



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**“DISEÑO DE LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PARA  
ACTUADORES ROTORK EN TANQUES DE  
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE Y PATIO DE BOMBAS  
DESPACHO DEL TERMINAL BEATERIO QUITO DE LA EP  
PETROECUADOR”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**DIEGO ARMANDO SALAZAR JARA**

**DIRECTOR: ING. IVAN ANDRADE MSC.**

**Quito, agosto 2016**

© Universidad Tecnológica Equinoccial 2016.  
Reservados todos los derechos de reproducción

**FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO****PROYECTO DE TITULACIÓN**

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	060346742-4
APELLIDO Y NOMBRES:	SALAZAR JARA DIEGO ARMANDO
DIRECCIÓN:	ALHAJUELA S8-188 Y PAYA
EMAIL:	diegosalazar86812@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	023174136
TELÉFONO MOVIL:	0984316319

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DE LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PARA ACTUADORES ROTORK EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE Y PATIO DE BOMBAS DESPACHO DEL TERMINAL BEATERIO QUITO DE LA EP PETROECUADOR
AUTOR O AUTORES:	SALAZAR JARA DIEGO ARMANDO
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	20/07/2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. IVÁN ANDRADE
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El presente proyecto de titulación desarrollado en el Terminal Beaterio de la EP PETROECUADOR, brindó un aporte significativo al controlar noventa y dos dispositivos de campo en dos Lazos de Comunicación tanto para Tanques de Almacenamiento como Patio de Bombas de Despacho. Estos</p>

	<p>dispositivos son actuadores rotatorios de marca Rotork tipo IQT, que mediante una Master Station mantiene el control de los mismos, a través de un cable de instrumentación de dos núcleos, brindado redundancia de datos con el modelo Hot Standby. Se realizó pruebas de laboratorio para determinar la velocidad de transmisión de datos acorde a los parámetros de Resistencia y Capacitancia en el cable de instrumentación; también se demostró que ante presencia de una falla en el cable ya sean: cortocircuito, conexión a tierra y circuito abierto los datos se mantendrán en el sistema SCADA. El correcto direccionamiento de los registros emitidos por la Master Station generó un ahorro significativo de variables y memoria dentro de las aplicaciones Intouch, así como también el manejo eficiente de las memorias ocupadas en el PLC a través de una conexión Ethernet, dentro de la Red Industrial de la empresa.</p>
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	
<b>ABSTRACT:</b>	<p>The present project was developed in the Terminal Beaterio of EP PETROECUADOR, it provided a significant contribution by controlling ninety two field devices on two</p>

	<p>communication links for both Storage Tank Pumps and Patio Dispatch Pumps. These devices are Rotork IQT type rotary actuators, which maintains controlled by a Master Station, through a dual-core instrumentation cable, data redundancy was provided with the Hot Standby model. Laboratory tests were performed to determine the data transmission rate according to the resistance and capacitance parameters in the instrumentation cable; it was also demonstrated that in the presence of a faulty cable either: short circuit, grounding circuit and open data will be kept in the SCADA system. The correct address of the records issued by the Master Station generated significant savings of variables and memory within the Intouch applications, as well as the efficient management of the memories employed in the PLC via an Ethernet connection, within the Industrial Network of the company.</p>
<b>KEYWORDS</b>	

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 

SALAZAR JARA DIEGO ARMANDO  
060346742-4


**DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **Diego Armando Salazar Jara**, Cl. 060346742-4 autor del proyecto titulado: “**Diseño de lazo de comunicación Pakscan para actuadores Rotork en Tanques de Almacenamiento Combustible y Patio de Bombas Despacho del Terminal Beaterio Quito de la EP PETROECUADOR**” previo a la obtención del título de **Ingeniero en Mecatrónica** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 11 de Julio del 2016

f: \_\_\_\_\_

  
SALAZAR JARA DIEGO ARMANDO  
060346742-4

Quito, 11 de Julio del 2016

**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

Yo, Christian Alexis López González con cédula de identidad N.- 171379541-5 en calidad de Intendente de Mantenimiento de Terminales Norte de la EP Petroecuador, autorizo a **Diego Armando Salazar Jara**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación “DISEÑO DE LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PARA ACTUADORES ROTORK EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE Y PATIO DE BOMBAS DESPACHO DEL TERMINAL BEATERIO QUITO DE LA EP PETROECUADOR”, basada en la información proporcionada por la compañía.


f.  

CHRISTIAN LÓPEZ G.  
171379541-5

## DECLARACIÓN

Yo **DIEGO ARMANDO SALAZAR JARA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



DIEGO SALAZAR JARA

C.I. 0603467424



# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**DISEÑO DE LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PARA ACTUADORES ROTORK EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE Y PATIO DE BOMBAS DESPACHO DEL TERMINAL BEATERIO QUITO DE LA EP PETROECUADOR**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero en Mecatrónica** fue desarrollado por **Diego Armando Salazar Jara**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Iván Andrade Msc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I.1001507860

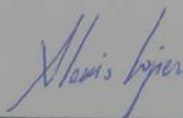
Quito, 27 de Abril del 2016

## CERTIFICADO

Por medio del presente certifico que el Sr. **Diego Armando Salazar Jara**, portador de la cédula de identidad número 0603467424, estudiante de la Universidad Tecnológica Equinoccial de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, culminó el proyecto con el tema de titulación: **“DISEÑO DE LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PARA ACTUADORES ROTORK EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE Y PATIO DE BOMBAS DESPACHO DEL TERMINAL BEATERIO QUITO DE LA EP PETROECUADOR”**, el mismo que cumple con los requerimientos y alcances establecidos.

El señor puede hacer uso de este certificado para los fines que considere pertinentes.

Atentamente:





Ing. Christian López G.

Intendente de Mantenimiento Terminales Norte

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación realizado con dedicación, esfuerzo y amor a mi carrera se la dedico a Dios, a mi hijo Mathías, a mis dos madres Raquel y Gladys que gracias a su apoyo incondicional de amor materno he culminado una meta más en mi vida. A mi papa y mi tío Olguer quienes son mis figuras paternas y ejemplo a seguir. A Valeria por ser mi pareja y amiga incondicional. A mi familia Vero, Viviana, Maribel y Sady.

