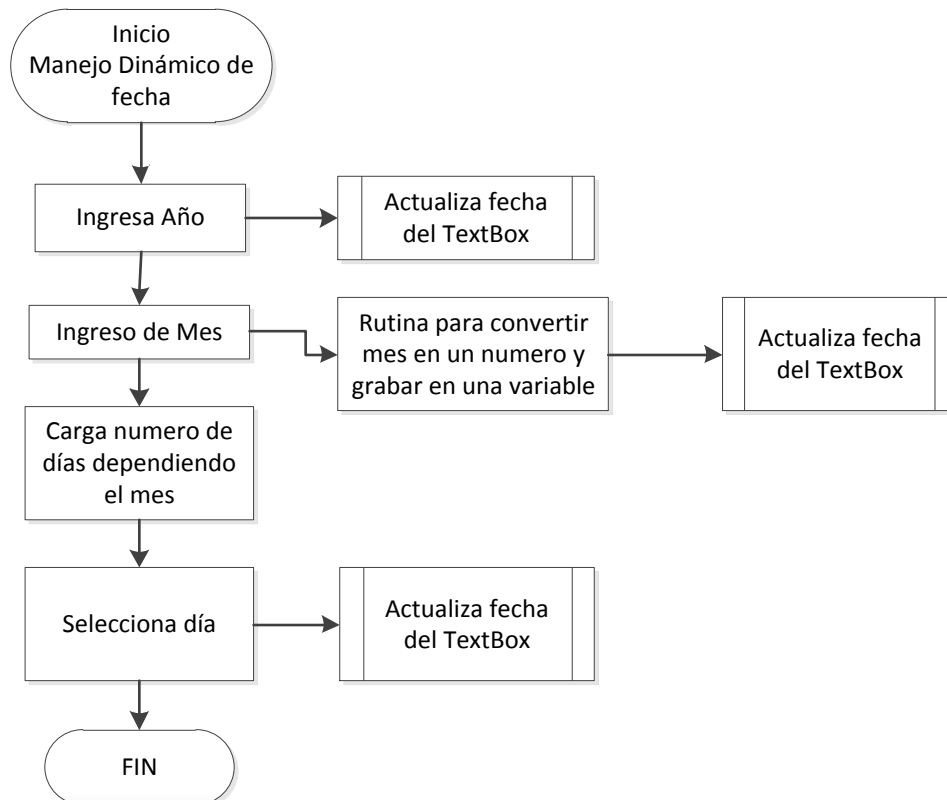


Figura 4. 21 Esquema de rutina de ingreso de fecha.

La rutina manejada para la base de datos se muestra en la Figura 4. 22, esta rutina toma los datos previamente ingresados en los de los comboBox de la ventana creada para cada reporte, para la generación del reporte de movimiento de producto en los Tanques y para el reporte de despacho de diario de combustible de las islas de carga se manejó dos de estas rutinas para tomar datos en diferentes horas y sacar el movimiento de producto diario.

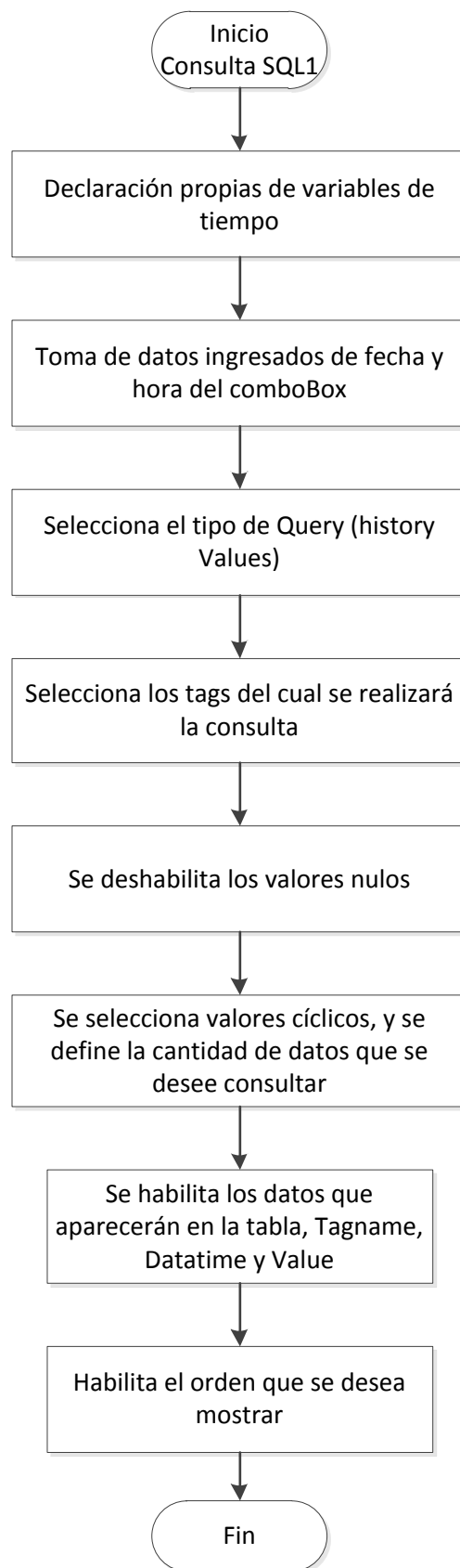


Figura 4. 22 Esquema1 de lógica para el manejo de la base de datos

Para el reporte que muestra la existencia de producto y el cálculo de días de stock se manejó la siguiente rutina para la toma de datos.

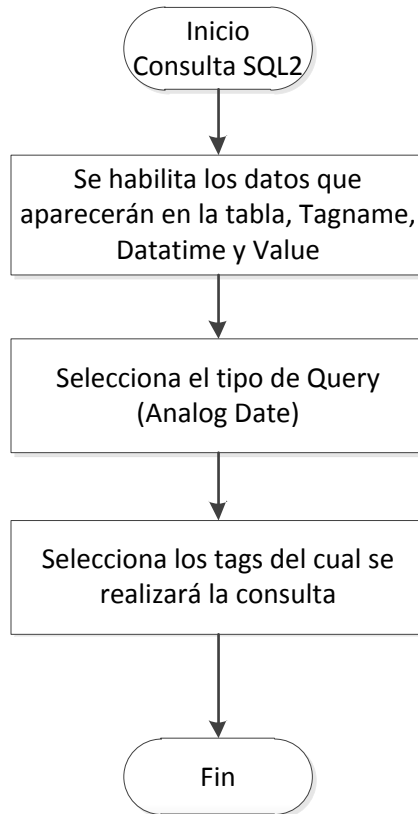


Figura 4. 23 Esquema2 de lógica para el manejo de la base de datos

4.7.1. Reportes de Brazo de carga

Este reporte se realizó para el Terminal Beaterio, se encarga en tomar los datos de la cantidad de producto despachado por brazo de carga, muestra además la fecha y la hora del despacho. La rutina utilizada se muestra en la Figura 4. 24, la lógica del programa es la siguiente los datos de la carga del producto se toma en un periodo de tiempo, en lo cual cuando exista despacho el contador incrementara hasta llegar a la cantidad de producto indicado en el medidor de flujo (Accuload) utilizada en las islas de carga para el despacho, finalizada esta el contador vuelve a cero e inicia el siguiente despacho, con esto la rutina compara el valor y el caso que existe una variación del contador imprimirá en el reporte el valor, este reporte maneja la primera rutina para la toma de datos cargada la

fecha ingresada por el operador. La Figura 4. 25 muestra el formato que se utilizó para este reporte.

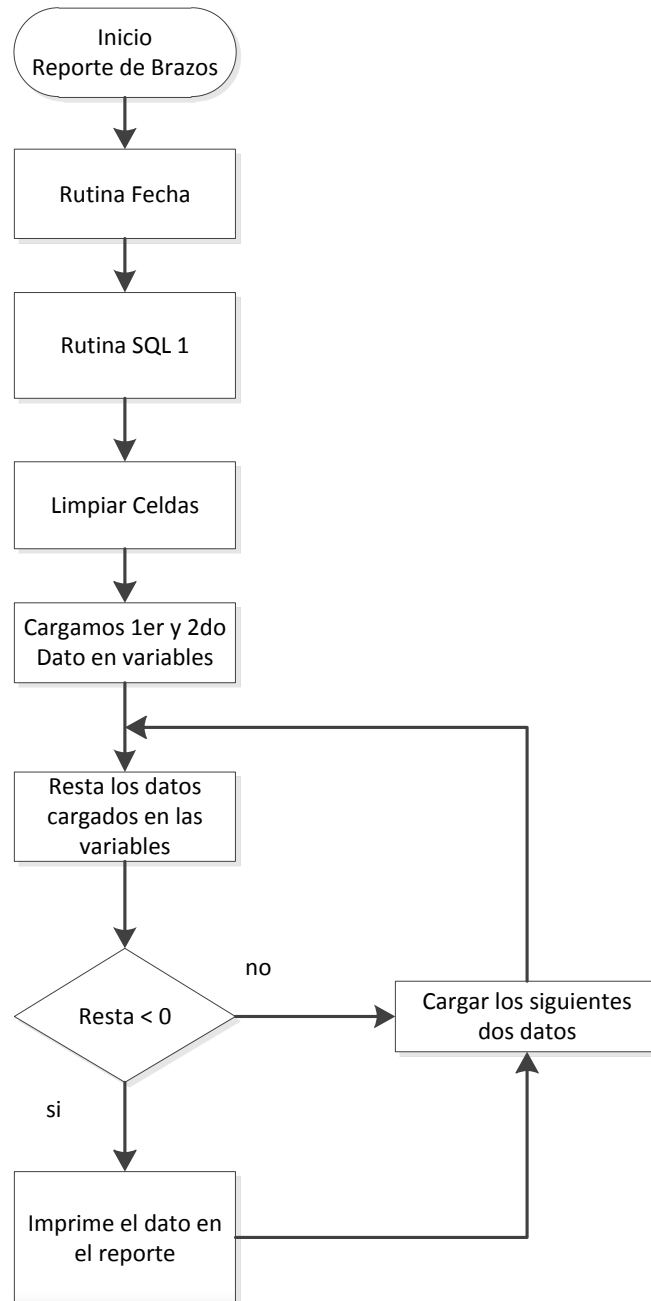


Figura 4. 24 Esquema de lógica para la generación del reporte por brazo de carga


CONSULTA DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE TERMINAL BEATERIO		
		
BRAZO:	18	
DESPACHOS REALIZADOS:	18	
FECHA:		
NUMERO	FECHA	VOLUMEN DESPACHADO FINAL
1	24 Mar 2012 08:12:37:893	6000
2	24 Mar 2012 08:29:28:420	2999
3	24 Mar 2012 09:28:25:263	2000
4	24 Mar 2012 10:10:31:577	4000
5	24 Mar 2012 10:27:22:107	2000
6	24 Mar 2012 10:54:44:210	5000
7	24 Mar 2012 11:11:34:737	2500
8	24 Mar 2012 11:15:47:367	1500
9	24 Mar 2012 11:53:41:053	6000
10	24 Mar 2012 12:14:44:210	2000
11	24 Mar 2012 12:21:03:157	1001
12	24 Mar 2012 13:09:28:420	2000
13	24 Mar 2012 14:08:25:263	4001
14	24 Mar 2012 14:16:50:527	2000
15	24 Mar 2012 14:52:37:893	3000
16	24 Mar 2012 14:56:50:527	2000
15	24 Mar 2012 14:52:37:893	3000
16	24 Mar 2012 14:56:50:527	2000
17	24 Mar 2012 15:30:31:577	3000
18	24 Mar 2012 17:11:34:737	1000
Total		52001

Figura 4. 25 Reporte para Consulta de Despacho de Combustible

4.7.2. Reporte por hora de tanques de almacenamiento

Este reporte se realizó para el Terminal Beaterio, Ambato y Santo Domingo, se encarga en tomar los datos de la cantidad de producto existente en los tanques de almacenamiento, este reporte se puede manejar tanto un despacho diario desde las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde o presentar un reporte generado en un intervalo de tiempo ingresado por el operador. La rutina utilizada se muestra en la Figura 4. 26, al realizar la consulta directamente desde el ActiveFactory muchas veces los datos que se necesitaba no aparecían o eran nulos por motivos que el tanque se encontraba en mantenimiento o por alguna falla y eso hacía que los datos se repitan y den una falla en el reporte, la lógica busca que el reporte no exista estas fallas, y en el caso que suceda muestre un mensaje de falla posteriormente indicando el motivo por el operador. Una vez validado los datos se realiza una diferencia entre el primer dato y el último tomado y sacar la cantidad de movimiento de producto que existió en cada tanque Figura 4. 27.

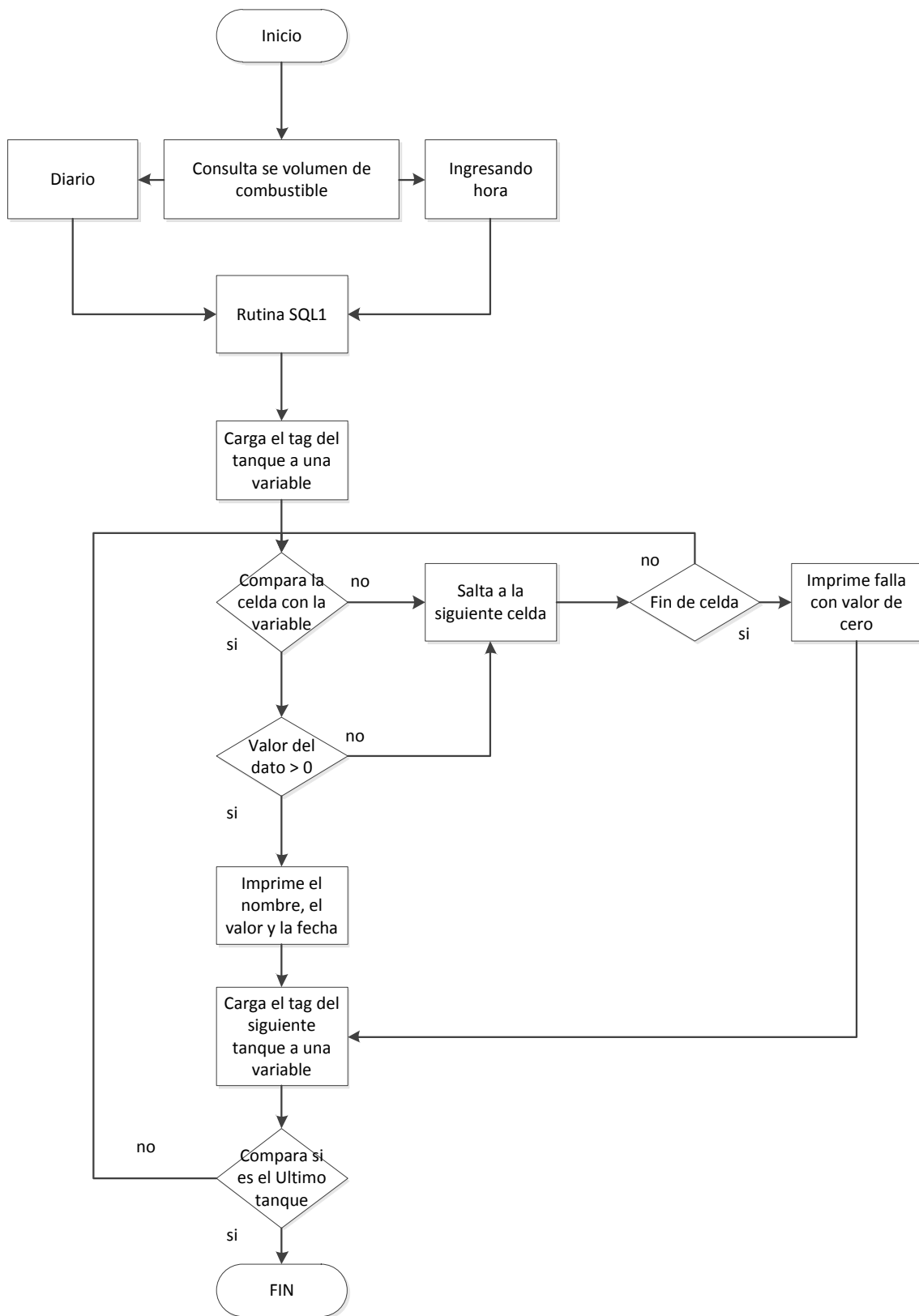


Figura 4. 26 Esquema para la lógica para la generación del reporte del movimiento de combustible

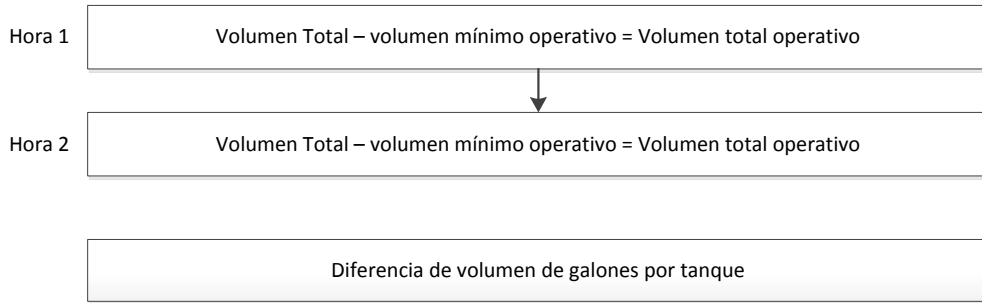


Figura 4. 27 Esquema final para el Reporte de Volumen de Combustible Tanques de almacenamiento

CONSULTA DE VOLUMENES DE COMBUSTIBLE TERMINAL SANTO DOMINGO TANQUES DE ALMACENAMIENTO									
Producto	TagName	Fecha	Volumen Total (gal)	Volumen Operativo (gal)	TagName	DateTime	Value	Volumen Operativo (gal)	Diferencia Volumen (gal)
Gasolina Extra	GSV_TNK_050003	26 Feb 2011 06:00:03.017	629837.188	598.837	GSV_TNK_050003	15 Sep 2011 14:14:12.000	580.779	549.779	-49.058
Diesel 2	GSV_TNK_050004	26 Feb 2011 06:00:00.000	141869.953	124.870	GSV_TNK_050004	15 Sep 2011 14:14:12.000	252.549	235.549	110.679
Gasolina Extra	GSV_TNK_050005	26 Feb 2011 06:00:00.000	17119.8681	0	GSV_TNK_050005	15 Sep 2011 14:14:12.000	16.756	0	0
Diesel 2	GSV_TNK_050006	26 Feb 2011 06:00:00.000	250089.109	237.089	GSV_TNK_050006	15 Sep 2011 14:14:12.000	65.196	52.196	-184.893
Diesel 2	GSV_TNK_050007	15 Sep 2011 14:14:12.000	27873.1699	0	GSV_TNK_050007	15 Sep 2011 14:14:12.000	27.873	0	0
Diesel 2	GSV_TNK_050008	15 Sep 2011 14:14:12.000	413844.313	398.844	GSV_TNK_050008	15 Sep 2011 14:14:12.000	413.844	398.844	0
Gasolina Extra	GSV_TNK_050009	15 Sep 2011 14:14:12.000	66851	42.851	GSV_TNK_050009	15 Sep 2011 14:14:12.000	66.851	42.851	0

CONSULTA DE VOLUMENES DE COMBUSTIBLE "TERMINAL SANTO DOMINGO"

Año: Mes: Día:

Fecha = 26 de Febrero del 2011

Hora de repote de 06 : 00 a 18 : 00

: Hora Inicio : : Hora Final :

Figura 4. 28 Reporte tipo para Consulta de volumen de combustible de terminales

4.7.3. Reporte tiempo real de tanques para sacar los días de Stock

Este reporte se realizó de igual manera para el Terminal Beaterio, Ambato y Santo Domingo, la lógica se muestra en la Figura 4. 29, se encarga en tomar los datos de la cantidad de producto existente en los tanques de almacenamiento a tiempo real, realiza la misma rutina para evitar error en la toma de datos, ya tomado tolos datos comparamos con el valor mínimo operativo del tanque en el caso que el valor sea menor a este se considerará como 0, y en el caso contrario

se restará para obtener el valor real operativo. Ya con estos valores se sumaran los tanques de similar producto y se realizará una grafica con barras para entender mejor el dato, y se sacará los días de stock sacando de referencia la demanda diaria de despacho de combustible.