Diego

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer al personal de Intendencia de Mantenimiento de Terminales Norte de la EP PETROECUADOR, en especial a los ingenieros Francisco De La Torre y Christian López quienes me permitieron el desarrollo de este trabajo de titulación en el Terminal Beaterio. Agradezco a los ingenieros Francisco Andrade, Paul Landázuri, Carlos Redrován Y Juan Carlos Jaramillo quienes de forma desinteresada brindaron su ayuda y conocimiento durante mi formación como profesional. También quiero agradecer a la familia Burgos Váscones por la ayuda incondicional brindada por todos estos años. A mis amigos que estuvieron cerca de mí en todo momento. Y a mí director de Tesis Ing. Iván Andrade.

Diego

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. REDES DE INFORMACIÓN	4
2.2. COMUNICACIONES INDUSTRIALES	5
2.3. SISTEMAS SCADA	6
2.4. WONDERWARE- INTOUCH	8
2.5. TAGNAME	9
2.6. ANIMATION LINKS	9
2.7. SMC- ARCHESTRA SYSTEM MANAGEMENT CONSOLE	11
2.8. PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM (P&ID)	11
2.9. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	13
2.10. CABLES DE COMUNICACIÓN	14
2.11. CANALETAS PORTA CABLE	15
2.11.1. ELEMENTOS DE CANALETAS PORTA CABLES	15
2.12. ACTUADORES ELÉCTRICOS	16
2.12.1. ACTUADOR IQT	16
2.12.2. CONTROL DE ACTUADOR	17
2.13. EQUIPO MASTER STATION	19
2.13.1. CONECTORES DE LA MASTER STATION	19
2.13.1.1. Conectores para comunicación Ethernet	19
2.13.1.2. Alimentación de Master Station	19
2.13.2. CONECTOR SALIDA DE ESD (EMERGENCY SHUTDOWN)-ALARMA	20
2.13.2.1. Conectores de lazo de corriente	20
2.13.3. COMUNICACIÓN ETHERNET	21
2.13.3.1. Hot Standby para Conexión Ethernet	21

2.14.LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN	22
2.14.1. RED PAKSCAN EN CAMPO	22
2.14.2. COMPROBACIÓN DE LAZO	23
2.14.2.1. Continuidad de Lazo	23
2.14.2.2. Continuidad de Screen o Shield	23
2.14.2.3. Capacitancia de Cable	23
2.14.2.4. Máxima Velocidad de Lazo de Corriente	23
2.14.3. CONEXIÓN DE LAZO PAKSCAN	24
2.14.4. MODBUS RTU SERIAL AND TCP/IP	25
2.14.4.1. Interpretación de Datos	25
2.14.4.2. Especificación Modbus	25
2.14.4.3. Direcciones Modbus	26
2.14.4.4. Códigos de función y error	27
2.14.4.5. Descripción de la Función de Códigos	28
2.14.4.6. Organización de datos	29
2.14.4.7. Fórmulas para direcciones de registros y discretas	29
2.14.4.8. Bloques y parámetros	31
<b>3. METODOLOGÍA</b>	
3.1. FASE 1 - REQUERIMIENTO Y RESTRICCIONES DE LA EMPRESA	34
3.2. FASE 3 - DISEÑO DE RED	35
3.3. FASE 4 - IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE RED	36
3.4. FASE 5 – PROTOCOLO DE PRUEBAS	37
<b>4. DISEÑO</b>	
4.1. DISEÑO DE LA RED INDUSTRIAL	38
4.1.1. PLANOS P&ID	38
4.1.2. PLANOS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS	40
4.1.3. PLANO DE RECORRIDO CANALETA	42
4.1.4. PLANO LAZO DE COMUNICACIÓN TQ Y PB	43
4.2. CÁLCULO DE DIRECCIONES MODBUS.	43

4.2.1. ESTADOS	43
4.2.2. ALARMAS	43
4.2.3. POSICIÓN	44
4.2.4. TORQUE	44
4.2.5. ABRIR	44
4.2.6. CERRAR	44
4.3. DIRECCIONES LIBRES EN PLC	45
4.4. TABLAS DE TAGS Y REGISTROS DE LAZO DE COMUNICACIÓN	
PAKSCAN TQ	45
4.5. HOST DISPONIBLES	46
4.6. CONFIGURACION DE HOST PARA RED INDUSTRIAL	46
4.7. ESTRUCTURA DE LA RED INDUSTRIAL DE LABORATORIO	47
4.8. DISEÑO Y REDISEÑO HMI DESPACHO Y JET-FUEL	48
4.8.1. DECLARACIÓN DE TAGS	49
4.8.2. PROGRAMACIÓN PANTALLA ESTADO DE VÁLVULA TANQUES	
Y PATIO DE BOMBAS	52
4.8.3. RED PAKSCAN TANQUES Y PATIO DE BOMBAS	54
4.8.4. PROGRAMACIÓN DE ACTUADORES Y TUBERIAS EN HMI	
DESPACHO Y JET-FUEL	55
4.8.5. PROGRAMACIÓN DE VÁLVULA DE TANQUE EN PANTALLA	
TANQUE	64
4.8.6. PROGRAMACION DE CONDICIONES	65
4.9. CONFIGURACIÓN DE ARCHESTRA	66
<b>5. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
5.1. CONECTIVIDAD DE EQUIPOS	67
5.2. CONEXIÓN AL PLC	67
5.3. VERIFICACION DE PROGRAMA Y TABLAS DE ANIMACIÓN	68
5.4. LECTURA DE VARIABLES IO-SCANNING	70
5.5. ADQUISICIÓN DE DATOS EN ARCHESTRA	71
5.6. VALIDACIÓN DEL SISTEMA	72