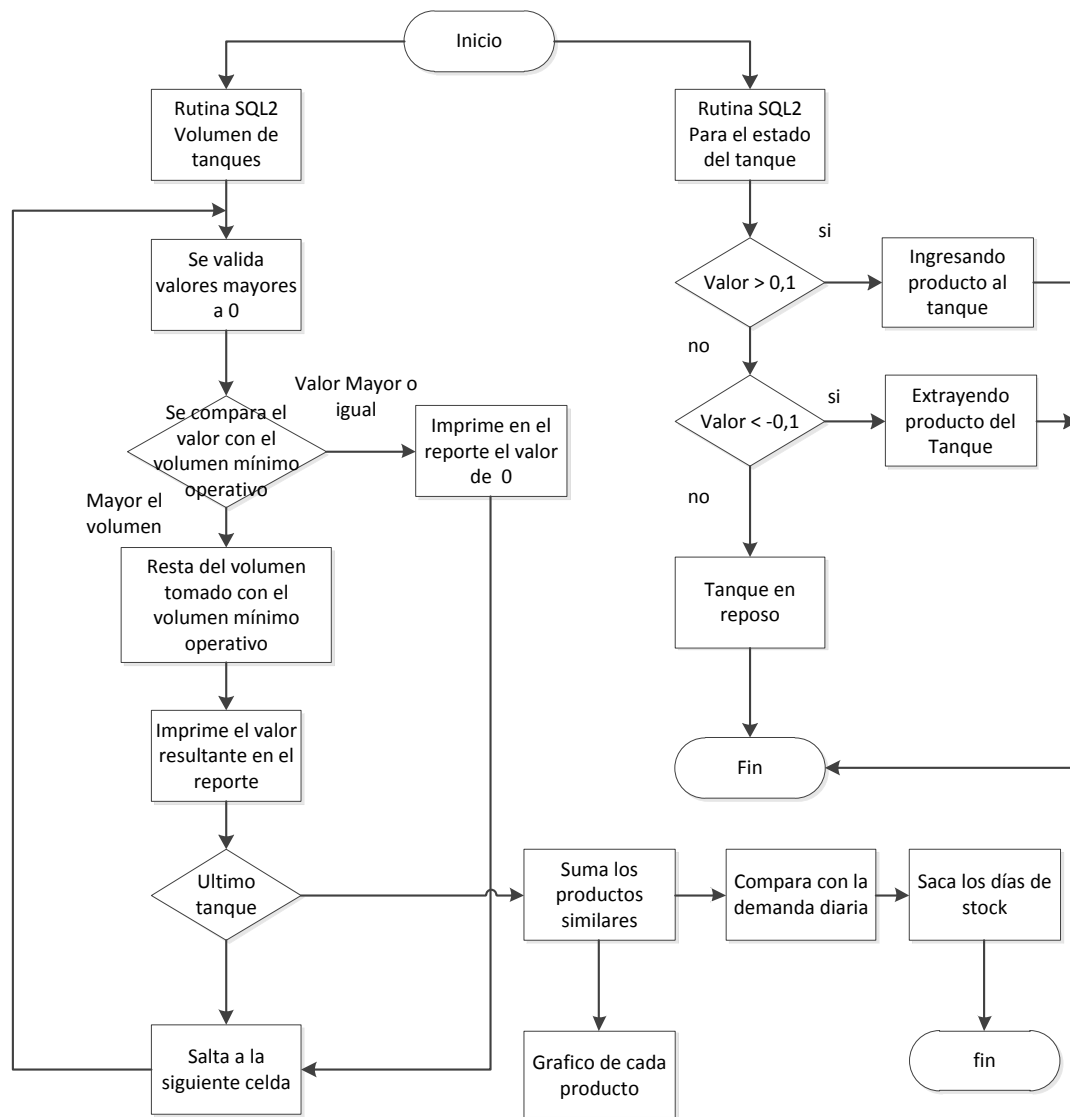


Figura 4. 29 Esquema de lógica para la generación del reporte de volumen de tanques y días de stock

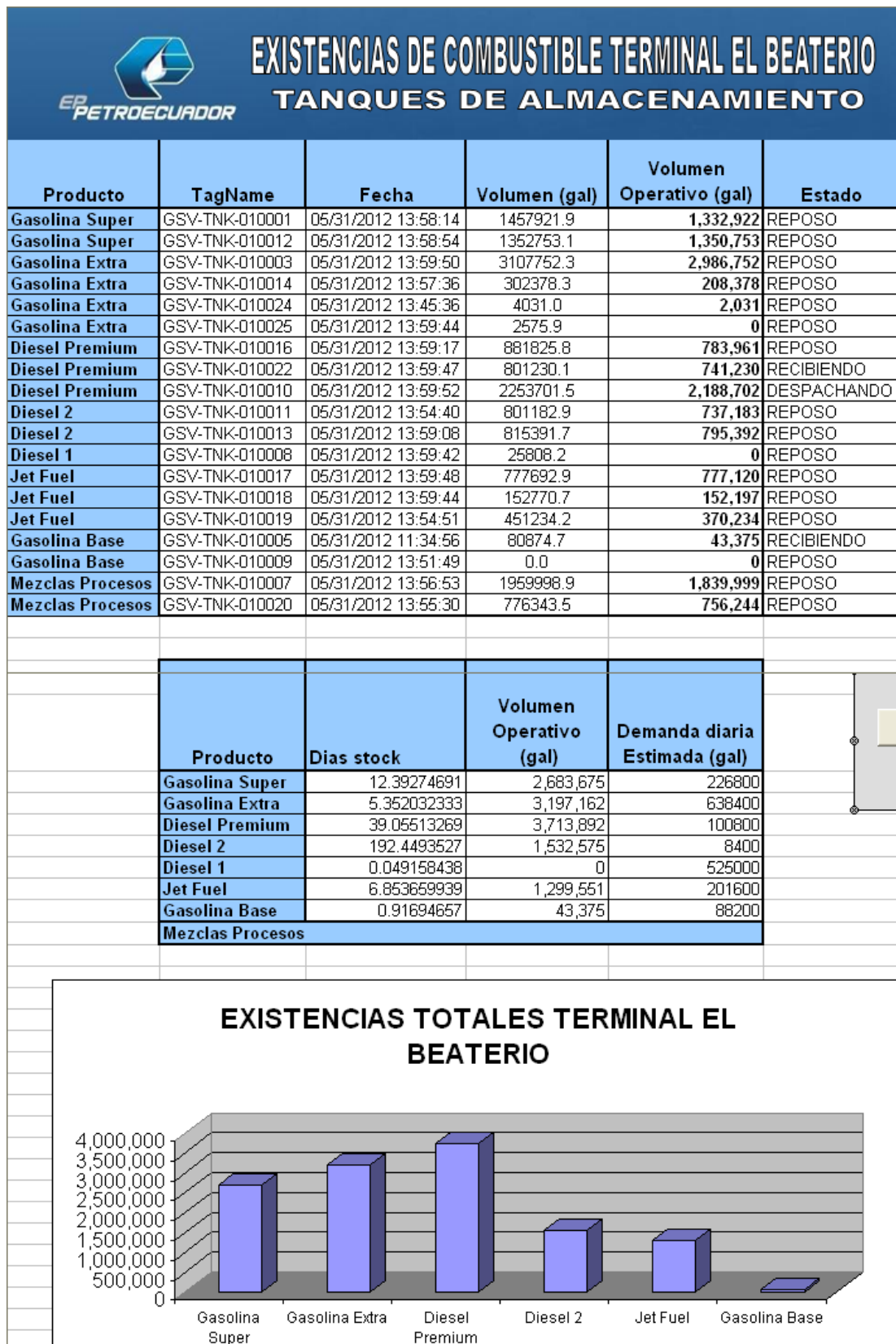


Figura 4. 30 Reporte tipo de la existencia de Combustible de Tanques de Almacenamiento

4.7.4. Consulta el despacho diario por brazos de carga

En este reporte se manejó la base de datos para generar la consulta de despacho diario se lo realizó para el Terminal Beaterio, Ambato y Santo Domingo que cuentan con islas de carga de combustible, la lógica se muestra en la Figura 4. 31, se encarga en tomar los datos de cada brazo de carga, realiza la misma rutina para buscar y validar los datos, en caso que exista fallo en la toma del dato se imprimirá el valor de 0 y la condición de falla, al final sacará el volumen total del producto de cada brazo.

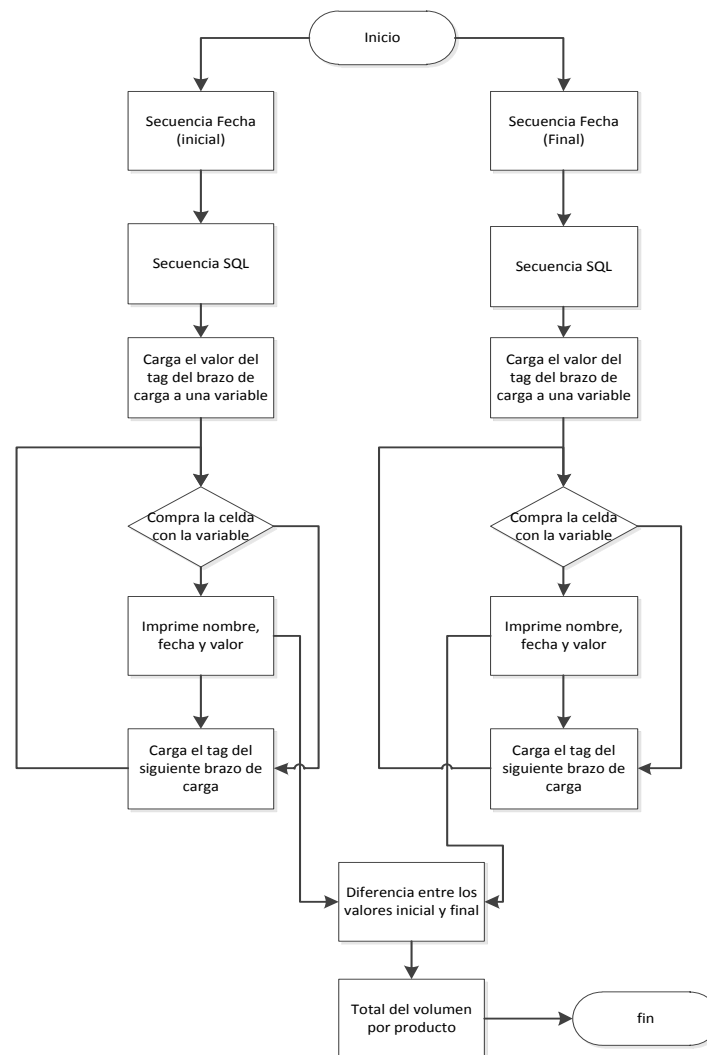


Figura 4. 31 Esquema de lógica para la generación del reporte de consulta de despacho de combustible.

CAPÍTULO 5

5. PRUEBAS Y RESULTADOS

Concluida la configuración del HMI así como la programación para la creación de reportes, se realizó varias pruebas que validen el funcionamiento del mismo. En este capítulo se realizaron pruebas para comprobar el correcto funcionamiento del HMI, las pantallas del VideoWall y la generación de reportes.

5.1. Funcionamiento del HMI

Las pruebas a realizadas son las siguientes:

- Prueba de comunicación Ethernet.
- Prueba de comunicación Modbus.
- Prueba del manejo del HMI.

5.1.1. Prueba De Comunicación Ethernet

El objetivo de esta prueba es verificar la comunicación Ethernet con cada uno de los dispositivos que conforman la red. Se realizó las pruebas respectivas mediante la utilización de un “ping”, desde el “símbolo del sistema”, se verificó la conectividad con todos los dispositivos que intervienen en la red, obteniendo los siguientes resultados Tabla 5. 1.

Tabla 5. 1 Pruebas de conexión con las computadoras del Distrito Norte

		20 de marzo 2012	05 de mayo del 2012	05 de junio del 2012	10 de Julio del 2012	
Terminales Distrito Norte						
Estaciones	Direcciones					Dirección nueva
Tanques Terminal Esmeraldas	172.20.163.250	■	■	■	■	172.25.163.50
Tanques Santo Domingo	172.20.161.251	■	■	■	■	
ISLA 1 Santo Domingo	172.20.161.224	■	■	■	■	
ISLA 2 Santo Domingo	172.20.161.226	■	■	■	■	
Tanques Terminal Ambato	172.20.163.250	■	■	■	■	
ISLA 1 Terminal Ambato	172.20.130.229	■	■	■	■	172.20.130.227
ISLA 2 Terminal Ambato	172.20.130.229	■	■	■	■	172.20.130.227
Terminal Oyambaro	172.20.76.224	■	■	■	■	
Poliducto Esmeraldas Quito						
Estaciones	Direcciones					Dirección nueva
Esmeraldas	172.20.163.248	■	■	■	■	172.25.163.51
Santo Domingo	172.20.161.249	■	■	■	■	172.25.161.50
Faisanes	172.20.141.249	■	■	■	■	172.25.141.50
Corazón	172.20.77.250	■	■	■	■	172.25.77.51
Reductora	172.20.129.197	■	■	■	■	
Poliducto Shushufindi Quito						
Estaciones	Direcciones					Dirección nueva
Shushufindi	172.20.137.242	■	■	■	■	172.25.137.242
Quijos	172.20.140.242	■	■	■	■	172.25.140.242
Osayacu	172.20.136.242	■	■	■	■	172.25.136.242
Chalpi	172.20.135.242	■	■	■	■	172.25.135.242
Reductora	172.20.129.196	■	■	■	■	
Poliducto Quito Ambato						
Estaciones	Direcciones					Dirección nueva
Quito	172.25.129.194	■	■	■	■	
Ambato	172.25.129.243	■	■	■	■	

Se generó algunos cambios de las direcciones de red de algunos Terminales y Poliductos en el tiempo de la realización del proyecto por lo que constante mente se monitoreó estas direcciones, la Tabla 5. 1 muestra en verde un ping exitoso a la maquina señalada y en rojo un ping fallido, en caso de existir cambios en la dirección se señala al en la última columna con la cual se realizó la última prueba.

5.1.2. Prueba De Comunicación Modbus.

Como ya se mencionó cada isla de carga se encuentra configurada en una PC, con esta prueba se busca probar la comunicación Modbus con los equipos AccuLoad utilizados para el despacho de combustible.

En el programa de configuración ArchestrA System Management Console (Consola de administración del sistema ArchestrA), activado en modo on-line en diagnostico de la estructura creada se visualiza los equipos que están configurados en esta red Modbus. Las unidades se presentan en tres colores verde, amarillo y rojo. Los equipos que poseen color verde son los que poseen una excelente comunicación los, los equipos que se visualizan en color amarillo son los que se están comunicando pero están en un estado de diagnóstico y en color rojo muestra a los dispositivos que presentan problemas de comunicación. La Figura 5. 1, Figura 5. 2 y Figura 5. 3 muestra el estado de las islas de carga.

Device Group	Update Interval	Items	Active I...	Errors	Location
UY_010205	1000	39	39	39	ISLA_1_UY_010205
UY_010201	1000	38	38	28	ISLA_1_UY_010201
UY_010204	1000	37	37	12	ISLA_1_UY_010204
UY_010202	1000	38	38	0	ISLA_1_UY_010202
UY_010206	1000	43	43	20	ISLA_1_UY_010206
UY_010209	1000	51	51	30	ISLA_1_UY_010209

Figura 5. 1 estado de toma de datos de la isla 1

Device Group	Update Interval	Items	Active I...	Errors	Location
UY_010211	1000	51	44	62	MODBUS_ISLA2.UY_010211
UY_010207	1000	50	50	0	MODBUS_ISLA2.UY_010207
UY_010208	1000	54	54	0	MODBUS_ISLA2.UY_010208
UY_010225	1000	40	40	19	MODBUS_ISLA2.UY_010225
UY_010226	1000	33	30	90	MODBUS_ISLA2.UY_010226
UY_010210	1000	38	38	1	MODBUS_ISLA2.UY_010210

Figura 5. 2 Estado de toma de datos isla 2

Device Group	Update Interval	Items	Active I...	Errors	Location
UY_010212	1000	34	34	34	MODBUS_ISLA3.UY_010212
UY_010213	1000	35	35	35	MODBUS_ISLA3.UY_010213
UY_010214	1000	34	34	4	MODBUS_ISLA3.UY_010214
UY_010219	1000	35	35	5	MODBUS_ISLA3.UY_010219
UY_010218	1000	35	35	0	MODBUS_ISLA3.UY_010218
UY_010215	1000	34	34	0	MODBUS_ISLA3.UY_010215
UY_010216	1000	34	34	14	MODBUS_ISLA3.UY_010216
UY_010217	1000	34	34	0	MODBUS_ISLA3.UY_010217

Figura 5. 3 estado de datos tomados de la isla 3

Muchas de ellas se encuentran en estado de diagnostico y falla por lo cual se realizó varias pruebas con el objetivo de mejorar la comunicación, y con ello mejorar la visualización de la aplicación y la generación de reportes, el problema principal se presentaba en que no recibía respuesta del AccuLoad de cada brazo por un largo tiempo y el dato se presentaba en color rojo y muchos permanecían en color amarillo por largo tiempo, razón por la cual se debió revisar las conexiones a cada uno de los AccuLoad encontrándose que uno de los convertidores RS485 a RS232 estaba en mal estado por lo que se procedió a cambiarlos.

El total de corriente utilizada por un enlace RS-485 puede variar debido a las impedancias de los componentes, tanto de Transmisores, Receptores y cables, la baja impedancia a la salida del Transmisor y la impedancia en los cables, en cables largos como sucede en el Terminal Beaterio se pueden producir interferencias por ruidos excesivos, por lo que se instaló resistencias de terminación entre los cables de datos a ambos extremos del cable RS485. Esta resistencia debe coincidir con la impedancia del cable, para la comunicación Modbus de los AccuLoad el fabricante recomienda una resistencia de 120Ω de $\frac{1}{4}$ vatio como final de línea.

5.1.2.1. Prueba de comunicación Modbus 1

Con el objetivo de mejorar la adquisición de datos del proceso y posteriormente almacenarlos en el servidor, se realizó pruebas para mejorar la toma de datos, se cambió la configuración de Modbus RS-485 a 4 hilos a RS-485 a dos hilos con un cable común, instalando una resistencia de final de línea en el ultimo nodo, con esto se esperó mejorar la comunicación conectando una tensión mínima común, entre el nodo y el conversor para la toma de datos, la Figura 5. 4 muestra la conexión realizada en cada AccuLoad.

Tabla 5. 2 Descripción de los bloques de terminal del conversor.

BLOQUE TERMINAL	SEÑAL	DIRECCIÓN
C	Power Ground (PWR GND)	-----
F	24 VDC Power Input	-----
H	RS-422/485 TD B(+)	Output
L	RS-422/485 RD B(+)	Input
M	Isolated Ground	-----

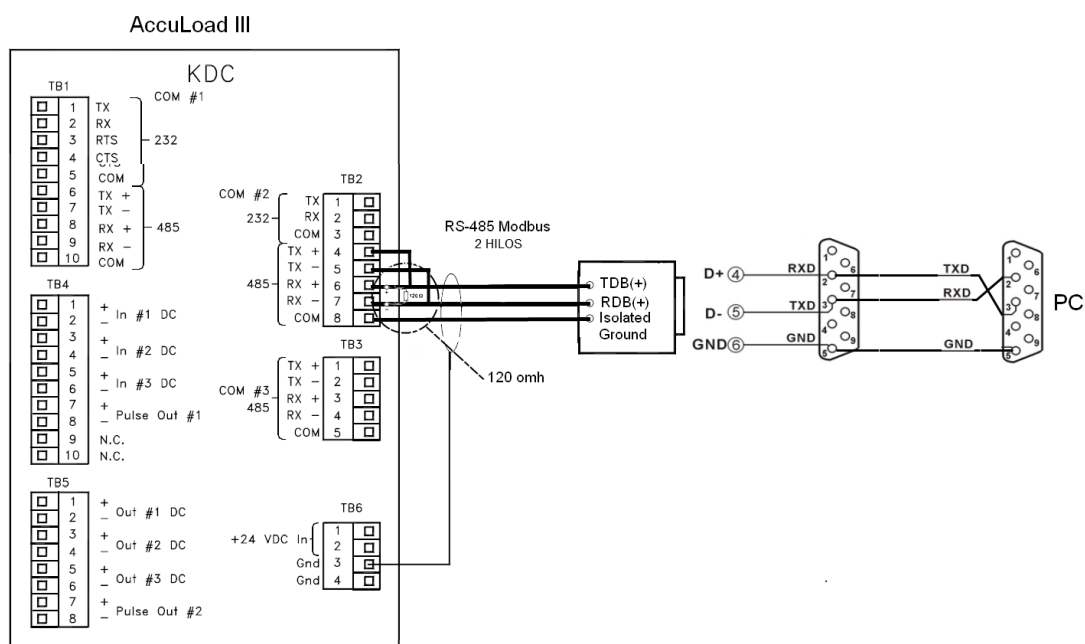


Figura 5. 4 Instalación Red AccuLoad con resistencia de final de línea

El conversor se encuentran configurados de la siguiente manera para la toma de datos de cada isla de carga con las características de la red se configuró los DIP Switch de la siguiente manera. Configuración de DIP Switch (Tabla 5. 3)

Tabla 5. 3 Configuración de DIP Switch Conversor

SW-1	SW-2	SW-3	SW-4	SW-5	SW-6	SW-7	SW-8
ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
RS-485, A 2 Hilos Half Duplex				Terminación 120 Ω	Tasa De Baudios = 19,2 K		

Los 4 primeros DIP Switch, configurado en RS-485 Half Duplex 2 hilos, el 5to DIP Switch para configurar resistencia de fin de línea y los últimos para configurar el tiempo de transmisión 19200 baud.

Resultados

Una vez instalado y con la ayuda de Modbuscan, un programa para leer registros en la comunicación Modbus, se comprobó la adquisición de datos. Sin embargo, el problema se presenta en la cantidad de datos que llega a cada aplicación. En un principio se verificó registros donde muestra los datos de galones despachados y el flujo de cada brazo lo cual funcionó bien los datos se mostraban a tiempo real, pero al hacer pruebas con lectura de más registros la comunicación se cayó dando tiempos muertos y pérdida de datos, y ya que las aplicaciones manejan varios datos se procedió a dejar la configuración inicial a 4 hilos.

5.1.2.2. Prueba de comunicación Modbus 2

Ya que en el tiempo de realización del proyecto hubo cambios de en las islas de carga, tanto en cambio de despacho de carga aérea a despacho con carga ventral y aumento de brazos de carga, por lo que la isla 2 y 3 aumentaron los brazos de carga, para mejorar la captura de datos se procedió a equilibrar el número de brazos para la cada convertidor, se cambió los brazos de carga 6 y 9 de la isla 2 al convertidor de la isla 1, equilibrando 6 brazos de carga a cada convertidor, en el anexo 4.5 muestra un diagrama de red de las Islas de Carga. Además se consideró la distancia del cable, desde el nodo hasta Terminal de Operador, con respecto a la velocidad de toma de datos, cuando el largo del cable excede los 100 mts, la comunicación es intermitente y estos no responden como se espera. Para mejorar la adquisición de datos se cambió la velocidad de toma de datos de 19200 a 9600 baudios como muestra la Figura 5. 5, consiguiendo mejorar la comunicación y con ello la lectura de registros. Adicionalmente, se verificó que los convertidores y configuraciones de PC sean correctos para la toma de datos con la velocidad configurada.

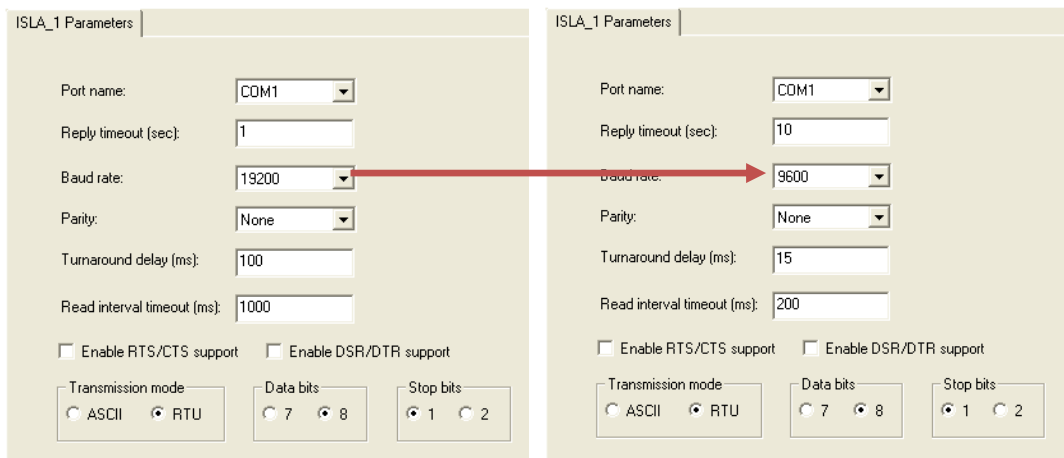


Figura 5. 5 Cambio de parámetros para la adquisición de datos (islas de carga)

Se disminuyó la cantidad de lectura de entradas discretas tanto de lectura como lectura de igual manera la cantidad de registros ya que se encontraban con una cantidad muy grande, con se evitó procesamientos innecesarios y mejorar la toma de datos y evitar tiempos muertos existentes.

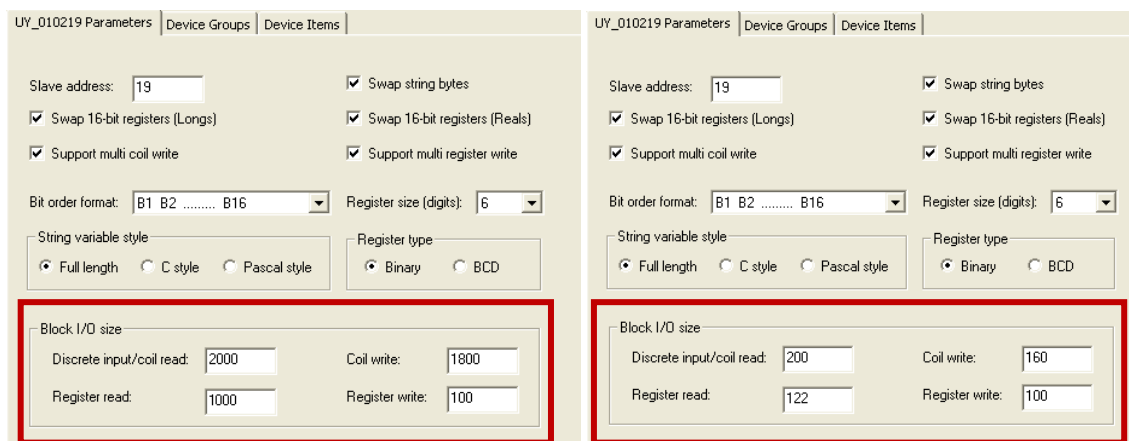


Figura 5. 6 configuracion de cantidad de datos

Resultados

Una vez realizado los cambios se observó mejoras en la comunicación como muestra las Figura 5. 7, Figura 5. 8 y Figura 5. 9 de la isla 1, 2 y 3 respectivamente.

Device Group	Update Interval	Items	Active I...	Errors	Location
UY_010205	1000	39	39	0	ISLA_1_UY_010205
UY_010201	1000	38	38	0	ISLA_1_UY_010201
UY_010204	1000	37	37	0	ISLA_1_UY_010204
UY_010202	1000	38	38	0	ISLA_1_UY_010202
UY_010206	1000	43	43	0	ISLA_1_UY_010206
UY_010209	1000	51	51	0	ISLA_1_UY_010209

Figura 5. 7 Diagnostico de toma de datos de la isla 1

Device Group	Update Interval	Items	Active I...	Errors	Location
UY_010211	1000	51	44	0	MODBUS_ISLA2_UY_010211
UY_010207	1000	50	50	0	MODBUS_ISLA2_UY_010207
UY_010208	1000	54	54	0	MODBUS_ISLA2_UY_010208
UY_010225	1000	40	40	0	MODBUS_ISLA2_UY_010225
UY_010226	1000	33	30	0	MODBUS_ISLA2_UY_010226
UY_010210	1000	38	38	0	MODBUS_ISLA2_UY_010210

Figura 5. 8 Diagnostico de toma de datos de la isla 2

Device Group	Update Interval	Items	Active L...	Errors	Location
UY_010214	1000	34	34	0	MODBUS_ISLA3.UY_010214
UY_010219	1000	35	35	0	MODBUS_ISLA3.UY_010219
UY_010218	1000	35	35	0	MODBUS_ISLA3.UY_010218
UY_010215	1000	34	34	0	MODBUS_ISLA3.UY_010215
UY_010216	1000	34	34	0	MODBUS_ISLA3.UY_010216
UY_010217	1000	34	34	0	MODBUS_ISLA3.UY_010217

Figura 5. 9 Diagnostico de toma de datos de la isla 3

Los brazos 12, 13 no se lograban comunicar por lo que se cambió la toma de datos a ethernet, ya que el acuload cuenta con comunicación Modbus Tcp/Ip, bajando la cantidad de datos que manejaba la isla 3. Al realizar pruebas con DASMBTCP existía falla en la toma de datos, por lo que se configuró en MBENET lo cual mejoro notablemente la toma de datos.

Se configuró tanto en el acuload como en la aplicación de la isla 3, ingresando la dirección ip, nombre, el tipo del registro y la cantidad de entradas discretas como de registros a leer, obteniendo una respuesta buena sin tiempos muertos.

MBENET Topic Definition

Topic Name: UY_010223

IP Address: 172.20.129.213

Dest_Index or Unit_ID: 23

Slave Device Type: Quantum (6 digit address)

Use Concept Data Structures

Unsolicited Messages

String Variable Style: Full length, C style, Pascal style

Register Type: Binary, BCD

Block I/O Sizes: Coil Read: 64, Register Read: 100, Coil Write: 64, Register Write: 100

Update Interval: 1000 msec, Reply Timeout: 1000 sec

Figura 5. 10 Configuración MBENET (isla de carga 3)

En la Figura 5. 11 muestra una respuesta buena de todos los brazos de carga configurados en MBENET.



```
MBENET
Configure Help
ENET1 Use:0.0 Percent
UY_010213 Lag:0ms () Status:GOOD
  READ Reg 2580- 2581
UY_010212 Lag:0ms () Status:GOOD
  READ Reg 2560- 2561
UY_010222 Lag:0ms () Status:GOOD
  READ Disc 4163- 4163
  READ Reg 2560- 2561
UY_010223 Lag:0ms () Status:GOOD
  READ Reg 2580- 2581
UY_010220 Lag:0ms () Status:GOOD
  READ Reg 2560- 2561
UY_010221 Lag:0ms () Status:GOOD
  READ Reg 2580- 2581
```

Figura 5. 11 Estado de MBENET (isla de carga 3)

Con estos cambios se mejoró la adquisición de datos y con ello mejorar tanto la aplicación como la generación de reportes mostrando datos reales de cada isla.

5.1.3. Prueba del manejo del HMI.

Se realizó pruebas del software diseñado en InTouch, para manejo de pantallas y alarmas.

5.1.3.1. Pantalla de Acceso

En la aplicación se configuró una pantalla de accesos que mientras no se ingrese una clave correcta la aplicación deshabilita las teclas Ctrl + Alt + Delete y la tecla de Windows con ello se logra evitar un reinicio por software por personas no autorizadas, saboteos o que la PC sea utilizado para otros tareas fuera de la que está destinada. Se utilizó el siguiente código dentro del “application script del intouch”, se ejecutará mientras corra el programa.

```
IF $AccessLevel >9000 THEN
  EnableDisableKeys(0,0,0);
```

```
ELSE
    EnableDisableKeys(1,1,1);
ENDIF;
```

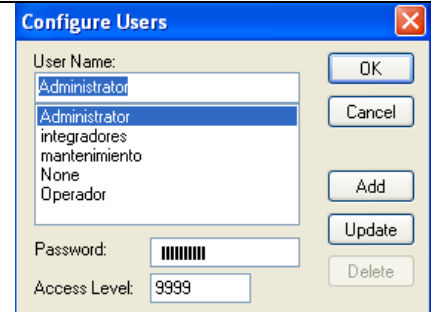
Esto limita la maniobrabilidad de la aplicación solo a niveles de acceso mayores a 9000, además al iniciar la aplicación se genera el siguiente código.

```
Show"Acceso";
Show"Menu Superior";
Show"Menu Inferior";
$PasswordEntered=" ";
```

Mediante este código carga las pantallas de acceso e inicializa al usuario, consiguiendo una protección desde que se inicia la aplicación. Los usuarios configurados son:

Tabla 5. 4 Usuarios y nivel de accesos

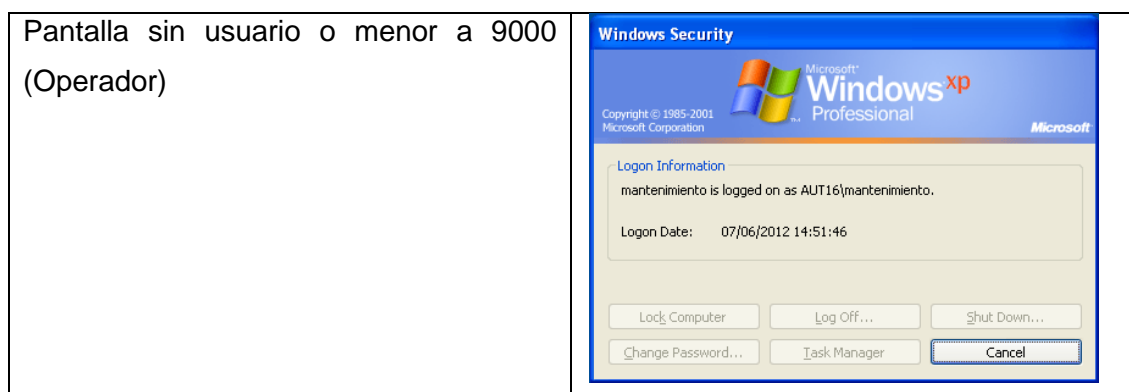
Usuarios	Nivel de acceso
ADMINISTRATOR	9999
INTEGRADORES	9999
MANTENIMIENTO	9999
OPERADOR	1000
NINGUNO	0



La pantalla que muestra al ingresar Ctrl + Alt + Delete.

Tabla 5. 5 bloqueos con respecto al nivel de acceso.

<p>Pantalla con un usuario de nivel de acceso mayor a 9000</p>	
--	--



Además Ingresando nombre de usuario y la clave de acceso se habilita el manejo del historial que proporciona al instalar el ActiveFactory dentro del “Menú Historial”. El nivel operador se encuentra limitado en cambiar niveles de acceso y crear nuevos usuarios.

5.1.3.2. Pantallas De Islas De Carga Y Tanques De Almacenamiento

Se realizó pruebas verificando la aplicación de cada una de las Terminales con la aplicación realizada, se comparó datos a tiempo real, consiguiendo con éxito observar los datos de cada uno de ellos tanto en la aplicación de las islas de carga como de los tanques de almacenamiento. La captura de las pantallas se realizó con ayuda del VideoWall donde se puede observar las aplicaciones de los diferentes Terminales del Distrito Norte.

La Figura 5. 12 se observa la aplicación de la isla de carga 2 del Terminal Beaterio en la que muestra que se encuentra tres tanqueros cargando con diferentes productos, la aplicación de la integración muestra los mismos datos tanto en el volumen de transacción como el volumen despachado.

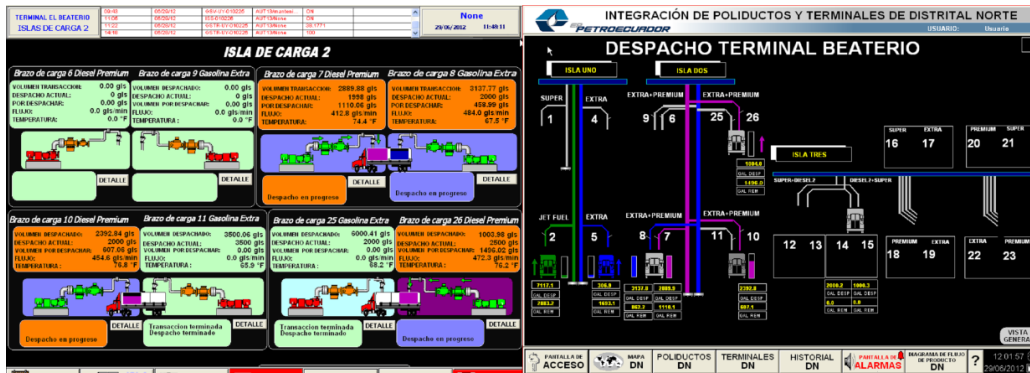


Figura 5. 12 Comparación isla de carga Terminal Beaterio

De igual manera se tomó la isla de carga 1 del Terminal Santo Domingo, y se comparó con la pantalla del área de despacho creada, muestra los mismos datos tomados a tiempoS reales.