**6. IMPACTO AMBIENTAL**

**7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

CONCLUSIONES 79

RECOMENDACIONES 80

**BIBLIOGRAFÍA** 81



## ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
<b>Tabla 1.</b> Capas del Modelo OSI.	4
<b>Tabla 2.</b> Tipos de variables en Intouch.	9
<b>Tabla 3.</b> Valores de variables soportadas en Intouch.	9
<b>Tabla 4.</b> Descripción de Animation Links.	10
<b>Tabla 5.</b> Velocidad de dato en función de Resistencia y Capacitancia.	24
<b>Tabla 6.</b> Tiempo de Respuesta según Velocidad de Transmisión de Datos.	26
<b>Tabla 7.</b> Organización de Direccionamiento Modbus.	27
<b>Tabla 8.</b> Offset según Código de Función.	30
<b>Tabla 9.</b> Bloque 2 – Digital Input Block (Función de Código 02,03 o 04).	31
<b>Tabla 10.</b> Bloque 3 – Bloque de Alarmas (Función de Código 02, 03 o 04).	32
<b>Tabla 11.</b> Bloque 4 – Bloque de entradas analógicas–Realimentación de Posición de válvula (Función de código 03 o 04).	32
<b>Tabla 12.</b> Bloque 14 – Torque instantáneo (Función de código 03 o 04).	32
<b>Tabla 13.</b> Bloque 6 – Bloque de salidas digitales (Escritura con Función de código 05, 15, 06 o 16).	32
<b>Tabla 14.</b> Bloque 0 – Datos solo de escritura.	33
<b>Tabla 15.</b> Ejemplo de Registros TNA-04.	46
<b>Tabla 16.</b> Direcciones IP para Master Station TQ y PB.	46
<b>Tabla 17.</b> Configuración de Equipos para Red Industrial.	47
<b>Tabla 18.</b> Variables Indirectas creadas en Intouch.	50
<b>Tabla 19.</b> Configuración de Tags	51
<b>Tabla 20.</b> Valoración de las Variables.	75
<b>Tabla 21.</b> Matriz Interacción Causa-Efecto.	75
<b>Tabla 22.</b> Clasificación de Variables	76
<b>Tabla 23.</b> Escala de valores intensidad, extensión y duración.	76
<b>Tabla 24.</b> Cálculo de la magnitud de los Impactos.	77

<b>Tabla 25.</b> Escala de valores extensión, reversibilidad y riesgo	77
<b>Tabla 26.</b> Cálculo de la Importancia de los Impactos.	78

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Tipos de señales de control.	4
<b>Figura 2.</b> Sistema de cableado convencional versus Bus de Campo.	6
<b>Figura 3.</b> Partes de un Sistema Scada.	7
<b>Figura 4.</b> WindowMaker & WindowViewer.	8
<b>Figura 5.</b> Animation Links - Intouch.	10
<b>Figura 6.</b> Etiquetas de Instrumento en planos P&ID - Norma ISA.	12
<b>Figura 7.</b> Símbolos de línea para instrumentos.	12
<b>Figura 8.</b> Instrumentos Generales o Función de Símbolos.	13
<b>Figura 9.</b> PLC Modicon Quantum.	14
<b>Figura 10.</b> Partes de canaleta tipo escalera.	15
<b>Figura 11.</b> Partes de Display de actuador IQT.	18
<b>Figura 12.</b> Ejemplos de lectura de Display.	18
<b>Figura 13.</b> Configuración Pakscan en Display.	19
<b>Figura 14.</b> Conector ESD y Alarmas.	20
<b>Figura 15.</b> Conectores de lazo de corriente.	20
<b>Figura 16.</b> Hot Standby para comunicación Ethernet.	21
<b>Figura 17.</b> Red Pakscan P3.	22
<b>Figura 18.</b> Diagrama de bloques del lazo de corriente Pakscan P3.	24
<b>Figura 19.</b> Segregación de base de datos.	25
<b>Figura 20.</b> Arreglos Físicos y Lógicos de la Master Station Pakscan P3.	27
<b>Figura 21.</b> PLC de campo & PLC de Laboratorio de Pruebas.	36
<b>Figura 22.</b> Plano P&ID de TRB1TNA04.	38
<b>Figura 23.</b> Plano P&ID de TRB1TNA18.	39
<b>Figura 24.</b> Plano P&ID de Bomba06-Super.	39
<b>Figura 25.</b> Plano P&ID de Brazo 1 (Atmosférico) y 22 (Ventral).	39
<b>Figura 26.</b> Toma de medidas para canaletas porta-cables.	42
<b>Figura 27.</b> Arquitectura de Red Industrial de Laboratorio.	48
<b>Figura 28.</b> Rediseño HMI Despacho y Jet-Fuel & menú de pantallas de cada programa.	49

<b>Figura 29.</b> Configuración Tag de Estado.	51
<b>Figura 30.</b> Configuración Tag de Reconocer Alarmas.	52
<b>Figura 31.</b> Registros & Bits a usar en Estado Válvula.	53
<b>Figura 32.</b> Configuración de Light Wizard.	54
<b>Figura 33.</b> Configuración de Fill Color.	54
<b>Figura 34.</b> Diseño pantalla "Red Pakscan PB".	55
<b>Figura 35.</b> Programación "Action" de Actuador.	55
<b>Figura 36.</b> Programación "Blink" de Actuador.	56
<b>Figura 37.</b> Programación "Fill Color" en Actuador.	56
<b>Figura 38.</b> Programación "Line Color" en Tubería.	57
<b>Figura 39.</b> Rediseño pantalla "Nivel Esferas" (HMI Despacho).	57
<b>Figura 40.</b> Rediseño pantalla "Operación Gasolina Extra" (HMI Despacho).	58
<b>Figura 41.</b> Rediseño pantalla "Operación Gasolina Súper" (HMI Despacho).	58
<b>Figura 42.</b> Rediseño pantalla "Operación Diesel Premium" (HMI Despacho).	59
<b>Figura 43.</b> Rediseño pantalla "Operación Diesel 2" (HMI Despacho).	59
<b>Figura 44.</b> Rediseño pantalla "Operación Mezclas2".	60
<b>Figura 45.</b> Rediseño pantalla "Operación Sistema".	60
<b>Figura 46.</b> Rediseño pantalla "Zona de Recepción".	61
<b>Figura 47.</b> Rediseño pantalla "Zona de Tratamiento".	61
<b>Figura 48.</b> Rediseño pantalla "Zona de Recirculación".	62
<b>Figura 49.</b> Rediseño pantalla "Zona de Despacho".	62
<b>Figura 50.</b> Programación "Action" de Tanque.	63
<b>Figura 51.</b> Rediseño pantalla "General Tanques".	63
<b>Figura 52.</b> Programación de Tanques (Fill Color).	64
<b>Figura 53.</b> Rediseño pantalla "Tanque".	65
<b>Figura 54.</b> Condición de señal de Apertura y Cierre del actuador.	65
<b>Figura 55.</b> Configuración ArchestrA System Management Console.	66
<b>Figura 56.</b> Conexión de equipos a la Red.	67
<b>Figura 57.</b> Conexión al PLC de laboratorio.	68