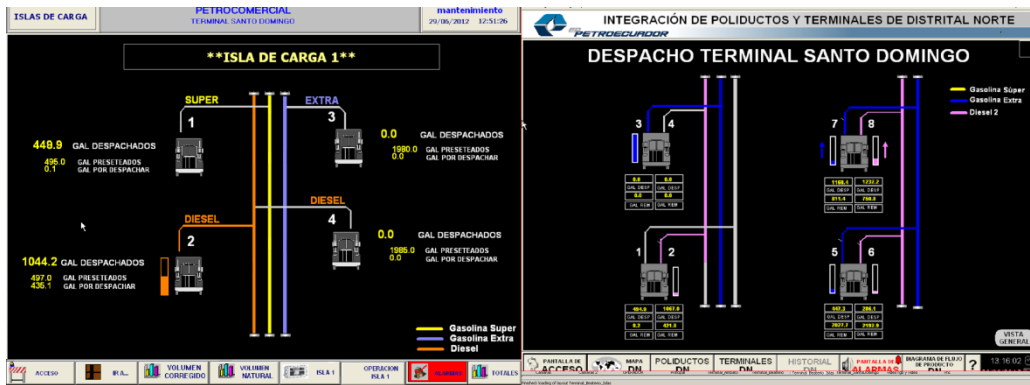


Figura 5. 13 Comparación isla de carga Terminal Santo Domingo

De igual manera se realizó comparaciones con los tanques de almacenamiento, obteniendo resultados esperados en la aplicación.

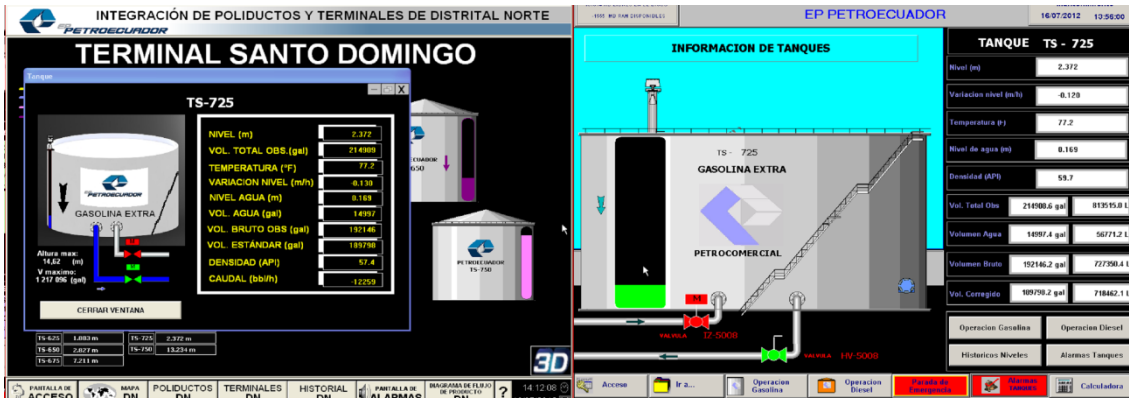


Figura 5. 14 Comparación de tanque de almacenamiento Terminal Santo Domingo

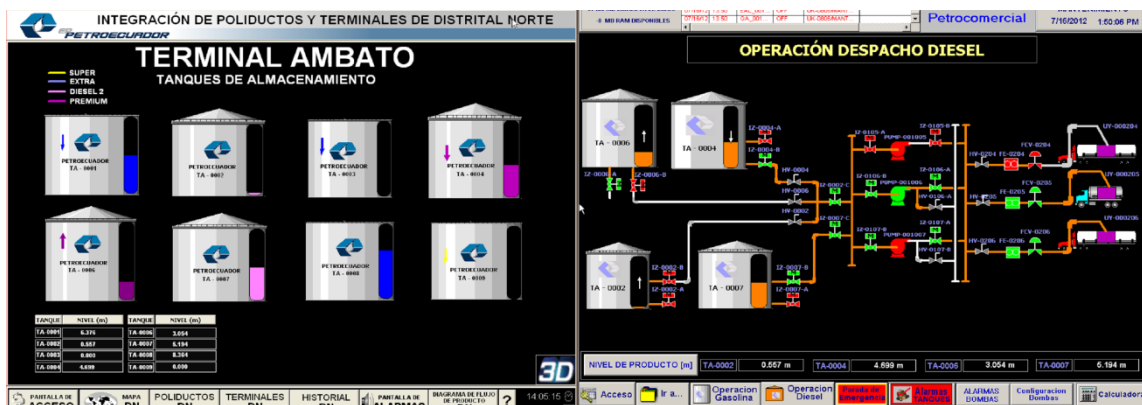


Figura 5. 15 Comparación de tanque de almacenamiento Terminal Santo Domingo

Se realizó pruebas con cada una de las pantallas de los diferentes terminales con la aplicación de integración creada, consiguiendo los resultados esperados en la aplicación.

5.1.3.3. Pantallas de Alarmas

En la pantalla “Alarmas” se presenta un resumen de alarmas tanto de Terminales y Poliductos. Cuando está presente una alarma el botón “ALARMAS” de la pantalla “Menú Inferior” cambia a color rojo, como se indica la Figura 5. 16.



Figura 5. 16 Pantalla en caso de la existencia de una alarma

Para poner sobre alerta al operador se creó una ventana de aviso que indica la revisión de las alarmas, esta ventana una vez cerrada aparecerá solo si existe otra alarma o evento producido.

Ya generada la alarma el operador tendrá que reconocerlas, cada terminal tiene un detalle de alarmas como se muestra en la Figura 5. 17.

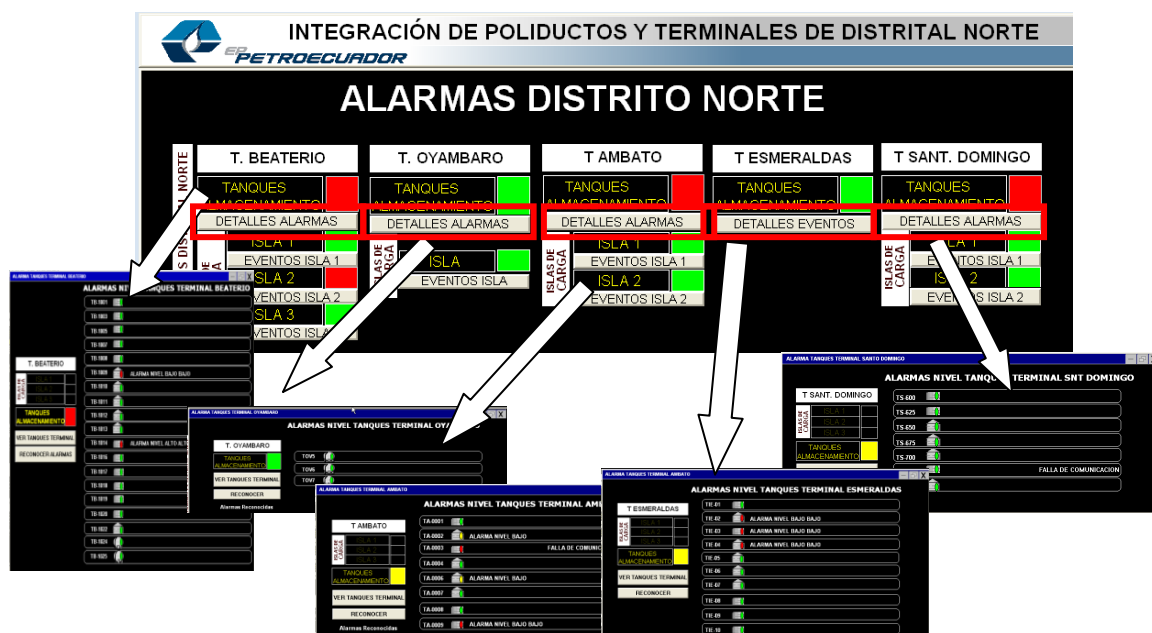


Figura 5. 17 Pantallas de Alarmas de tanques de almacenamiento

Estas alarmas son sumamente importantes ya que podría producir daños importantes a la empresa y al medioambiente el operador tiene que tener conocimiento de las cosas que estén pasando en la planta ya que muchas veces existe mantenimiento de tanques lo que implica que se encuentra sin producto como la Figura 5. 18, el tanque TB-1009, o en otro caso un tanque que ya su nivel operativo se encuentre en nivel alto como el tanque TB-1014, los operadores ya cerraron la válvula de ingreso en ese caso ya se encuentra solucionado y no presente peligro se reconocerá las alarmas producidas.



Figura 5. 18 Pantalla de Alarmas de Tanques Terminal Beaterio

También existe la posibilidad que falle la comunicación del tanque por desconexión, fallas de de algún convertor o mantenimiento del mismo como se muestra en la Figura 5. 19 en los tanques de Santo Domingo de igual manera ya al tanto el operador podrá identificar la falla.



Figura 5. 19 Pantalla de Alarmas Terminal Santo Domingo

Ya en conocimiento de la alarma el operador debe presionar el botón “RECONOCER ALARMAS”, como se indica en la Figura 5. 20, esta alarma dejara de titilar y se quedará en un estado de alerta (color amarillo), si el estado de la alarma permanece por 24 horas vuelve a aparecer indicando que no se ha solucionado.

El tiempo de ejecución cada 10 mseg el tiempo calculado es de 24 horas, AUXalmAMB, AUXalmB, AUXalmSNTD son banderas ancladas con la condición de cada tanque. Mediante esto la tecla de alarmas del menú inferior cambiará las letras de color de rojo a negro.

La condición de alarma también desaparecerá cuando una alarma está presente y regresa al estado normal, como se muestra en la Figura 5. 20.

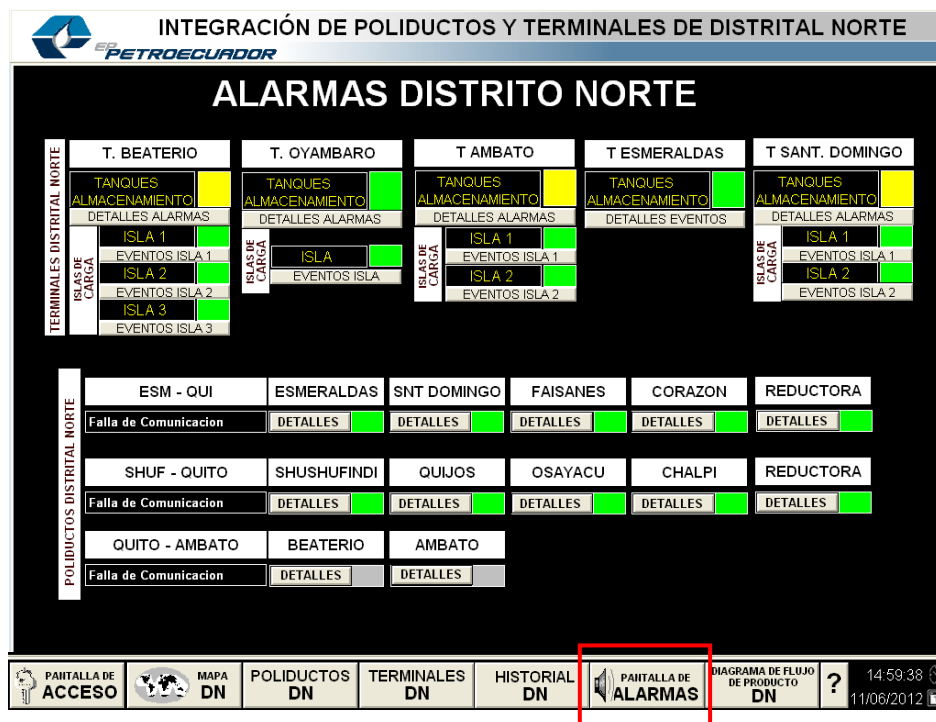


Figura 5. 20 Pantalla de alarmas

Cada evento de las islas está conectado a los eventos de las computadoras donde se encuentra corriendo la aplicación, cada cuadrado verde implica buena se está tomando bien los datos. Este monitoreo se realizó por varias semanas obteniendo resultados esperados para cada caso.

5.1.4. Indicadores guía GEDIS

Para este proyecto se ha diseñado la interfaz mediante parámetros de la guía GEDIS, la interfaz de supervisión fue configurada a modo de conjunto de pantallas agrupadas por áreas de proceso. La guía GEDIS se aplicó para el rediseño y creación de las pantallas. Respecto los tres primeros indicadores evaluados, se manejó con una estructura compuesta por capas, de manera que en la interfaz de Supervisión predomina la navegación en anchura poco profunda, aspecto que es típico en el contexto de diseño de interfaces industriales de Supervisión. En cuanto a los modos de navegación entre pantallas se han realizado correcciones para obtener similar posición y formato, y evitar desorientar al operador, la barra de navegación es bastante clara y siempre en la misma zona de la pantalla.

Ante un proceso productivo grande y complejo compuesto por diversas áreas, la guía GEDIS recomienda la presencia de un mapa que permita al operario mediante un rápido vistazo la posibilidad de navegar a la pantalla del área deseada, sin tener que recordar el orden secuencial que ocupa cada pantalla y cada área en el proceso. La aplicación fue evaluada mediante indicadores propios de la Guía GEDIS por personal de la empresa obteniendo un promedio de 4,6 y 4,8 sobre 5, indicando conformidad con la aplicación, en el anexo 5 muestra la evaluación realizada.

5.2. Generación De Reportes


Para realizar las pruebas de funcionamiento de la generación de reportes de los parámetros del producto, genero varios reportes seleccionando fecha al azar. Se generó el reporte correspondiente a los parámetros ingresados.

5.2.1. Generación De Reportes Para Consulta De Despacho De Combustible

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la generación de reportes Para Consulta De Despacho De Combustible.


1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso 24 de Enero del 2012.
2. Seleccionar el brazo de carga que necesite hacer el reporte para este caso brazo 19 de gasolina extra.
3. Seleccionar el botón “Generar Reporte”

Tabla 5. 6 Reporte de despacho de combustible brazo 19

 TERMINAL BEATERIO CONSULTA DE DESPACHO DE COMBUSTIBE		
GASOLINA EXTRA		
BRAZO:	19	
DESPACHOS REALIZADOS:	18	
FECHA:	Reporte realizado el 12 de junio del 2012	
NUMERO	FECHA	VOLUMEN DESPACHADO FINAL
1	24 Jan 2012 08:31:34:737	5850
2	24 Jan 2012 09:01:03:157	4000
3	24 Jan 2012 09:24:12:630	2000
4	24 Jan 2012 09:36:50:527	2000
5	24 Jan 2012 10:06:18:947	6000
6	24 Jan 2012 10:35:47:367	4000
7	24 Jan 2012 10:50:31:577	4000
8	24 Jan 2012 12:12:37:893	3000
9	24 Jan 2012 12:46:18:947	2001
10	24 Jan 2012 13:15:47:367	3000
11	24 Jan 2012 13:41:03:157	1000
12	24 Jan 2012 13:55:47:367	3001
13	24 Jan 2012 14:21:03:157	1000
14	24 Jan 2012 14:54:44:210	6000

15	24 Jan 2012 15:32:37:893	1999
16	24 Jan 2012 15:41:03:157	1000
17	24 Jan 2012 15:57:53:683	3999
18	24 Jan 2012 16:06:18:947	1001
19	24 Jan 2012 16:23:09:473	2000
20	24 Jan 2012 16:44:12:630	999
21	24 Jan 2012 16:54:44:210	2000
22	24 Jan 2012 17:15:18:683	3000
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
Total		62850


Gracias a la colaboración de la gente despacho por la ayuda del reporte que ellos generan para realizar las pruebas, podemos ver que la Figura 5. 21 toma los mismos datos que la registrada por los operadores.

 EP PETROECUADOR GERENCIA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO		CONTROL DIARIO DE LECTURAS DE MEDIDORES					
Terminal: <u>Baños</u>		Código: _____		Producto: <u>Extra</u>		Código: _____	
Medidor N°: <u>19</u>		Código: _____		Tanque N°: _____		Código: _____	
Fecha última calibración: _____		Día <u>24</u> Mes: <u>01</u>		Año: <u>2012</u>			
N°	TANQUERO PLACA	ORDEN N°	LECTURA ANTES 60° F	VOLUMEN 60° F DESPACHADO	LECTURA GLS NATURALES	T.°C.	OBSERVACIONES
1	ICF-715	1489222	1360500	5850	1364898		
2	EC-632	1489224	1366350	4000			
3	POS-592	1489255	1370350	2000			
4	PAO-188	1489278	1372350	2000			
5	QA 9107	1489258	1374350	6000			
6	IC 706	1489288	1380350	4000			
7	BU 947	1489230	1384350	4000			
8	PA 286	1489333	1388350	5000			
9	IK 877	1489298	1391350	2000			
10	IAZ-0188	1489400	1393350	3000			
11	IAI 251	1489507	1396350	1000			
12	PA 901	1489441	1397350	3000			
13	PA 2422	1489437	1400350	1000			(19) Extra
14	PBA-8909	1489466	1401350	6000			
15	PA 8905	1489500	1407350	2000	/		
16	GR 357	1489559	1409350	1000			
17	PZK 558	1489468	1410350	4000			
18	PAW 6093	1489629	1414350	1000			
19	YBL 548	1489667	1415350	2000			
20	PPD 254	1489659	1417350	1000			
21	PF 087	1489642	1418350	2000			
22	IK 302	1489693	1420350	3000			
23			1423350		1431229		
24							
25							
26							
27							
TOTAL			62850		63331		
OBSERVACIONES							
OPERADOR DE DESPACHO:							
(F) <u>A. Mera</u>				(F) _____			
Técnico Despacho				Técnico Líder			

F-TDB-03

Figura 5. 21 control Manual de despacho de combustible

Tabla 5. 7 Reporte despacho de combustible Brazo 10

 CONSULTA DE DESPACHO DE COMBUSTIBE TERMINAL BEATERIO		
Producto:	Diesel Premium	
BRAZO:	10	
DESPACHOS REALIZADOS:	37	
FECHA:	Reporte realizado el 17 de julio del 2012	
NUMERO	FECHA	VOLUMEN DESPACHADO FINAL
1	17 Jul 2012 07:47:22:107	2300
2	17 Jul 2012 08:10:31:577	4000
3	17 Jul 2012 08:23:09:473	2000
4	17 Jul 2012 08:35:47:367	2000
5	17 Jul 2012 08:58:56:843	2000
6	17 Jul 2012 09:26:18:947	4150
7	17 Jul 2012 09:45:15:790	1999
8	17 Jul 2012 10:10:31:577	2000
9	17 Jul 2012 10:31:34:737	4000
10	17 Jul 2012 10:42:06:317	2000
11	17 Jul 2012 11:07:22:107	4000
12	17 Jul 2012 11:38:56:843	5000
13	17 Jul 2012 12:02:06:317	6000
14	17 Jul 2012 12:23:09:473	3000
15	17 Jul 2012 12:48:25:263	5000
16	17 Jul 2012 12:58:56:843	1000
17	17 Jul 2012 13:07:22:107	1000
18	17 Jul 2012 13:17:53:683	2000
19	17 Jul 2012 13:41:03:157	6003
20	17 Jul 2012 13:55:47:367	3000
21	17 Jul 2012 14:14:44:210	4000
22	17 Jul 2012 14:33:41:053	1000
23	17 Jul 2012 14:52:37:893	4000
24	17 Jul 2012 15:07:22:107	2000
25	17 Jul 2012 15:47:22:107	10000
26	17 Jul 2012 15:51:34:737	1001
27	17 Jul 2012 16:00:00:000	1000
28	17 Jul 2012 16:12:37:893	3000
29	17 Jul 2012 16:21:03:157	1000
30	17 Jul 2012 16:29:28:420	1000
31	17 Jul 2012 16:50:31:577	4000
32	17 Jul 2012 16:56:50:527	2000

33	17 Jul 2012 17:05:15:790	2000
34	17 Jul 2012 17:11:34:737	1998
35	17 Jul 2012 17:28:25:263	4000
36	17 Jul 2012 18:42:06:317	6000
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
Total		110669

5.2.2. Generación de reportes de tanques de almacenamiento

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la generación de reportes se realizó lo siguiente:

Para el primer reporte se seleccionó la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 24 de Mayo del 2012 y se generó el reporte. Para el segundo reporte se seleccionó la misma fecha 24 de Mayo del 2012 generando el reporte desde las 8:30 a 10:30 y se generó el reporte. Las tablas siguientes muestran los reportes generados.

Reporte Consulta De Volumen De Combustible Terminal Beaterio

Tabla 5. 8 Reporte Tanque de almacenamiento T. Beaterio



 CONSULTA DE VOLUMENES DE COMBUSTIBLE TERMINAL BEATERIO TANQUES DE ALMACENAMIENTO								
Producto	TagName	Fecha	Volumen Total (gal)	Volumen Operativo (gal)	DateTime	Value	Volumen Operativo (gal)	Diferencia Volumen (gal)
Gasolina Súper	GSV-TNK-010001	24 May 2012 06:00:00:000	1527138.88	1,402,139	24 May 2012 18:00:00:000	1,526,795	1,401,795	344
Gasolina Extra	GSV-TNK-010003	24 May 2012 06:00:00:000	3303124.25	3,182,124	24 May 2012 18:00:00:000	2,678,096	2,557,096	625,029
Gasolina Base	GSV-TNK-010005	24 May 2012 06:00:00:000	908223.875	870,724	24 May 2012 18:00:00:000	673,345	635,845	234,879
Mezclas Procesos	GSV-TNK-010007	24 May 2012 06:00:00:000	577993.813	457,994	24 May 2012 18:00:00:000	577,735	457,735	259
Diesel 2	GSV-TNK-010010	24 May 2012 06:00:00:000	967798.75	902,799	24 May 2012 18:00:00:000	1,928,607	1,863,607	-960,808
Diesel 2	GSV-TNK-010011	24 May 2012 06:00:00:000	1236220	1,172,220	24 May 2012 18:00:00:000	1,406,073	1,342,073	-169,853
Gasolina Súper	GSV-TNK-010012	24 May 2012 06:00:23:127	883529.188	863,529	24 May 2012 18:00:29:093	643,671	623,671	239,858
Diesel 2	GSV-TNK-010013	24 May 2012 06:00:01:140	813609.375	793,609	24 May 2012 18:00:00:000	707,518	687,518	106,092
Gasolina Extra	GSV-TNK-010014	24 May 2012 06:00:00:000	637699.188	543,699	24 May 2012 18:00:00:000	486,593	392,593	151,106
Diesel Premium	GSV-TNK-010016	24 May 2012 06:00:00:000	308903.156	211,038	24 May 2012 18:00:00:000	309,041	211,176	-138
Jet Fuel	GSV-TNK-010017	24 May 2012 06:00:00:000	840096.688	839,524	24 May 2012 18:00:29:093	860,395	859,822	-20,299
Jet Fuel	GSV-TNK-010018	24 May 2012 06:00:10:110	212232.672	211,659	24 May 2012 18:00:00:000	85,028	84,454	127,205
Jet Fuel	GSV-TNK-010019	24 May 2012 06:00:00:000	438190.094	357,190	24 May 2012 18:00:00:000	438,141	357,141	49
Mezclas Procesos	GSV-TNK-010020	24 May 2012 06:00:00:000	317590.438	297,490	24 May 2012 18:00:31:173	374,340	354,240	-56,750
Diesel Premium	GSV-TNK-010022	24 May 2012 06:00:00:000	2008531.63	1,948,532	24 May 2012 18:00:00:000	1,491,725	1,431,725	516,807
Gasolina Extra	GSV-TNK-010024	24 May 2012 06:00:00:000	4279.8501	2,280	24 May 2012 18:00:00:000	4,238	2,238	42
Gasolina Extra	GSV-TNK-010025	24 May 2012 06:00:00:000	2777.5	0	24 May 2012 18:00:00:000	2,732	0	0

Tabla 5. 9 Reportes Tanque de Almacenamiento con intervalo de tiempo


 CONSULTA DE VOLUMENES DE COMBUSTIBLE TERMINAL BEATERIO TANQUES DE ALMACENAMIENTO									
Producto	TagName	Fecha	Volumen Total (gal)	Volumen Operativo (gal)	DateTime	Value	Volumen Operativo (gal)	Diferencia Volumen (gal)	
Gasolina Súper	GSV-TNK-010001	24 May 2012 08:30:00:000	1526740.5	1,401,741	24 May 2012 10:30:00:000	1,526,741	1,401,741	0	
Gasolina Extra	GSV-TNK-010003	24 May 2012 08:30:00:000	3218255.25	3,097,255	24 May 2012 10:30:00:000	3,066,753	2,945,753	151,502	
Gasolina Base	GSV-TNK-010005	24 May 2012 08:30:00:000	942787.5	905,288	24 May 2012 10:30:00:000	970,128	932,628	-27,340	
Mezclas Procesos	GSV-TNK-010007	24 May 2012 08:30:00:000	577487	457,487	24 May 2012 10:30:13:140	577,319	457,319	168	
Diesel 1	GSV-TNK-010008	24 May 2012 08:30:00:000	20313.6602	0	24 May 2012 10:30:20:140	20,279	0	0	
Gasolina Base	GSV-TNK-010009	Falla	0	0	Falla	0	0	0	
Diesel 2	GSV-TNK-010010	24 May 2012 08:30:00:000	967980.125	902,980	24 May 2012 10:30:00:000	968,458	903,458	-478	
Diesel 2	GSV-TNK-010011	24 May 2012 08:30:00:000	1396515.63	1,332,516	24 May 2012 10:30:16:093	1,406,073	1,342,073	-9,557	
Gasolina Súper	GSV-TNK-010012	24 May 2012 08:30:00:000	855115.25	835,115	24 May 2012 10:30:00:000	795,809	775,809	59,306	
Diesel 2	GSV-TNK-010013	24 May 2012 08:30:00:000	813609.375	793,609	24 May 2012 10:30:00:000	813,609	793,609	0	
Gasolina Extra	GSV-TNK-010014	24 May 2012 08:30:00:000	580176.188	486,176	24 May 2012 10:30:13:140	549,467	455,467	30,710	
Diesel Premium	GSV-TNK-010016	24 May 2012 08:30:13:093	308831	210,966	24 May 2012 10:30:13:140	308,343	210,478	488	
Jet Fuel	GSV-TNK-010017	24 May 2012 08:30:00:000	840002.563	839,430	24 May 2012 10:30:00:000	839,543	838,970	459	
Jet Fuel	GSV-TNK-010018	24 May 2012 08:30:00:000	198903.453	198,329	24 May 2012 10:30:30:953	173,403	172,829	25,501	
Jet Fuel	GSV-TNK-010019	24 May 2012 08:30:00:000	438177.563	357,178	24 May 2012 10:30:00:000	437,996	356,996	182	
Mezclas Procesos	GSV-TNK-010020	24 May 2012 08:30:00:000	317590.438	297,490	24 May 2012 10:30:00:000	317,590	297,490	0	
Diesel Premium	GSV-TNK-010022	24 May 2012 08:30:00:000	1949744.13	1,889,744	24 May 2012 10:30:00:000	1,834,344	1,774,344	115,400	
Gasolina Extra	GSV-TNK-010024	24 May 2012 08:30:00:000	4273.43994	2,273	24 May 2012 10:30:00:000	4,254	2,254	20	
Gasolina Extra	GSV-TNK-010025	24 May 2012 08:30:00:000	2772.95996	0	24 May 2012 10:30:00:000	2,768	0	0	

Reporte Consulta De Volumen De Combustible Terminal Ambato

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la generación de reportes se realizó lo siguiente:

1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 26 de Mayo del 2012.
2. Seleccionar el botón “Generar Reporte”

Tabla 5. 10 Reporte volumen de combustible T. Ambato


 CONSULTA DE VOLUMENES DE COMBUSTIBLE TERMINAL AMBATO TANQUES DE ALMACENAMIENTO								
Producto	TagName	Fecha	Volumen Total (gal)	Volumen Operativo (gal)	DateTime	Value	Volumen Operativo (gal)	Diferencia Volumen (gal)
Gasolina Extra	GSV-0001	26 May 2012 06:00:00:000	553105	522,105	26 May 2012 18:00:00:000	368,396	337,396	-184,709
Diesel 2	GSV-0002	26 May 2012 06:00:00:000	15451.6299	0	26 May 2012 18:00:00:000	167,538	150,538	150,538
Gasolina Extra	GSV-0003	26 May 2012 06:00:00:000	63538.25	40,538	26 May 2012 18:00:00:000	63,538	40,538	0
Diesel 2	GSV-0004	26 May 2012 06:00:00:000	15238.7598	2,239	26 May 2012 18:00:00:000	15,228	2,228	-11
Diesel 2	GSV-0006	26 May 2012 06:00:00:000	562206.75	508,207	26 May 2012 18:00:00:000	389,670	335,670	-172,537
Diesel 2	GSV-0007	26 May 2012 06:00:00:000	270138.063	255,138	26 May 2012 18:00:00:000	248,296	233,296	-21,842
Gasolina Extra	GSV-0008	26 May 2012 06:00:00:000	470075.344	446,075	26 May 2012 18:00:00:000	430,792	406,792	-39,284
Gasolina Súper	GSV-0009	Falla	0	0	26 May 2012 18:00:00:000	744	0	0

Reporte Consulta De Volumen De Combustible Terminal Santo Domingo

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la generación de reportes se realizó lo siguiente:

1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 14 de Junio del 2012, de 6 de la mañana a 6 de la tarde.
2. Seleccionar el botón “Generar Reporte”.

Tabla 5. 11 Reporte Volumen de combustible T. Santo Domingo

 CONSULTA DE VOLUMEN DE COMBUSTIBLE TERMINAL SANTO DOMINGO TANQUES DE ALMACENAMIENTO								
Producto	TagName	Fecha (6AM)	Volumen Total (gal)	Volumen Operativo (gal)	Fecha(6 PM)	Volumen Total (gal)	Volumen Operativo (gal)	Diferencia Volumen (gal)
Gasolina Súper	GSV_TNK_050003	14 Jun 2012 06:00:03:017	670248.75	639,249	14 Jun 2012 18:00:09:047	622,118	591,118	-48,131
Gasolina Extra	GSV_TNK_050004	14 Jun 2012 06:00:00:000	133170.344	116,170	14 Jun 2012 18:00:00:000	73,326	56,326	-59,844
Diesel 2	GSV_TNK_050005	14 Jun 2012 06:00:00:000	168760.422	145,760	14 Jun 2012 18:00:00:000	63,613	40,613	-105,148
Diesel Premium	GSV_TNK_050006	14 Jun 2012 06:00:00:000	1314895.13	1,301,895	14 Jun 2012 18:00:00:000	993,851	980,851	-321,044
Diesel 2	GSV_TNK_050007	14 Jun 2012 06:00:00:000	55536.6484	1,537	14 Jun 2012 18:00:00:000	55,968	1,968	432
Gasolina Extra	GSV_TNK_050008	14 Jun 2012 06:00:00:000	692075.688	677,076	14 Jun 2012 18:00:00:000	313,952	688,482	11,407
Diesel Premium	GSV_TNK_050009	14 Jun 2012 06:00:00:000	1148327.63	1,124,328	14 Jun 2012 18:00:00:000	1,148,223	1,124,223	-104

5.2.3. Generación De Reportes De Tanques De Almacenamiento a Tiempo Real

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la generación de reportes se realizó lo siguiente:

1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 18 de julio del 2012.
2. Seleccionar el botón “Generar Reporte”

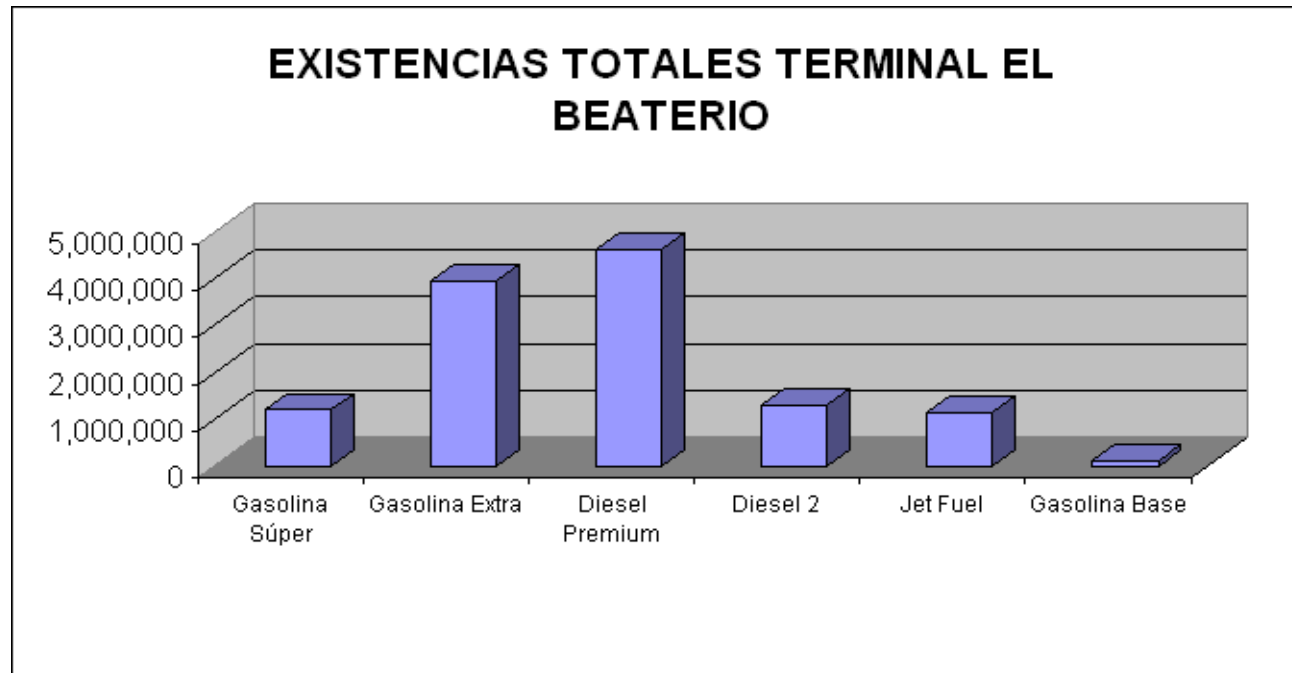
Reporte Consulta De Volumen De Combustible Diario a tiempo real Terminal Beaterio

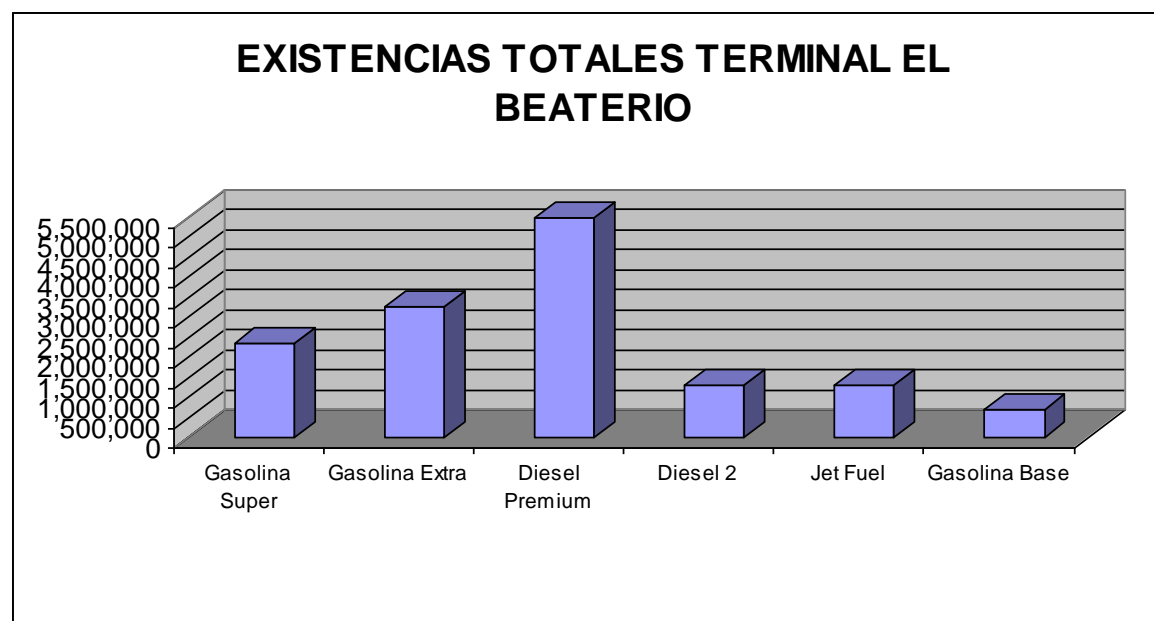
El reporte muestra la existencia de combustible al momento de realizar el reporte, compara con los días de stock y calcula la demanda diaria, además muestra un gráfico del volumen operativo existente en el Terminal.