<b>Figura 58.</b> Carga de programa modificado al PLC.	68
<b>Figura 59.</b> Lectura de adquisición de datos de actuadores.	69
<b>Figura 60.</b> Configuración IO Scanning (NOE).	70
<b>Figura 61.</b> Lectura de datos en ArcestrA.	71
<b>Figura 62.</b> Lectura de datos en despacho gasolina Extra & Estado Válvula.	72
<b>Figura 63.</b> Lectura de datos en ventana Red Pakscan Tanques & Info Red Pakscan	73
<b>Figura 64.</b> Lectura de datos en ventana mezclas de HMI Jet-Fuel.	73
<b>Figura 65.</b> Lectura de datos ventana Tanque en HMI Despacho.	74

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1.</b> Tabla de códigos de identificación de instrumentos ISA-S5	84
<b>ANEXO 2.</b> Tabla de direcciones y variables lazo de comunicación TQ	85
<b>ANEXO 3.</b> Tabla de direcciones y variables lazo de comunicación PB	92
<b>ANEXO 4.</b> Diagrama de circuito interno de actuadores (6040-000-02)	100
<b>ANEXO 5.</b> Características de canaleta y accesorios según su tramo	101
<b>ANEXO 6.</b> Dimensiones de cables, breakers y distancias	106
<b>ANEXO 7.</b> P&ID - 01 - Tanques base 5-9	107
P&ID - 02 - Tanques gasolina extra y rec. vapores 3-14-8	
P&ID - 03 - Tanques gasolina super 1-12	
P&ID - 04 - Tanques diesel premium 11-13	
P&ID - 05 - Tanques diesel 2 10-22	
P&ID - 06 - Tanques gasolina mezclas y procesos 7-20	
P&ID - 07 - Esferas 23-24-25	
P&ID - 08 - Tanques Jet-Fuel 16-17	
P&ID - 09 - Tanques Jet-Fuel 18-19	
P&ID - 10 - Patio de bombas Jet-Fuel	
P&ID - 11 - Patio de Bombas y Brazos gasolina Extra	
P&ID - 12 - Patio de Bombas y Brazos gasolina Super	
P&ID - 13 - Patio de Bombas y Brazos Diesel Premium	
P&ID - 14 - Patio de Bombas y Brazos Diesel 2	
P&ID - 15 - Patio de Bombas de Mezclas	
<b>Anexo 8.</b> Recorrido de canaletas y ubicación de tableros	122
<b>Anexo 9.</b> Lazo de comunicación Pakscan Tanques	123
<b>Anexo 10.</b> Lazo de comunicación Pakscan Patio de Bombas	124
<b>Anexo 11.</b> PLANO 1 – tablero de protecciones eléctricas general –A1	125
PLANO 2 - Tablero de protecciones eléctricas -A2	
PLANO 3 - Tablero de protecciones eléctricas -A3	
PLANO 4 - Tablero de protecciones eléctricas -A4	
PLANO 5 - Tablero de protecciones eléctricas -A5	



## RESUMEN

El presente proyecto de titulación desarrollado en el Terminal Beaterio de la EP PETROECUADOR, brindó un aporte significativo al controlar noventa y dos dispositivos de campo en dos Lazos de Comunicación tanto para Tanques de Almacenamiento como Patio de Bombas de Despacho. Estos dispositivos son actuadores rotatorios de marca Rotork tipo IQT, que mediante una Master Station mantiene el control de los mismos, a través de un cable de instrumentación de dos núcleos, brindado redundancia de datos con el modelo Hot Standby. Se realizó pruebas de laboratorio para determinar la velocidad de transmisión de datos acorde a los parámetros de Resistencia y Capacitancia en el cable de instrumentación; también se demostró que ante presencia de una falla en el cable ya sean: cortocircuito, conexión a tierra y circuito abierto los datos se mantendrán en el sistema SCADA. El correcto direccionamiento de los registros emitidos por la Master Station generó un ahorro significativo de variables y memoria dentro de las aplicaciones Intouch, así como también el manejo eficiente de las memorias ocupadas en el PLC a través de una conexión Ethernet, dentro de la Red Industrial de la empresa.



## **ABSTRACT**

The present project was developed in the Terminal Beaterio of EP PETROECUADOR, it provided a significant contribution by controlling ninety two field devices on two communication links for both Storage Tank Pumps and Patio Dispatch Pumps. These devices are Rotork IQT type rotary actuators, which maintains controlled by a Master Station, through a dual-core instrumentation cable, data redundancy was provided with the Hot Standby model. Laboratory tests were performed to determine the data transmission rate according to the resistance and capacitance parameters in the instrumentation cable; it was also demonstrated that in the presence of a faulty cable either: short circuit, grounding circuit and open data will be kept in the SCADA system. The correct address of the records issued by the Master Station generated significant savings of variables and memory within the Intouch applications, as well as the efficient management of the memories employed in the PLC via an Ethernet connection, within the Industrial Network of the company.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Terminal Beaterio ubicado al sur del Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito a 2950 msnm. con una área de 27 Hectáreas aproximadamente, es uno de los doce terminales del Ecuador responsable del transporte, almacenamiento y comercialización de los derivados del petróleo tales como: Súper, Extra, Diesel2, Diesel Premium, Jet-Fuel y Gasolina Base. Estos productos son enviados desde la Refinería de Esmeraldas y Shushufindi a través de una tubería cuyo diámetro oscila entre 6 a 12 [in].

Existe dos procesos que son la recepción de producto a través de la Estación Reductora y el envío de productos en la Estación de Bombeo, que son los encargados de modificar las presiones de 80 a 1200 [psi] o viceversa. Dichas estaciones poseen: sistemas de filtrado de productos, trenes de medición, manifold de distribución, trampa de recepción de equipos de medición, tanques de alivio y sumidero.

El Terminal Beaterio abastece a las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi. Existe también la posibilidad de enviar producto a través del poliducto Quito-Ambato-Riobamba para el abastecimiento a la zona céntrica del país comprendida por las provincias de Chimborazo y Tungurahua.

También realiza los procesos de recepción, mediante la alineación de válvulas para almacenamiento y posterior mezcla. Los operadores del terminal están a cargo de supervisar y controlar los procesos tanto de mezclas como del despacho. Finalmente cuando los tanqueros ingresen a las Islas de Despacho ya sea de carga ventral o atmosférica y se designe la cantidad de galones a despachar, entra en funcionamiento el control automático de los instrumentos como los medidores de flujo y arranque de los 15 motores con sus respectivas bombas centrifugas verticales.

La actual comunicación Modbus RTU que existe en el Terminal Beaterio para los actuadores eléctricos no brinda redundancia en la adquisición de datos, es decir cualquier fallo en su controlador Momentum o daño en el cable de instrumentación ocasionará la pérdida total del monitoreo y control de los equipos en campo.

Para el presente proyecto diseñado para el Terminal de combustibles derivados de petróleo Beaterio de EP PETROECUADOR es necesario la implementación de una Master Station la cual determinará la efectividad del control y monitoreo de los actuadores eléctricos, tanto en Tanques de Almacenamiento como en Patio de Bombas Despacho. Adicionalmente se incrementará las seguridades informáticas al sistema de telecontrol.

Con la implementación de la Master Station Pakscan P3 se logrará reducir tiempos de respuesta y garantizará el control de los equipos en campo, además permite tener el control de hasta 240 actuadores con un cable de 20[Km] de longitud sin repetidora.

La redundancia de datos es dada mediante un cable de instrumentación comprendido por dos cables, la cual brinda a los equipos características como robustez y seguridad; la comunicación también se asegura en caso de: cortocircuito, conexión a tierra y avería del actuador en campo, sistema llamado Loopback.

Existe el modelo de Master Station con redundancia (Hot Standby), debido al manejo de procesos críticos donde el control y monitoreo de los equipos de campo siempre deben estar presentes. Gracias a la Master Station se logra ahorros significativos en tiempos y costos en la operación del Terminal Beaterio.

Los actuadores Rotork es compatible con otros protocolos de comunicación existentes en el mercado como: Profibus, Fieldbus Foundation, DeviceNet, HART y Modbus. Lo cual permite que pueda ser implementado en cualquier empresa a nivel mundial.

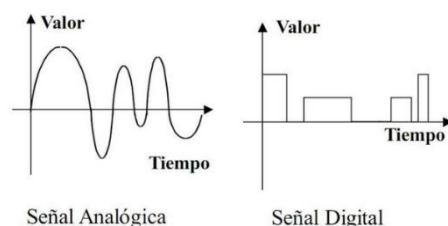
El principal objetivo del presente proyecto de titulación es diseñar el lazo de comunicación de actuadores eléctricos marca Rotork en Tanques de Almacenamiento de Combustible y Patio de Bombas Despacho del Terminal Beaterio para reducir tiempo de respuesta y eficiencia de los procesos. Para ello se deberá diseñar los circuitos de recorrido de cables de fuerza y comunicación respectivamente, diseño de planos P&ID para el lazo de control

de actuadores y consecuentemente el diseño y rediseño de los HMI con la correcta adquisición de datos entre los equipos.

## **2. MARCO TEÓRICO**

## 2.1. REDES DE INFORMACIÓN

Según Salazar R. (2013) las redes de información es un conjunto de dispositivos y usuarios interconectados entre sí a través de medios de comunicaciones, con el fin de intercambiar información. La misma que puede ser: codificada, procesada, decodificada y almacenada. En la transmisión de datos se puede obtener valores mediante señales digitales o analógicas como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Tipos de señales de control.  
(Reyes, 2014)

Existe un modelo de arquitectura de red creado por la Organización para la Estandarización Internacional ISO, que es el Modelo OSI (Open System Interconnection) el cual consiste en que los diferentes fabricantes de los equipos informáticos fundamenten sus arquitecturas de red para la comunicación e intercambio de información entre los mismos. Para fines de comunicación en el modelo OSI, se definen un conjunto de protocolos organizados en siete capas que se presenta en la tabla 1. Salazar R (2013).

**Tabla 1.** Capas del Modelo OSI.

Nº Capa	Capas de Modelo OSI
7	Capa de Aplicación
6	Capa de Presentación
5	Capa de Sesión
4	Capa de Transporte
3	Capa de Red
2	Capa de Enlace de Datos
1	Capa Física

(Cisco CCNA, 2014)

## 2.2. COMUNICACIONES INDUSTRIALES

*“Área de la tecnología que estudia la transmisión de información entre circuitos y sistemas electrónicos utilizados para llevar a cabo tareas de control y gestión del ciclo de vida de los productos industriales.”* (Departamento de Electricidad-CIP.ETI, 2010).