Tabla 5. 12 Reporte de la existencia de combustible T. Beaterio

		EXISTENCIA DE COMBUSTIBLE TERMINAL BEATERIO TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
Producto	TagName	Fecha	Volumen (gal)	Volumen Operativo (gal)	Estado
Gasolina Súper	GSV-TNK-010001	07/18/2012 12:59:34	682579.4	557,579	REPOSO
Gasolina Súper	GSV-TNK-010012	07/18/2012 12:58:55	640333.3	638,333	REPOSO
Gasolina Extra	GSV-TNK-010003	07/18/2012 12:59:23	3271838.0	3,150,838	REPOSO
Gasolina Extra	GSV-TNK-010014	07/18/2012 12:58:51	631178.3	537,178	REPOSO
Gasolina Extra	GSV-TNK-010024	07/18/2012 12:59:32	263287.5	261,288	RECIBIENDO
Diesel Premium	GSV-TNK-010016	07/18/2012 12:58:38	1023923.8	926,059	REPOSO
Diesel Premium	GSV-TNK-010022	07/18/2012 12:59:26	607085.4	547,085	DESPACHANDO
Diesel Premium	GSV-TNK-010010	07/18/2012 12:58:30	3217359.0	3,152,359	REPOSO
Diesel 2	GSV-TNK-010011	07/18/2012 12:58:36	1189167.8	1,125,168	REPOSO
Diesel 2	GSV-TNK-010013	07/18/2012 12:58:32	180656.5	160,657	DESPACHANDO
Jet Fuel	GSV-TNK-010017	07/18/2012 12:58:27	622827.8	622,255	REPOSO
Jet Fuel	GSV-TNK-010018	07/18/2012 12:58:36	150772.9	150,199	REPOSO
Jet Fuel	GSV-TNK-010019	07/18/2012 12:58:32	444124.0	363,124	REPOSO
Gasolina Base	GSV-TNK-010005	07/18/2012 12:58:32	100133.4	62,633	REPOSO
Gasolina Base	GSV-TNK-010009	07/18/2012 12:58:25	77618.9	56,419	DESPACHANDO
Mezclas Procesos	GSV-TNK-010007	07/18/2012 12:59:34	615218.9	495,219	REPOSO
Mezclas Procesos	GSV-TNK-010020	07/18/2012 12:59:26	1363026.1	1,342,926	DESPACHANDO

Producto	Días stock	Volumen Operativo (gal)	Demanda diaria Estimada (gal)
Gasolina Súper	5.832948358	1,195,913	226800
Gasolina Extra	6.571363397	3,949,304	638400
Diesel Premium	48.09889137	4,625,503	100800
Diesel 2	163.0743192	1,285,824	8400
Diesel 1	0.044176667	0	525000
Jet Fuel	6.040301262	1,135,578	201600
Gasolina Base	2.015331987	119,052	88200






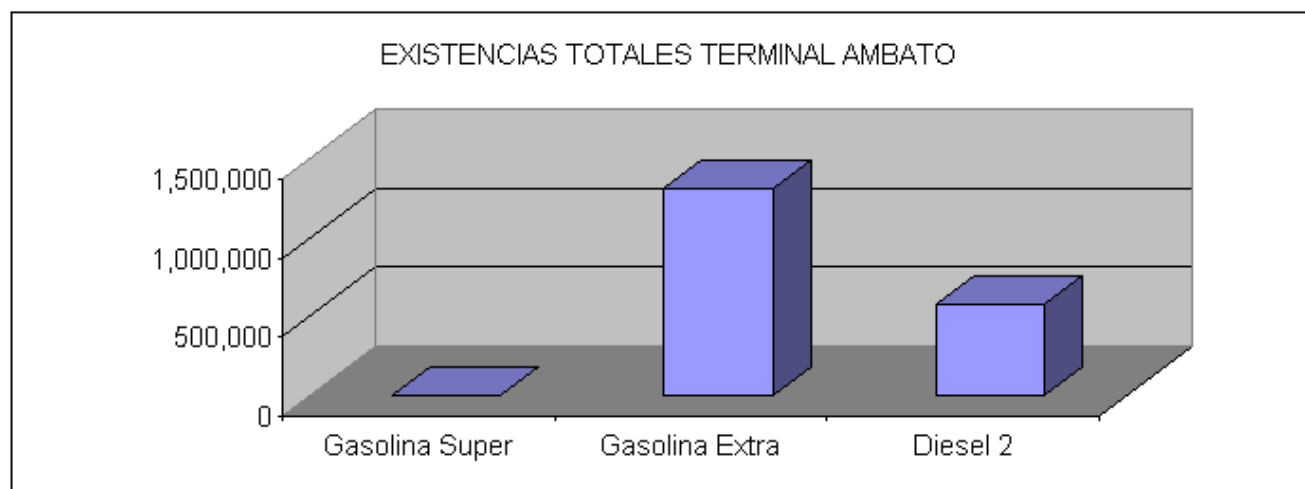
1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 12 de junio del 2012.

Reporte Consulta De Volumen De Combustible Diario a tiempo real Terminal Ambato

Tabla 5. 13 Reporte de la existencia de combustible T. Ambato

 EXISTENCIAS DE COMBUSTIBLE TERMINAL AMBATO TANQUES DE ALMACENAMIENTO					
Producto	TagName	DateTime	Value	Volumen Operativo (gal)	Estado
Gasolina Súper	GSV-0009	06/12/2012 09:26:35	297.1	0	REPOSO
Gasolina Extra	GSV-0001	06/12/2012 09:37:46	844678.5	813,679	RECIBIENDO
Gasolina Extra	GSV-0003	06/12/2012 09:37:40	63538.3	40,538	DESPACHANDO
Gasolina Extra	GSV-0008	06/12/2012 09:37:04	472652.3	448,652	REPOSO
Diesel 2	GSV-0002	06/12/2012 09:36:46	111240.5	94,240	REPOSO
Diesel 2	GSV-0004	06/12/2012 09:37:42	348621.1	335,621	REPOSO
Diesel 2	GSV-0006	06/12/2012 09:37:36	40296.6	17,297	REPOSO
Diesel 2	GSV-0007	06/12/2012 09:37:19	156390.9	132,391	REPOSO


Producto	Días Stock	Volumen (gal)	Volumen Operativo (gal)	Demanda diaria Estimada (gal)
Gasolina Súper	0	297	0	45000
Gasolina Extra	7.682442463	1,384,015	1,306,015	170000
Diesel 2	3.384377849	652,344	575,344	170000



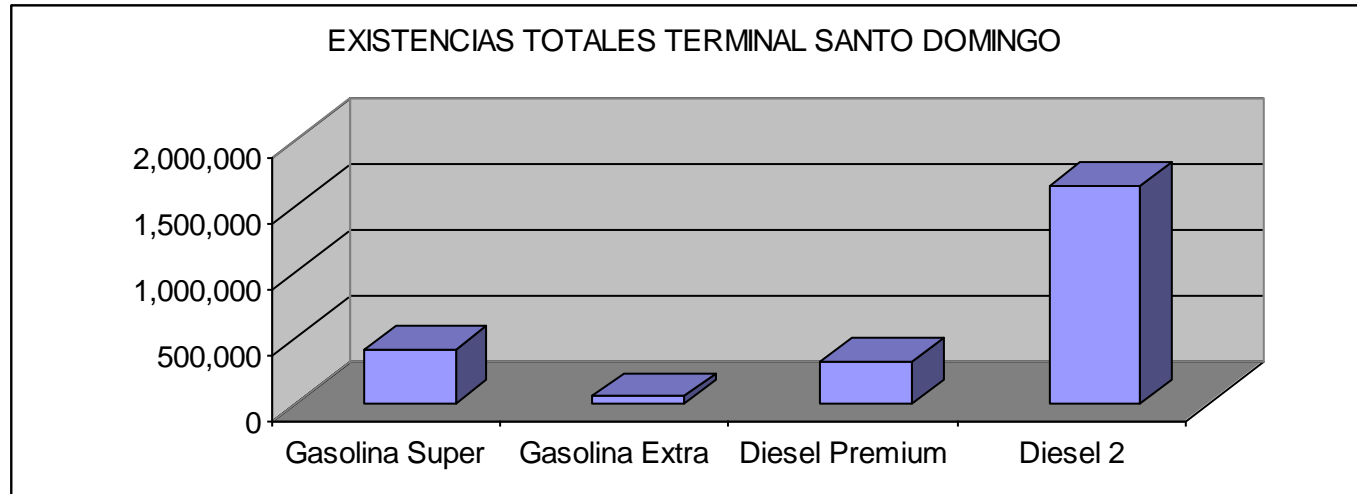
1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 12 de junio del 2012.

Reporte Consulta De Volumen De Combustible Diario a tiempo real Terminal Santo Domingo

Tabla 5. 14 Reporte de la existencia de combustible T. Santo Domingo

 EXISTENCIAS DE COMBUSTIBLE TERMINAL SANTO DOMINGO TANQUES DE ALMACENAMIENTO					
Producto	TagName	DateTime	Value	Volumen Operativo (gal)	Estado
Gasolina Súper	GSV_TNK_050003	06/12/2012 10:20:51	471342.6	413,431	REPOSO
Gasolina Extra	GSV_TNK_050004	06/12/2012 10:18:50	133298.6	57,109	REPOSO
Gasolina Extra	GSV_TNK_050008	06/12/2012 09:47:27	0.0	0	REPOSO
Diesel Premium	GSV_TNK_050005	06/12/2012 10:20:07	168760.2	158,393	REPOSO
Diesel 2	GSV_TNK_050006	06/12/2012 10:20:46	1059530.3	930,781	DESPACHANDO
Diesel Premium	GSV_TNK_050007	06/12/2012 10:20:52	179913.0	158,593	DESPACHANDO
Diesel 2	GSV_TNK_050009	06/12/2012 10:20:51	795102.7	718,409	RECIBIENDO

Producto	Días Stock	Volumen (gal)	Volumen Operativo (gal)	Demanda diaria Estimada (gal)
Gasolina Súper	12.78387832	471,343	413,431	32340
Gasolina Extra	0.522972899	133,299	57,109	109200
Diesel Premium	1.424017015	348,673	316,986	222600
Diesel 2	196.3321354	1,854,633	1,649,190	8400




5.2.4. Generación de reportes de consulta para despacho de combustible

Para realizar las pruebas de funcionamiento de la generación de reportes se realizó lo siguiente:

1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 18 de Julio del 2012.
2. Seleccionar el botón “Generar Reporte”

Reporte Consulta Para Despacho De Combustible Terminal Beaterio

Tabla 5. 15 Reporte de despacho de combustible T. Beaterio

 REPORTE DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE TERMINAL BEATERIO						
Producto	Tagname	Fecha (6 AM)	Valor	Fecha (6 PM)	Valor	Diferencia
Gasolina Súper	GRSA-UY-010201	18 Jul 2012 06:00:16:053	17399488	18 Jul 2012 18:30:01:003	17447890.0	48402.0
Jet Fuel	GRSA-UY-010202	18 Jul 2012 06:00:11:037	16917466	18 Jul 2012 18:30:00:000	16976318.0	58852.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-010204	18 Jul 2012 06:00:00:000	18911258	18 Jul 2012 18:30:00:000	18987046.0	75788.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-010205	18 Jul 2012 06:00:00:000	17260912	18 Jul 2012 18:30:01:003	17326208.0	65296.0
Diesel Premium	GRSA-UY-010206	18 Jul 2012 06:00:00:000	15610566	18 Jul 2012 18:30:00:000	15665370.0	54804.0
Diesel Premium	GRSA-UY-010207	18 Jul 2012 06:00:00:000	18588218	18 Jul 2012 18:30:00:000	18654520.0	66302.0

Gasolina Extra	GRSA-UY-010208	18 Jul 2012 06:00:13:043	18588218	18 Jul 2012 18:30:01:003	18654542.0	66324.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-010209	18 Jul 2012 06:00:00:000	18587524	18 Jul 2012 18:30:00:000	18654564.0	67040.0
Diesel Premium	GRSA-UY-010210	18 Jul 2012 06:00:00:000	19902254	18 Jul 2012 18:30:00:000	19966608.0	64354.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-010211	18 Jul 2012 06:00:00:000	13066088	18 Jul 2012 18:30:01:003	13097937.0	31849.0
Gasolina Súper	GRSA-UY-010212	18 Jul 2012 06:01:16:253	7865008.5	18 Jul 2012 18:30:00:000	7882148.0	17139.5
Diesel 2	GRSA-UY-010213	18 Jul 2012 06:01:16:253	8664808	18 Jul 2012 18:30:00:000	8709984.0	45176.0
Diesel 2	GRSA-UY-010214	18 Jul 2012 06:00:00:000	7402741.5	18 Jul 2012 18:30:01:003	7469037.5	66296.0
Gasolina Súper	GRSA-UY-010215	18 Jul 2012 06:00:00:000	6871478.5	18 Jul 2012 18:30:00:000	6877532.0	6053.5
Gasolina Súper	GRSA-UY-010216	18 Jul 2012 06:00:00:000	2375546.25	18 Jul 2012 18:30:00:000	2396058.5	20512.3
Diesel Premium	GRSA-UY-010218	18 Jul 2012 06:00:00:000	3933858.5	18 Jul 2012 18:30:00:000	3982021.3	48162.8
Gasolina Extra	GRSA-UY-010219	18 Jul 2012 06:00:00:000	4154345.25	18 Jul 2012 18:30:00:000	4182425.0	28079.8
Diesel Premium	GRSA-UY-010220	18 Jul 2012 06:00:00:000	2784572	18 Jul 2012 18:30:01:003	2805689.5	21117.5
Gasolina Súper	GRSA-UY-010221	18 Jul 2012 06:00:00:000	6150261.5	18 Jul 2012 18:30:00:000	6163386.0	13124.5
Gasolina Extra	GRSA-UY-010222	18 Jul 2012 06:00:00:000	13145687	18 Jul 2012 18:30:00:000	13191680.0	45993.0
Diesel Premium	GRSA-UY-010223	18 Jul 2012 06:00:00:000	7132444.5	18 Jul 2012 18:30:01:003	7150490.5	18046.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-010225	18 Jul 2012 06:00:00:000	4605598.5	18 Jul 2012 18:30:00:000	4634257.0	28658.5
Diesel Premium	GRSA-UY-010226	18 Jul 2012 06:00:00:000	8352900.5	18 Jul 2012 18:30:00:000	8417765.0	64864.5

PRODUCTO	VOLUMEN
Gasolina Súper	105232
Gasolina Extra	373926
Diesel Premium	263198
Diesel 2	132590
Jet Fuel	58852

Reporte Consulta Para Despacho De Combustible Terminal Ambato

1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 6 de Junio del 2012.
2. Seleccionar el botón "Generar Reporte"

Tabla 5. 16 Reporte de despacho de combustible T. Ambato

 REPORTE DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE TERMINAL AMBATO						
PRODUCTO	TAGNAME	FECHA INICIO	VALOR	FECHA FINAL	VALOR	DIFERENCIA
Gasolina Súper	GRSA-UY-000201	06 Jun 2012 06:00:03:030	7702612	06 Jun 2012 18:00:03:030	7759830.5	57218.5
Gasolina Extra	GRSA-UY-000202	06 Jun 2012 06:00:00:000	7397747.5	06 Jun 2012 18:00:00:000	7454946.5	57199.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-000203	06 Jun 2012 06:00:00:000	6345225.5	06 Jun 2012 18:00:00:000	6392897.5	47672.0
Diesel Premium	GRSA-UY-000204	06 Jun 2012 06:00:00:000	8837806	06 Jun 2012 18:00:00:000	8900951.0	63145.0
Diesel Premium	GRSA-UY-000205	06 Jun 2012 06:00:00:000	7756992.5	06 Jun 2012 18:00:00:000	7756992.5	0.0
Diesel Premium	GRSA-UY-000206	06 Jun 2012 06:00:00:000	9096854	06 Jun 2012 18:00:00:000	9165505.0	68651.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-000207	06 Jun 2012 06:00:00:000	6639037.5	06 Jun 2012 18:00:00:000	6683194.5	44157.0
Gasolina Extra	GRSA-UY-000208	06 Jun 2012 06:00:09:090	8094988	06 Jun 2012 18:00:06:060	8145164.5	50176.5

PRODUCTO	VOLUMEN
Gasolina Súper	57219
Gasolina Extra	199205
Diesel Premium	131796

Reporte Consulta Para Despacho De Combustible Terminal Santo Domingo

1. Seleccionar la fecha en la que se desea el reporte, en este caso, 27 de Abril del 2012.
2. Seleccionar el botón "Generar Reporte"

Tabla 5. 17 Reporte de despacho de combustible T. Santo Domingo

 REPORTE DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE TERMINAL SANTO DOMINGO						
PRODUCTO	TAGNAME	FECHA INICIO	VALOR	FECHA FINAL	VALOR	DIFERENCIA
Gasolina Súper	GRSA_UY_050201	27 Apr 2012 06:00:03:030	6681047.5	27 Apr 2012 18:00:03:030	6741299.0	60251.5
Diesel Premium	GRSA_UY_050202	27 Apr 2012 06:00:00:000	8262572.5	27 Apr 2012 18:00:00:000	8384962.5	122390.0
Gasolina Extra	GRSA_UY_050203	27 Apr 2012 06:00:00:000	0	27 Apr 2012 18:00:00:000	0.0	0.0
Diesel Premium	GRSA_UY_050204	27 Apr 2012 06:00:00:000	0	27 Apr 2012 18:00:00:000	0.0	0.0
Gasolina Extra	GRSA_UY_050205	27 Apr 2012 06:00:00:000	5250305	27 Apr 2012 18:00:00:000	5302974.5	52669.5
Diesel 2	GRSA_UY_050206	27 Apr 2012 06:00:00:000	8120025	27 Apr 2012 18:00:00:000	8212615.0	92590.0
Gasolina Extra	GRSA_UY_050207	27 Apr 2012 06:00:00:000	6444499.5	27 Apr 2012 18:00:00:000	6520915.5	76416.0
Diesel Premium	GRSA_UY_050208	27 Apr 2012 06:00:00:000	8941225	27 Apr 2012 18:00:00:000	9046064.0	104839.0

PRODUCTO	VOLUMEN
Gasolina Súper	60252
Gasolina Extra	129086
Diesel Premium	227229
Diesel 2	92590

Luego de realizar varias pruebas con diferentes fechas, todas de las pruebas funcionaron correctamente, dando como resultado los reportes deseados.

Finalizada las pruebas, se puede concluir que el sistema generador de reportes funciona correctamente y los reportes se realizan de la forma esperada.

El sistema generador de reportes tiene el inconveniente que demora un tiempo estimado de 20 a 30 segundos en generar un reporte esto es debido a la cantidad de datos tomado y el procesamiento de la información posterior.

5.3. Funcionamiento De Las Pantallas Del Videowall

Se realizó pruebas de configuracion de las pantallas de VideoWall, para ello se realizó pruebas de carga de pantallas configuradas en el selector de pantallas, estas son cargadas el encender el servidor. En la Figura 5. 22 muestra el selector de las pantallas cargadas previamente, cada una de ellas abre el grupo de pantallas configuradas, cada vez que se abre un grupo se cierra el anterior.