Como parte de la pirámide la automatización, las comunicaciones industriales son la base o los cimientos de la misma, pero no por ello menos importante. Las características que deben poseer son: comunicación en tiempo real, resistencia al ambiente hostil o intemperie donde existe ruido electromagnético, el cual puede alterar la comunicación o datos. A las comunicaciones industriales se las puede dividir en dos clases que son: Comunicaciones a nivel de campo y comunicaciones para SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). A medida que los procesos industriales se robustecen y expanden, las comunicaciones deben satisfacer los requisitos de velocidad y confiabilidad en la transmisión de datos. Para ello existen varios protocolos que pueden ser usados a conveniencia del proceso y por motivos de compatibilidad.

A nivel industrial los protocolos de comunicación industriales más destacados y usados por diferentes empresas a nivel mundial para red de controladores son: Ethernet, Profinet, ControlNet, Profibus y a nivel de sensores y actuadores las más reconocidas son: ASi, DeviceNet, Profibus DP-PA, CANopen con protocolos Interbus, Hart, Modbus y Fieldbus Foundation. A nivel industrial es muy común observar la configuración Maestro-Esclavo (Master-Slave) utilizado especialmente cuando existe varios PLC's (Controlador Lógico Programable), el cual se encarga de gestionar módulos remotos de sensores, actuadores e inclusive PLC's de menos entidad encargados de procesos locales básicos.

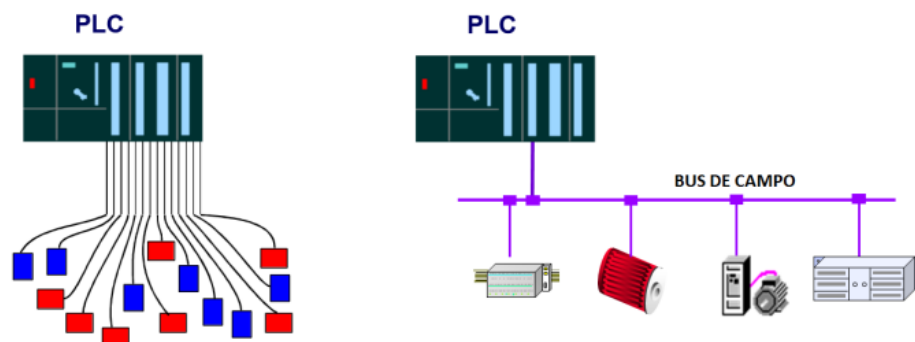
Es necesario aclarar que Comunicación Industrial es aquella que permite el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo de los procesos de producción: detectores, actuadores, sensores, etc. Mientras



que los protocolos de comunicación son un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre distintos dispositivos que conforman una red (Salazar & Correa, 2011).

Existen muchos parámetros o requerimientos del cliente sobre el cual se debe tomar en cuenta para poder determinar el bus de campo y el protocolo a usarse como: compatibilidad con equipos existentes en campo, costo-beneficio, tasa de transferencia de información, cantidad de dispositivos a conectar, resolución de equipos, etc. Todas ellas son consideraciones muy importantes ya que en la actualidad no existe un bus de campo universal que proporcione conectividad con todos los equipos de diferentes marcas existentes en el mercado.

La característica principal de un bus de campo (Figura 2) es el costo a largo plazo, ya que reemplaza a las conexiones punto a punto que existían años atrás.



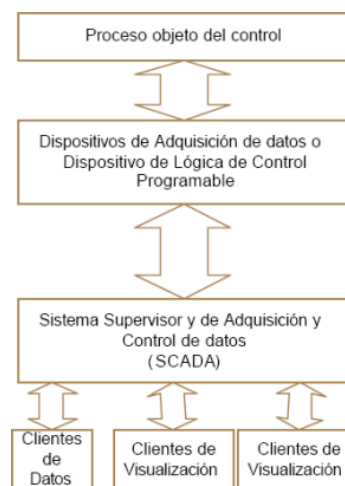
**Figura 2.** Sistema de cableado convencional versus Bus de Campo.  
(Hurtado, 2015)

### 2.3. SISTEMAS SCADA

Los Sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), hacen referencia a un sistema de control centralizado, que mediante el desarrollo de redes digitales o industriales se logra obtener un control casi total en nuestra planta industrial o proceso en cuestión; implícitamente los sistemas de control, poseen interfaces de comunicación hacia los operarios conocidos como HMI (Human Machine Interface).

El HMI puede ser tan simple como un indicador y un interruptor, o poseer varias pantallas representando todo el proceso de supervisión de una planta, esto incluye control de los actuadores y datos y estado en tiempo real. Conforme los avances tecnológicos avanzan, se puede determinar que la complejidad de los sistemas de control aumenta de forma exponencial, es decir, la información de nuestro proceso es mucho mayor y el operador podrá tomar las decisiones correctas y con total confiabilidad. La tarea de informar al operador en tiempo real cada vez tiene más complicaciones, por lo que los diseñadores de HMI no solo se deben basar en indicadores, a veces se necesita diseñar un esquema gráfico para saber en qué lugar se encuentra dentro del proceso; a medida que nuestra interfaz HMI sea gráfica, entendible y lo más simple posible, el diseñador estará cumpliendo con los principales objetivos que son: Disminuir la tasa de errores, Reducir los tiempos de aprendizaje y reducir los costos de rediseño.

Los Sistemas Scada pueden ser basados por todas las redes industriales conocidas como: Ethernet, Profinet, Modbus, Fielbus Foundation, etc.; es decir no importa la marca de nuestro controlador ni la red de comunicación que use, siempre se podrá realizar un HMI con toda la información que se necesite. En la figura 3 se muestra la arquitectura de los sistemas Scada.



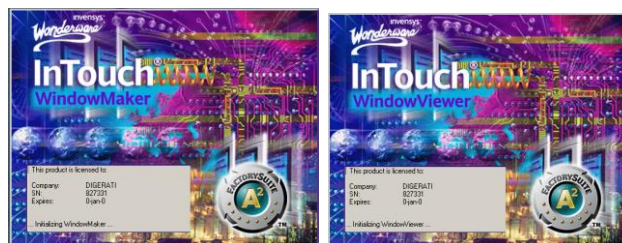
**Figura 3.** Partes de un Sistema Scada.  
(Corrales L, 2007)

A medida que los Sistemas Scada aumentan sus capacidades de procesamiento de información, es necesario programas más robustos que

permitan mayor interacción con el operador, para ello existen plataformas de desarrollo propias de cada una de las marcas de controladores como: Tia Portal (Siemens), Unity Pro XL (Schneider Electric), RSLogic 500 (Allan Bradley), etc.; También existen plataformas de desarrollo que se acoplan a múltiples marcas como: LabView (National-Instruments) o Intouch-Wonderware (Schneider Electric); esta última será usado para el desarrollo del presente proyecto.

## 2.4. WONDERWARE- INTOUCH

Según Rodríguez (2009), Wonderware Intouch es el primer paquete SCADA para el sistema operativo de Windows, en el cual los sistemas de monitorización hacían servir a DOS como sistema operativo, actualmente existe la versión Wonderware System Platform 2014 R2 (Versión 11.0). A medida que los sistemas de automatización avanzan exponencialmente, el monitoreo y control de los procesos son cada vez más exigentes, para ello se desarrollan plataformas robustas y capaces de soportar más información y mayor procesamiento de datos. Wonderware-Intouch está basado en Sistema Operativo Windows: Server2003, XP, Vista dependiendo la versión de la plataforma que se maneje. La misma maneja dos interfaces (Figura 4): WindowMaker (entorno de desarrollo para la animación, creación de ventanas y mostrar datos de nuestro proceso) y WindowViewer (ejecuta la aplicación desarrollada en WindowMaker).



**Figura 4.** WindowMaker & WindowViewer.  
(Software Wonderware-Intouch, V 9.0)

Intouch además de ser muy intuitivo para los ingenieros, posee todas las herramientas para que pueda representar los procesos como: librerías acorde

a normas internacionales, manejo de variables adquiridas mediante un DCS o PLC, scripts, animaciones, manipular actuadores, monitoreo de sensores, etc.

## 2.5. TAGNAME

Para poder visualizar o manipular las variables adquiridas, se las debe declarar en Intouch, a las cuales se las denomina “Tags” o etiquetas, en el albergará todos los valores que emitan los equipos de campo. Los tipos de tagnames que Intouch proporciona se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Tipos de variables en Intouch.

TIPO	DESCRIPCIÓN
MEMORY	Tags registros internos de Intouch
I/O	Registros de enlace con otros programas
INDIRECT	Tags de tipo indirecto
GROUP VAR	Tags de los grupos de alarmas
HISTTEND	Tags asociados a los gráficos históricos
TagID	Información acerca de los Tags que están siendo visualizados en una gráfica histórica

(Logitek S.A., 2011)

Para el grupo de MEMORY, I/O e INDIRECT se obtendrán los valores como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Valores de variables soportadas en Intouch.

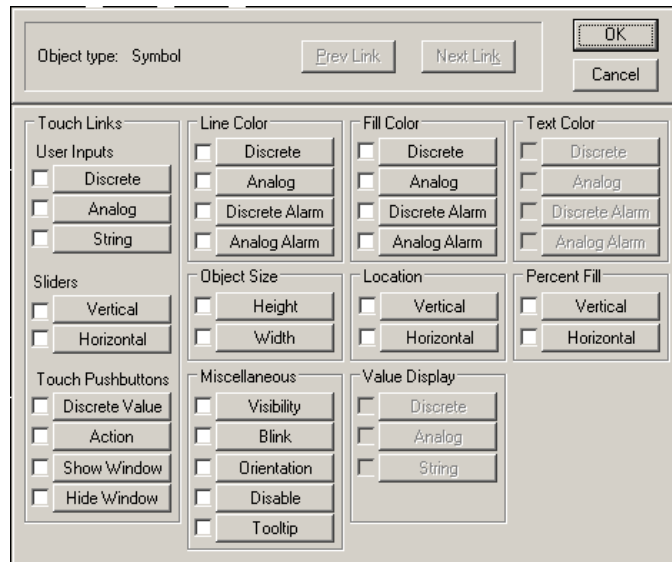
TIPO	DESCRIPCIÓN
Discrete	Puede disponer de un valor 0 o 1.
Integer	Tagname de 32 bits con signo. Su valor va desde -2.147.483.648 hasta 2.147.483.647
Real	Tagname en coma flotante. Su valor va entre $\pm 3.4e^{38}$ . Todos los cálculos son hechos en 64bits de resolución, pero el resultado se almacena en 32bits.
Message	Tagname alfanumérico de hasta 131 caracteres de longitud.

(Logitek S.A., 2011)

## 2.6. ANIMATION LINKS

Posterior a la creación de los objetos, los registros precargados en nuestros

Tags se deberá animar o ejecutar acciones con Animation Links (Figura 5), el cual nos permitirá cambiar colores, acciones, scripts, tamaños, etc. Posteriormente en la tabla 4 se describe cada elemento de nuestro Animation Links,



**Figura 5.** Animation Links - Intouch.  
(Software Wonderware-Intouch, 2016)

**Tabla 4.** Descripción de Animation Links.

Touch Links	User Inputs	Discrete	Modificación valor 1 o 0
		Analog	Modificación valor analógico
		String	Modificación cadena alfanumérica
	Sliders	Vertical	Crear barra desplazamiento Vertical
		Horizontal	Crear barra desplazamiento horizontal
	Touch Pushbuttons	Discrete Value	Actúa como pulsador (1 o 0)
		Action	Ejecuta lógica de acciones, llama otros programa, impresora, etc.
		Show Window	Llama pantalla
Hide Window		Oculto pantalla	
Line Color	Discrete	Permite animar el color de la línea del objeto. Este cambio de color depende del valor Discreto/Analógico o asociarse a una alarma del mismo tipo de variable.	
	Analog		
	Discrete Alarm		
	Analog Alarm		
Object Size	Height	Permite asociar el tamaño Vertical/Horizontal de un objeto a un registro.	
	Width		
Miscellaneous	Visibility	Permite que un objeto Aparezca/Desaparezca de la pantalla.	
	Blink	Intermitencia del Objeto	
	Orientation	Modifica Orientación del Objeto	
	Disable	Hace que el objeto "táctil" deje de serlo	