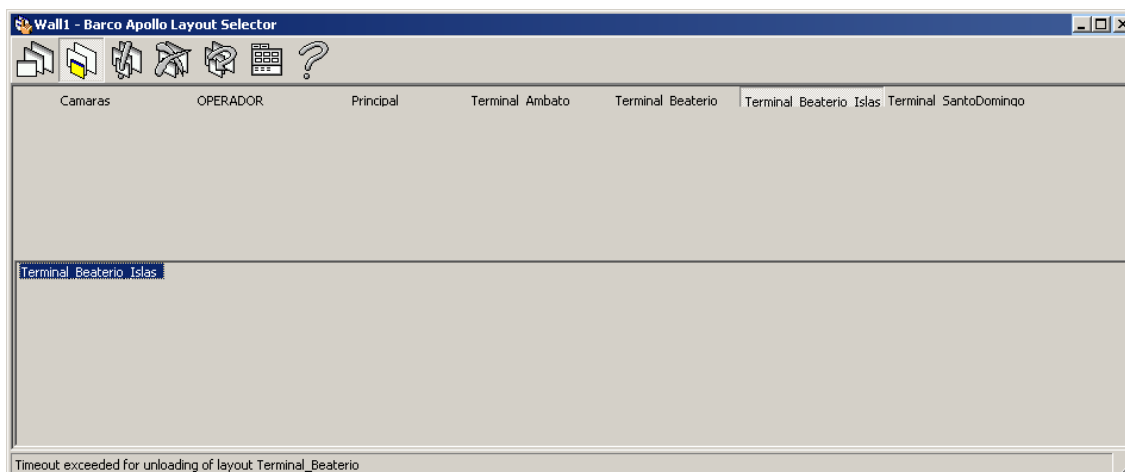


Figura 5. 22 Apollo Barco Layout Selector

Además se realizó pruebas para manejar abrir los grupos de pantallas desde el computador del operador, el programa Apollo carga las pantallas por medio de la red.

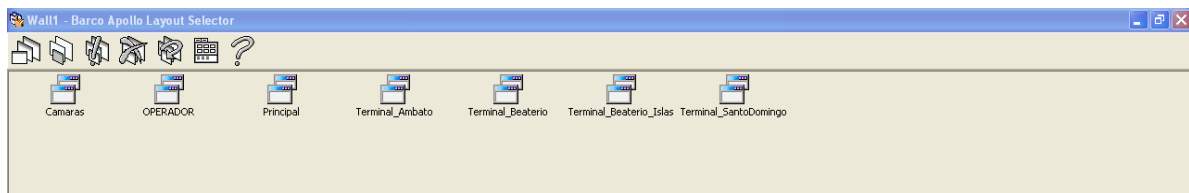


Figura 5. 23 Selector de pantallas, computadora del operador

Mediante la computadora del operador podrá abrir o cerrar grupos de pantallas sin necesidad de realizarlas directamente en el VideoWall, estos grupos fueron probados uno por uno y funcionan de forma esperada, mostrando áreas de almacenamiento, áreas de despacho de combustible, como cámaras de vigilancia del Terminal Beaterio.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- El proyecto analizado y desarrollado en el presente trabajo cumple con los objetivos planteados inicialmente que son, el diseño e implementación de un sistema SCADA para supervisión y monitoreo de Poliductos y Terminales del Distrito Norte de EP Petroecuador manejado con una HMI, los resultados obtenidos en el mismo cuentan con la aprobación del personal técnico del Terminal El Beaterio de Petroecuador.
- Se realizó el análisis y recopilación de datos actuales de las diferentes terminales, lo cual contribuyó a la realización de un sistema SCADA integral.
- La arquitectura del sistema SCADA es bastante flexible, es decir, se puede desarrollar un sistema SCADA tan sencillo como un enlace entre un PC y un PLC, o tan complejo que integre muchos sub-procesos como los presentes en un proceso industrial grande e incluso geográficamente separado como el presente proyecto.

- El diseño de grupos de pantallas en el Videowall, permite tener de forma organizada pantallas para visualizar cámaras para el control operativo del Terminal, visualizar HMI de las Estaciones y Terminales de la región norte de EP Petroecuador.
- El Ecuador es un país que depende del petróleo y sus derivados, por lo tanto, el presente proyecto se realiza con la visión de aportar con información útil para la gestión y planificación conociendo la demanda y días de stock que se tiene almacenado.
- Para validar la interfaz HMI implementada, se hizo uso de la guía GEDIS, que es una herramienta de evaluación para interfaces humano máquina, que permite al programador atender a las necesidades de los operadores mediante un análisis cuantitativo de la HMI, logrando que el usuario final maniobre con facilidad la aplicación.
- La aplicación de la guía GEDIS para la realización del proyecto aportó detalles esenciales para el diseño y mejoras de la interfaz, el índice de evaluación global permitió cuantificar el estado de la interfaz mediante la apreciación del personal de la planta.
- El nivel de acceso que se define para un determinado usuario, es un método efectivo para garantizar que personas no autorizadas manipulen ciertas partes del proceso y posibles saboteos intencionales o no.
- El programa realizado en InTouch permite supervisar los diferentes procesos del distrito norte tanto en área de almacenamiento y despacho en Terminales como poliductos en bombas y válvulas, cumpliendo los siguientes aspectos:
 - Gráficos orientados a objetos
 - Protocolos de comunicación: Modbus y Ethernet.
 - Gráficos de Tendencia Históricos y a Tiempo Real

- Como para el proyecto hay 17 tanques y 2 esferas en el Terminal Beaterio, 3 esferas en el Terminal Oyambaro, 8 tanques del Terminal Ambato, 10 tanques del Terminal Esmeraldas y 7 tanques del Terminal Santo Domingo, se debería crear 47 pantallas para visualizar el estado de cada uno de los Tanques. Las pantallas con tags indirectos facilita en el caso de crear varias pantallas con ello solo se crearon solo 2 pantallas una para Tanques y otra para Esferas.
- Fue necesario dar prioridad a las variables más representativas de cada proceso ya que el excesivo número de variables se vuelven innecesarios pudiendo dar lugar a una elevada carga mental, ya que el operador ha de exigirse un estado continuo de atención y de concentración para desempeñar su tarea con éxito. Por este motivo es interesante el realizar una valoración de la carga de trabajo.
- Es necesario contar con un criterio para gestionar el sistema de alarmas. La gestión de alarmas apunta a lograr una operación más segura reduciendo el riesgo al personal y a las instalaciones, con ello se espera minimizar las paradas inesperadas de la planta o interrupción de la producción.
- Se obtuvo un sistema de supervisión y monitoreo que resume los diferentes procesos tanto para el transporte y el almacenamiento, lo que en el proceso ayuda a tener un control centralizado de las diferentes variables empleadas en cada proceso. El sistema responde de manera rápida y eficiente garantizando observar a tiempo una falla del sistema.
- La creación de pantallas en el Video Wall está orientada a la supervisión y monitoreo de procesos dentro del Terminal como de los diferentes Terminales y Poliductos de la sección Norte en tiempo real, gracias a la flexibilidad del software propia del sistema, permite la posibilidad de expansiones o modificaciones del mismo.

- Se realizó pruebas y cambios de configuraciones para el manejo de datos de las islas de Carga dentro del Terminal Beaterio, se equilibró el número de brazos por aplicación y disminuyendo la cantidad de datos consultados, logrando mejorar la adquisición de datos.
- El protocolo de comunicación utilizado para la comunicación es el MODBUS RTU en modo Slave y el driver utilizado para su conexión con Intouch es el de Wonderware I/O Server Modicon Modbus que permiten la comunicación serial entre el autómeta y la PC, bajo el cable de interface que transforma el estándar RS-485 al estándar RS-232 para el puerto de la PC.
- Se realizó una investigación de normas técnicas aplicables para el rediseño e implementación del sistema de supervisión y monitoreo y dado que Ecuador no posee normativas acerca de instalaciones industriales, fue necesario el análisis de normas internacionales afines, que contemplen las áreas eléctricas, mecánicas y de seguridad industrial. Entre las normas empleadas se pueden citar: NEC500, API610, API682, IEC 60204-1 y la normativa interna de EP Petroecuador.
- Las aplicaciones del programa ActiveFactory presentan gran facilidad de utilización al usuario y no requieren conocimiento sobre sistemas de bases de datos, así como proporcionan herramientas muy útiles a la hora de crear reportes para una planta.
- La realización de reportes no se realizó directamente en el InTouch ya que al realizar la interacción con Workbook de ActiveFactory es muy posible que se genere saturación en la red, lo que puede causar inestabilidad en el sistema y ya que se maneja varios servidores la cantidad de datos es grande lo que puede causar fallas en la aplicación.

- Los reportes se los realizo directamente desde Excel con ayuda del ActiveFactory porque al realizar la interacción entre InTouch y Workbook de ActiveFactory, se genere saturación en la red, causando inestabilidad en el sistema.
- La demora en la generación de los reporte depender de la cantidad de datos consultados y del procesamiento posterior del mismo ya que realizar una discriminación en los datos evitando datos erróneos y generando el formato indicado.

6.2.RECOMENDACIONES

- La sala de control, ya que concentra el monitoreo de varios procesos dentro y fuera del Terminal debe contar con las respectivas protecciones para sobretensión y sobrecorriente, se recomienda realizar un estudio minucioso de suelos para la implementación de una piscina de descarga ya que en época de invierno la zona es muy propensa a descargas eléctricas y mediante esto se evitaría daños del video wall como de computadoras empleadas para cada aplicación.
- Se recomienda no guardar los datos de los registros históricos de la aplicación en Intouch, porque éste es un software únicamente de visualización y los datos almacenados en este ocuparían demasiado espacio en el disco duro y seria innecesario ya que los datos se guardan de las otras aplicaciones existentes.
- Considerando el ambiente de trabajo al que está involucrado los diferentes procesos tanto temperatura, humedad, hostilidad del ambiente, corrosión, polvo, ruido y áreas peligrosas por el manejo de sustancias inflamables y explosivas, es necesario realizar constantemente mantenimiento y con ello evitar adquisición de datos erróneos. Por otro lado, para la adquisición de

los dispositivos de control y monitoreo es importante obtener proveedores garantizados, de preferencia en el área local, que suministren un stock dentro del país en caso de reemplazo por falla o mantenimiento de los equipos.

- Es recomendable no generar reportes de islas de despacho del Terminal Beaterio antes de Julio del 2012 debido a que se realizó cambios con respecto a bazos de carga, esto es debido al aumento de los mismos y por la demanda de diesel Premium por lo que cambiaron brazos y los reportes saldrán con falla, por lo que se recomienda estar al tanto de los cambios realizados si se requiere reportes antes de la fecha señalada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FISET, JEAN-YVES, *Human-Machine Interface (Design for Process Control Applications)*
- TEUMIM, David J. *Industrial Network Security*
- WONDERWARE TRAINING, *Fundamental of Industrial SQL, Severver historian 9.0 and Active factory Software 9.1 Course*
- BENUTZERHANDBUCH APOLLO (Wall Management Software), *Doc-3197-0*
- <http://www.iapg.org.ar/congresos/2010/seguridad/PublicarWEB/GestionDeAlarmasEnSeguridadIntegrada.pdf>, *Gestión De Alarmas En Seguridad*
- <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/red-monitoreo-sub-estaciones/red-monitoreo-sub-estaciones.pdf>, Red monitoreo sub estaciones
- RODRÍGUEZ PENIN, Aquilino, *Sistemas Scada. 2ª edición*
- SMITH, Carlos; CORRIPIO, Armando, *Control Automático de Procesos, Segunda Edición, Editorial Limusa, México 1997, pp 107-145.*
- PALLAS, Ramón; *Sensores y Acondicionadores de señal, Tercera Edición, Editorial AlfaOmega, España 2001, pp350-370.*
- WONDERWARE. *Fundamentals of IndustrialSQL Server Historian 9.0 and ActiveFactory Software 9.1 Course. 1ed. 2005.*
- http://www.petrocomercial.com/wps/portal/ne_gst_pqa, *Ep Petroecuador*
- *NORMATIVA ANSI/ISA-5.1, Instrumentation Symbols and Identification, 1984*
- *USER'S MANUAL APOLLO, Wall Management Software Doc-3197-2*
- ALVAREZ Héctor Omar, *Base de Datos en aplicaciones Visual Basic*

- FERRÁNDIZ GONZÁLEZ Mireia, *Diseño ergonómico de una sala de control industrial*
Titulación: 2º ciclo Ingeniería Automática y Electrónica Industrial
- QUEIROLO Ignacio, *Gestión de Alarmas “Un punto clave en la planificación de la seguridad”*
- PERE Ponsa, DÍAZ Marta, *Creación de guía ergonómica para el diseño de interfaz de supervisión, GREC Grupo de Investigación en Ingeniería del Conocimiento, UPC Universidad Politécnica de Cataluña*
- WONDERWARE®, *ModbusSerial DAServer User’s Guide*
- WONDERWARE®, *Application Server User’s Guide*

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Poliducto y Terminales Del Distrito Norte EP Petroecuador.....	7
Figura 1. 2 Diagrama De Flujo Del Transporte Del Producto Distrito Norte.	8
Figura 1. 3 Poliducto Shushufindi Quito.....	9
Figura 1. 4 Perfil poliducto Shushufindi - Quito.....	11
Figura 1. 5 Perfil poliducto Esmeraldas - Quito.....	13
Figura 1. 6 Perfil poliducto Quito - Ambato.....	14
Figura 1. 7 Distrito norte EP Petroecuador.....	15
Figura 1. 8 Diagrama De La Estructura Física Del Terminal Beaterio.....	16
Figura 1. 9 Área De Almacenamiento.....	17
Figura 1. 10 Área De Bombas.....	17
Figura 1. 11 Área de islas de carga y distribución.....	18
Figura 1. 12 Estación reductora.....	18
Figura 1. 13 Estación de Bombeo.....	19
Figura 1. 14 Diagrama esquemático de los procesos de la Terminal.....	19
Figura 1. 15 Sala de control.....	22
Figura 1. 16 Plano de red de la sala de control.....	23
Figura 1. 17 Sinóptico de las funciones de la sala de control.....	25
Figura 1. 18 Tareas del operador de la sala da control.....	26
Figura 2. 1 Pirámide De Automatización.....	27
Figura 2. 2 Enlace de comunicación Distrital Norte EP Petroecuador.....	29
Figura 2. 4 muestra la ubicación del VHF Del Poliducto Shushufindi -	30

Quito.....	
Figura 2. 3 Ubicación de antenas del sistema VHF del Poliducto Shushufindi – Quito.....	31
Figura 2. 5 Ubicación de antenas del sistema VHF del Poliducto Quito - Ambato – Riobamba.....	32
Figura 2. 6 Esquema De Enlace Distrito Norte.....	33
Figura 2. 7 Resumen del análisis programa Wireshark.....	34
Figura 2. 8 Niveles jerárquicos de la red industrial Terminal Beaterio.....	36
Figura 2. 9 Diagrama Modbus transmitidos a través de RS-422.....	41
Figura 2. 10 Diagrama Modbus transmitidos a través de RS-485.....	42
Figura 2. 11 Red de 4 hilos Maestro Esclavo.....	43
Figura 2. 12 Diagrama Modbus transmitidos a través de RS-232.....	44
Figura 2. 13 Esquema de conexión Modbus RS-485 a RS-232.....	45
Figura 2. 14 Diagrama Modbus Plus Terminal Beaterio.....	46
Figura 2. 15 Modbus TCP/IP.....	47
Figura 2. 16 Diagrama Ethernet Terminal Beaterio.....	48
Figura 2. 17 Modelo EPA (Enhanced Performance Architecture) Arquitectura de.....	50
Figura 2. 18 Cajas de conexiones eléctricas del radar RTG 3930.....	52
Figura 2. 19 Conexión de AccuLoad para toma de datos de las islas de carga.....	54
Figura 2. 20 Conversor RS-485 a 232.....	55
Figura 2. 21 Elementos de red.....	57
Figura 2. 22 Tipos de tanques para almacenamiento.....	59
Figura 2. 23 Tanques Cilíndricos de techo fijo.....	60
Figura 2. 24 Tanques Cilíndricos con techo flotante.....	60
Figura 2. 25 Tanques Cilíndricos con techo tipo domo.....	61
Figura 2. 26 Tanques esféricos y esferoidales.....	61
Figura 2. 27 Diagrama de red para carga y distribución de productos Terminal Beaterio.....	63
Figura 2. 28 Arquitectura de Res Terminal Beaterio.....	66
Figura 2. 30 Diagrama de conexión del Terminal Beaterio al Terminal	67

Esmeraldas.....	
Figura 2. 31 Diagrama de red para conexión del Terminal Beaterio con el Terminal Santo Domingo.....	68
Figura 2. 32 Diagrama de red conexión del Terminal Beaterio con el Terminal Ambato.....	70
Figura 2. 33 Diagrama de red conexión del Terminal Beaterio con el Terminal Oyambaro.....	71
Figura 2. 34 Diagrama de red de la conexión del Terminal Beaterio con el Poliducto Esmeraldas Quito.....	74
Figura 2. 35 Diagrama de red de la conexión del Terminal Beaterio con el Poliducto Shushufindi s Quito.....	75
Figura 2. 36 Diagrama de red de la conexión del Terminal Beaterio con el Poliducto Quito Ambato.....	77
Figura 3. 1 Paquete del software Wonderware Intouch.....	79
Figura 3. 2 Diagrama de control de tanques de almacenamiento.....	81
Figura 3. 3 Diagrama de control de despacho de combustible de Islas de Carga.....	84
Figura 3. 4 Diagrama de bloques del sistema de control del grupo de bombeo eléctrico.....	87
Figura 3. 5 Formato general de la trama.....	88
Figura 3. 6 Access Name Intouch, Ventana para Añadir un Nombre de Acceso.....	92
Figura 3. 7 Esquema general de la metodología de desarrollo de la interfaz.....	95
Figura 3. 8 Lista de pantallas agrupadas por su función.....	96
Figura 3. 9 Diagrama jerárquico de las pantallas para la aplicación.....	97
Figura 3. 10 Distribución de las pantallas.....	99
Figura 3. 11 Plantilla para el sinóptico de las pantallas del Poliducto De La Sección Norte.....	100
Figura 3. 12 Plantilla para el sinóptico de las pantallas de los Terminales De La Sección Norte.....	101
Figura 3. 13 Menú y submenús de la aplicación.....	102

Figura 3. 14 Submenús de Poliducto del Distrito Norte.....	102
Figura 3. 15 Submenú de Terminales Aplicación Distrito Norte.....	103
Figura 3. 16 Submenú Históricos.....	103
Figura 3. 17 Forma de Codificación de Instrumentos.....	110
Figura 3. 18 Pantalla de valores de procesos para cada tanque.....	117
Figura 3. 19 Pantalla para cada Terminal, Tendencia de movimiento de producto.....	120
Figura 3. 20 Pantalla de Alarmas Generales de la aplicación.....	123
Figura 3. 21 Pantalla detallada de Alarmas de Tanques.....	124
Figura 3. 22 Pantalla de aviso de revisión de alarmas.....	125
Figura 3. 23 Pantalla para revisión de eventos para cada Isla de carga.....	126
Figura 3. 24 Pantalla de Históricos Tanques de almacenamiento.....	127
Figura 3. 25 Pantalla de Históricos (Wonderware Historian Tendencia).....	128
Figura 3. 26 Pantalla de Acceso e identificación de usuarios.....	129
Figura 3. 27 Mapa gráfico de la ubicación de Poliductos y Terminales Distrital Norte.....	131
Figura 3. 28 Pantalla del Área de Bombeo (Poliductos).....	132
Figura 3. 29 Pantalla Poliducto Reductora.....	134
Figura 3. 30 Pantalla perfil altimétrico Esmeraldas Quito.....	135
Figura 3. 31 Pantalla perfil altimétrico Shushufindi Quito.....	136
Figura 3. 32 Pantalla perfil altimétrico Quito Ambato.....	137
Figura 3. 33 Área de Despacho de combustible.....	138
Figura 3. 34 Pantalla Tipo para Área de almacenamiento de Terminales...	139
Figura 3. 35 Diagrama general de flujo del producto Distrito Norte.....	141
Figura 3. 36 Diagrama de Flujo Poliducto Esmeraldas Quito.....	142
Figura 3. 37 Diagrama de Flujo Poliducto Shushufindi Quito.....	142
Figura 3. 38 Diagrama de Flujo Poliducto Quito Ambato Riobamba.....	143
Figura 3. 39 Pantalla de ayuda (identificación de símbolos).....	143
Figura 3. 40 Sala de control Terminal Beaterio.....	144
Figura 3. 41 Sala de control, Pantalla Video Wall Terminal Beaterio.....	145
Figura 3. 42 Acceso al Editor de Diseño.....	148
Figura 3. 43 Software VNC para control remoto de la aplicación.....	149

Figura 3. 44 Configuración de la base de datos para el software Apollo.....	150
Figura 3. 45 La ventana principal del editor de diseño.....	150
Figura 3. 46 Forma de crear una pantalla dentro de un grupo creado.....	152
Figura 3. 47 Propiedades generales del área de trabajo creada.....	153
Figura 3. 48 Pantalla de configuración del área de trabajo creada.....	154
Figura 3. 49 Comandos de Visualización VideoWall software Apollo.....	156
Figura 3. 50 Pantalla para especificar parámetro pre configurado.....	156
Figura 3. 51 Pantalla de configuración de la pantalla a visualizar.....	157
Figura 3. 52 Pantalla de configuración Avanzada del área de trabajo.....	158
Figura 3. 53 Recursos de la pantalla de trabajo.....	160
Figura 3. 54 Configuración de la decoración del área de trabajo.....	161
Figura 3. 55 Configuración Básica del área de trabajo.....	161
Figura 3. 56 Pantalla de Configuración del tamaño de la ventana creada...	162
Figura 3. 57 Pantalla de configuración de algoritmo de configuración de la pantalla.....	162
Figura 3. 58 Pantalla creada para el Video Wall, Cámaras.....	163
Figura 3. 59 Pantalla creada para el Video Wall, Operador.....	164
Figura 3. 60 Pantalla creada para el Video Wall, Integración.....	164
Figura 3. 61 Pantalla creada para el Video Wall, Terminal Ambato.....	165
Figura 3. 62 Pantalla creada para el Video Wall, Área islas de carga Terminal Beaterio.....	165
Figura 3. 63 Pantalla creada para el Video Wall, Terminal Santo Domingo.	166
Figura 4. 1 Organización de una base de datos.....	167
Figura 4. 2 Esquema de conexión de equipos.....	169
Figura 4. 3 Arquitectura del servidor SQL (IndustrialSQL Server).....	171
Figura 4. 4 Menú ActiveFactory Excel.....	175
Figura 4. 5 Configurador listas de Servidores.....	175
Figura 4. 6 Barra de herramientas ActiveFactory.....	176
Figura 4. 7 Generador lenguaje estructurado.....	176
Figura 4. 8 Acceso a la aplicación Query.....	177
Figura 4. 9 Aplicación Query, pantalla de configuración.....	177
Figura 4. 10 Selección de tipo de Query.....	178

Figura 4. 11 Selección de tags.....	179
Figura 4. 12 Elección de las columnas que se desee presentar en el reporte.....	180
Figura 4. 13 Selección del tiempo a generar el reporte.....	180
Figura 4. 14 Selección del formato de tabla.....	181
Figura 4. 15 Escoger si se desea un rango de datos.....	181
Figura 4. 16 Selección de la forma de tomar los datos.....	182
Figura 4. 17 Selección de fuente de datos.....	182
Figura 4. 18 Selección de Orden que va a presentar la tabla.....	183
Figura 4. 19 Lenguaje estructurado por las configuraciones realizadas.....	183
Figura 4. 20 Esquema del Menú principal.....	184
Figura 4. 21 Esquema de rutina de ingreso de fecha.....	185
Figura 4. 22 Esquema1 de lógica para el manejo de la base de datos.....	186
Figura 4. 23 Esquema2 de lógica para el manejo de la base de datos.....	187
Figura 4. 24 Esquema de lógica para la generación del reporte por brazo de carga.....	188
Figura 4. 25 Reporte para Consulta de Despacho de Combustible.....	189
Figura 4. 26 Esquema para la lógica para la generación del reporte del movimiento de combustible.....	191
Figura 4. 27 Esquema final para el Reporte de Volumen de Combustible Tanques de almacenamiento.....	191
Figura 4. 28 Reporte tipo para Consulta de volumen de combustible de terminales.....	191
Figura 4. 29 Esquema de lógica para la generación del reporte de volumen de tanques y días de stock.....	192
Figura 4. 30 Reporte tipo de la existencia de Combustible de Tanques de Almacenamiento.....	193
Figura 4. 31 Esquema de lógica para la generación del reporte de consulta de despacho de combustible.....	194
Figura 4. 32 Reporte tipo para la consulta de despacho de Combustible...	195
Figura 5. 1 estado de toma de datos de la isla 1.....	198
Figura 5. 2 Estado de toma de datos isla 2.....	199

Figura 5. 3 estado de datos tomados de la isla 3.....	199
Figura 5. 4 Instalación Red AccuLoad con resistencia de final de línea.....	201
Figura 5. 5 Cambio de parámetros para la adquisición de datos (islas de carga).....	203
Figura 5. 6 configuración de cantidad de datos.....	203
Figura 5. 7 Diagnostico de toma de datos de la isla 1.....	204
Figura 5. 8 Diagnostico de toma de datos de la isla 2.....	204
Figura 5. 9 Diagnostico de toma de datos de la isla 3.....	205
Figura 5. 10 Configuración MBENET (isla de carga 3).....	205
Figura 5. 11 Estado de MBENET (isla de carga 3).....	206
Figura 5. 12 Comparación isla de carga Terminal Beaterio.....	209
Figura 5. 13 Comparación isla de carga Terminal Santo Domingo.....	209
Figura 5. 14 Comparación de tanque de almacenamiento Terminal Santo Domingo.....	209
Figura 5. 15 Comparación de tanque de almacenamiento Terminal Santo Domingo.....	210
Figura 5. 16 Pantalla en caso de la existencia de una alarma.....	210
Figura 5. 17 Pantallas de Alarmas de tanques de almacenamiento.....	211
Figura 5. 18 Pantalla de Alarmas de Tanques Terminal Beaterio.....	212
Figura 5. 19 Pantalla de Alarmas Terminal Santo Domingo.....	212
Figura 5. 20 Pantalla de alarmas.....	213
Figura 5. 21 control Manual de despacho de combustible.....	217
Figura 5. 22 Apollo Barco Layout Selector.....	236
Figura 5. 23 Selector de pantallas, computadora del operador.....	237

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 características Tramo Shushufindi Quito.....	9
Tabla 1. 2 Características Poliducto Esmeraldas – Quito.....	11
Tabla 1. 3 Características Poliducto Quito – Ambato.....	14
Tabla 1. 4 Dispositivos de la sala de control.....	20
Tabla 2. 1 Descripción capa OSI con Ethernet.....	49
Tabla 2. 2 Características comunicación MODBUS.....	51
Tabla 2. 3 Conexiones del conector X11.....	52
Tabla 2 4 Conexiones de la caja X12.....	53
Tabla 2 5 Descripción de los bloques de terminal del conversor.....	55
Tabla 2 6 Configuración de DIP Switch Conversor.....	56
Tabla 2 7 Características de la red de las islas de carga.....	56
Tabla 2. 8 Descripción de tanques Terminal Beaterio.....	62
Tabla 2. 9 Descripción de las Islas de carga Terminal Beaterio.....	64
Tabla 2. 10 Descripción de Tanques que se encuentran operando en el Terminal Esmeraldas.....	67
Tabla 2. 11 Descripción de tanques Terminal Santo Domingo.....	68
Tabla 2. 12 Descripción de las Islas de carga Terminal Santo Domingo....	69
Tabla 2. 13 Descripción de tanques de almacenamiento Terminal Ambato	70
Tabla 2. 14 Descripción de la Isla de carga 1 Terminal Santo Domingo....	71
Tabla 2. 15 Descripción de esferas para almacenamiento de GLP Terminal Oyambaro.....	72
Tabla 2. 16 Descripción de la Isla de carga, Terminal Oyambaro.....	72

Tabla 2. 17 Características Poliducto Distrito Norte.....	73
Tabla 2. 18 Características técnicas del Poliducto Distrital Norte.....	74
Tabla 2. 19 Descripción de grupo de bombas y direcciones del poliducto Esmeraldas Quito.....	75
Tabla 2. 20 Descripción de grupo de bombas y direcciones del poliducto Shushufindi Quito.....	76
Tabla 2. 21 Descripción de grupo de bombas y direcciones del poliducto Quito Ambato.....	77
Tabla 3. 1 Registros de lectura protocolo Modbus.....	89
Tabla 3. 2 Registros utilizados para la toma de datos en las islas de carga	89
Tabla 3. 3 Configuraciones utilizadas para Tanques de almacenamiento...	91
Tabla 3. 4 Configuraciones utilizadas para configurar acceso.....	93
Tabla 3. 5 Color de fondo de pantalla.....	105
Tabla 3. 6 Colores para estados de los equipos.....	106
Tabla 3. 7 Colores para las Islas de Despacho definidas por MOPRO.....	106
Tabla 3. 8 Colores para pantallas de tanques de almacenamiento.....	107
Tabla 3. 9 Colores para pantallas de Alarmas.....	108
Tabla 3. 10 Colores estándares para Texto de la aplicación.....	109
Tabla 3. 11 Codificación de la Zona Operativa.....	111
Tabla 3. 12 Clasificación de subprocesos.....	112
Tabla 3. 13 Tabla de símbolos utilizados para la aplicación según la norma ISA 5.5.....	114
Tabla 3. 14 Descripción de información para cada tanque	118
Tabla 3. 15 Descripción de la pantalla de alarmas.....	123
Tabla 3. 16 Descripción de la pantalla de Alarmas Área de Tanques.....	125
Tabla 3. 17 Descripción de la pantalla Wonderware Historian.....	127
Tabla 3. 18 Descripción de la pantalla Wonderware Historian.....	128
Tabla 3. 19 Descripción en detalle de la pantalla de accesos y la barra de menú.....	130
Tabla 3. 20 Descripción de la pantalla del Mapa Distrito Norte.....	131
Tabla 3. 21 Descripción de las Pantallas del Área de Bombeo de los Poliductos.....	133

Tabla 3. 22 Descripción de la pantalla del Poliducto Área reductora.....	134
Tabla 3. 23 Descripción del Perfil altimétrico Esmeraldas Quito.....	135
Tabla 3. 24 Descripción Perfil altimétrico Shushufindi Quito.....	136
Tabla 3. 25 Perfil altimétrico Quito Ambato.....	137
Tabla 3. 26 Descripción de la pantalla de Despacho de Combustible.....	139
Tabla 3. 27 Descripción del área de almacenamiento para Terminales.....	140
Tabla 3. 28 Grupos de pantallas creadas para el Video Wall.....	151
Tabla 3. 29 Descripción para configurar la pantalla.....	153
Tabla 3. 30 Descripción de la pantalla de configuración.....	154
Tabla 3. 31 Descripción de la pantalla de configuración avanzada.....	158
Tabla 5. 1 Pruebas de conexión con las computadoras del Distrito Norte.....	197
Tabla 5. 2 Descripción de los bloques de terminal del conversor.....	200
Tabla 5. 3 Configuración de DIP Switch Conversor.....	201
Tabla 5. 4 Usuarios y nivel de accesos.....	207
Tabla 5. 5 bloqueos con respecto al nivel de acceso.....	207
Tabla 5. 6 Reporte de despacho de combustible brazo 19.....	215
Tabla 5. 7 Reporte despacho de combustible Brazo 10.....	218
Tabla 5. 8 Reporte Tanque de almacenamiento T. Beaterio.....	220
Tabla 5. 9 Reportes Tanque de Almacenamiento con intervalo de tiempo....	221
Tabla 5. 10 Reporte volumen de combustible T. Ambato.....	222
Tabla 5. 11 Reporte Volumen de combustible T. Santo Domingo.....	223
Tabla 5. 12 Reporte de la existencia de combustible T. Beaterio.....	225
Tabla 5. 13 Reporte de la existencia de combustible T. Ambato.....	228
Tabla 5. 14 Reporte de la existencia de combustible T. Santo Domingo.....	230
Tabla 5. 15 Reporte de despacho de combustible T. Beaterio.....	232
Tabla 5. 16 Reporte de despacho de combustible T. Ambato.....	234
Tabla 5. 17 Reporte de despacho de combustible T. Santo Domingo.....	235

GLOSARIO

Adquisición de datos : Es el proceso por medio del cual los valores de las etiquetas son capturados de varias Fuentes.

Almacenamiento cíclico : Es el almacenamiento de datos analógicos basados en un intervalo de tiempo.

Almacenamiento en Delta : Es el almacenamiento solo de los valores cuando ocurre un cambio en los mismos, es decir nunca se almacena más de una vez el mismo valor para un dato.

API : American Petroleum Institute, asociación destinada a la investigación, regulación, capacitación y legalización, de procesos en el área petrolera.

Apollo - barco : Software de gestión se utiliza en entornos operativos para gestión de pantallas

Archestra : Es una aplicación que se presenta como modo gráfico para la utilización de industrialsql Server

Archestra : Es la arquitectura tecnológica basada en .NET de Microsoft, desarrollada por Wonderware para facilitar e impulsar la integración de dispositivos y sistemas a distintos niveles.

Base de datos : Es un sistema que almacena variables por medio de identificadores únicos y los organiza en tablas.

Bloques de Históricos : Son grupos de datos almacenados en archivos dentro

del disco duro. Estos bloques guardan la información de la base de datos.

Daserver : Son programas añadidos íntimamente a la familia de productos de integración de dispositivos de Wonderware.

Daserver MBTCP : Es un programa de aplicación de Windows que actúa como un servidor de entrada/salida para la comunicación. Este permite que otras aplicaciones de Windows accedan a los datos de los PLC's y otros dispositivos compatibles a través de los puertos Ethernet, mediante el protocolo Modbus Ethernet.

Daserver Modicon : Es utilizado como servidor de protocolo de comunicación Modbus vía RS-232 o RS-422 y es una aplicación de Windows que permite el acceso de aplicaciones de Windows a los datos en los PLC's y otros dispositivos compatibles, a través de una red serial.

DDE : Intercambio dinámico de datos Es el paso de los datos entre dos diferentes aplicaciones.

Dominio : Es un grupo de computadoras que se encuentran compartidas por medio de la red con autenticación de seguridad.

Ergonomía : Es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores).

Ethernet : Es un estándar de redes de computadoras de área local, que define las características de cableado y señalización a nivel físico de los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Eventos : Es una actividad histórica que ocurre dentro del sistema, actúa de acuerdo al evento produciendo una

acción.

Funciones : Son procedimientos de tipo de lenguaje de programación.

Gedis : Guía ergonómica para el diseño de interfaz de supervisión, es un método de diseño y evaluación especializado en sistemas de control supervisor industrial.

Glp : Gas licuado de petróleo

Gpm : Galones por minuto, Unidad de medición de flujo.

Grupo de Bombeo : Sistema utilizado para aumentar la presión de un fluido, compuesto básicamente por un motor (eléctrico o de combustión interna), bomba, válvula de succión y válvula de descarga.

HMI : Interfaz Humano Máquina (Human Machine Interface), interfaz de usuario que se utiliza para la interacción con los dispositivos del proceso, aplicado a sistemas de automatización de procesos.

Intouch : Software de Wonderware®, empleado para el desarrollo de HMI en plataforma PC.

Juntas de expansión : Llamados también compensadores de dilatación son elementos que permiten desplazamientos relativos entre sus extremos sin entrar en deformaciones, se lo utiliza para absorber el movimiento que la electrobomba transmite a la tubería.

Layout Editor : Con el editor de diseño se crean y modifican pantallas
(videowall) del Video Wall, el programa permite diseñar varias ventanas en cualquier tamaño y posición.

Layout Selector : El Layout Selector permite carga pantallas
(videowall) programadas previamente en el Layout editor.

- Manifold** : Parte del sistema de tuberías de carga, descarga o manejo de productos, en el cual confluyen varios tubos y válvulas.
- Mobotix** : Cámara con lentes cambiables para uso interno/externo (IP66)
- Modbus** : Es un protocolo de comunicaciones serie publicado por Modicon
- NEC** : Código Eléctrico Nacional (National Electrical Code), es un estándar estadounidense para la instalación segura de alambrado y equipos eléctricos.
- Nodo** : Es una computadora o dispositivo que puede ser conectado a la red.
- PLC** : Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller), dispositivos electrónicos que controlan la lógica de control de máquinas, plantas y proceso industriales.
- Poliducto** : Es el ducto para el transporte de productos derivados del petróleo crudo desde el punto de carga hasta un terminal u otro poliducto, y que comprende las instalaciones y equipos necesarios para dicho transporte.
- Productos limpios** : Productos derivados del petróleo tales como gasolina super, gasolina extra, diesel 1, diesel 2, jet fuel, entre otros.
- Protocolo** : Es la combinación de reglas y estándares para permitir la comunicación e intercambio de datos entre dos o más computadoras.
- PSI** : Libra por pulgada cuadrada (pound square inch), es una unidad de presión del sistema anglosajón de unidades, cuyo cero es la presión atmosférica.

- Query** : Son sentencias de código en lenguaje estructurado utilizadas por los clientes de la base de datos.
- Remote Desktop (videowall)** : La funcionalidad del escritorio remoto es controlar la pantalla de un monitor desde una estación de trabajo remota desde el video Wall permitiendo la visualización y manipulación.
- RS-232** : Es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (equipo terminal de datos) y un DCE (Equipo de comunicación de datos).
- Servidor** : Es una computadora que tiene la capacidad de administrar el resto de las computadoras de la red en la que se encuentra.
- Sincronización de tiempo** : Es un mecanismo por el cual se logra que las computadoras de la red se encuentren con la misma hora.
- SNMP Manager (videowall)** : El administrador SNMP (Simple Network Management Protocol) es la interfaz entre el bus de Control y la red.
- Software apollo** : Apollo es el software de gestión de pantallas para entornos operativos, ayuda a la programación y configuración del Video Wall.
- Structured query language (sql)** : Es un lenguaje utilizado en sistemas de bases de datos relacionales para definir, buscar y manipular datos.
- Suitelink** : Es un protocolo de comunicaciones que permite la conexión de dispositivos a altas velocidades.
- Tópico** : Es un subgrupo de aplicaciones específicas que se utilizan para localizar información que se encuentra dentro de otras aplicaciones.

Vhf : El VHF es un sistema de radio operante en la banda de 156 a 162 mhz. De aquí se desprende la definición de VHF (Frecuencia Muy Elevada). El tipo de ondas que se propaga con este sistema es el FM (Modulación de Frecuencia).