**Tabla 4.** Descripción de Animation Links **continuación...**

Fill Color	Discrete	Permite rellenar un objeto de un color. Este cambio de color puede depender del tipo de variable o asociarse a una alarma ya sean de tipo Discreto o Analógico
	Analog	
	Discrete Alarm	
	Analog Alarm	
Location	Vertical	Permite modificar la posición del Objeto
	Horizontal	
Value Display	Discrete	Se utiliza para visualizar un valor discreto, analógico o alfanumérico.
	Analog	
	String	
Text Color	Discrete	Puede cambiar de color el texto. Este cambio de color puede depender del tipo de variable o asociarse a una alarma ya sean de tipo Discreto o Analógico
	Analog	
	Discrete Alarm	
	Analog Alarm	
Percent Fill	Vertical	Permite asociar un registro tagname a una barra gráfica
	Horizontal	

(Logitek S.A., 2011)

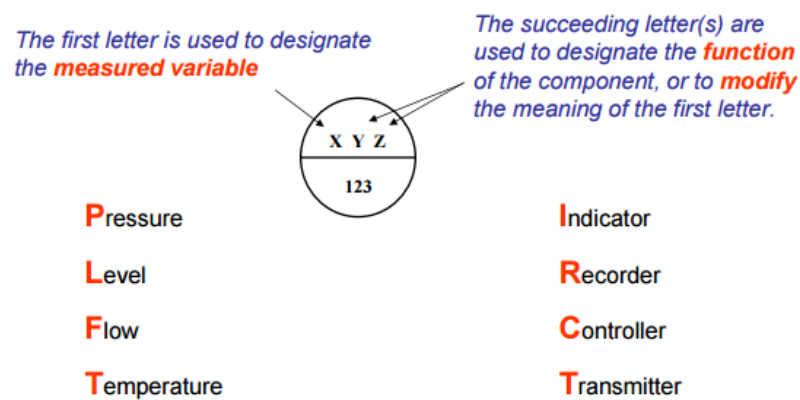
## **2.7. SMC- ARCHESTRA SYSTEM MANAGEMENT CONSOLE**

System Management Console es un complemento de Wonderware-Intouch, el cual es instalado simultáneamente y permite la comunicación y transferencia de datos ya sea Serial, Gateway y TCP. Funciona como un servidor mediante el cual gestiona el tráfico de datos desde PLC o DCS y Presenta en WindowViewer. La misma que se configura acorde a los parámetros establecidos en la aplicación creada en Intouch.

## **2.8. PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM (P&ID)**

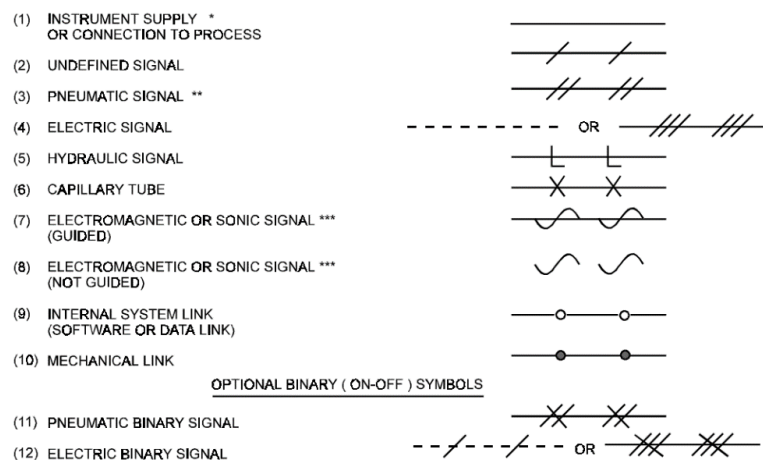
Las empresas tanto metalúrgicas, químicas, petroleras, etc. poseen Diagramas de Flujo de Procesos para que los operarios controlen en proceso adecuadamente. Sin embargo en la actualidad se definen los planos de tubería e instrumentación más conocido por sus cifras en inglés como Pipping and Instrument Diagram (P&ID) que a pesar de proporcionar información del flujo de proceso, también generará información de los equipos involucrados en el mismo. Para ello se basan en normas establecidas como la PIP (Process Industry Practices), ISA (Insdustry Standard Architecture), ISO (International Organization for Standardization) y DIN (Deutsches Institut fur Normung); las

mismas que se encuentran en la mayoría de los software para la creación de planos como Autocad P&ID. Las empresas o industrias adoptan dichas normas acorde a sus necesidades, generando un solo lenguaje de símbolos que podrá ser leído y analizado por técnicos relacionados en la rama de ingeniería (Figura 6). La norma ISA es utilizada con más frecuencia, y su simbología está basada en *ISA Standard S5.1 Instrumentation Symbol Specification*; en ella se podrá visualizar caracteres alfanuméricos (Tags) que brindan toda la información del equipo y líneas intermedias que especifican si el instrumento es accesible, no accesible y cerrado al operador.















**Figura 6.** Etiquetas de Instrumento en planos P&ID - Norma ISA.  
 (Gutiérrez, 2014)

La unión o seguimiento de procesos también está normado bajo símbolos, los cuales brindan mayor información del tipo de instrumento localizado en el campo o accionamiento del mismo como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Símbolos de línea para instrumentos.  
 (Norma ISA-S5,1992)

Los equipos o instrumentos se muestran en la figura 8, cabe recalcar que dentro de ellos se podrá introducir Tags que sirvan de identificación del mismo. La tabla de códigos de identificación de equipos se encuentra en Anexo 1, en la cual se representa los instrumentos con caracteres alfanuméricos. Cabe mencionar que la simbología presentada es base para cualquier proceso, pero las empresas pueden modificar o usar los símbolos acorde a sus necesidades.

	PRIMARY LOCATION *** NORMALLY ACCESSIBLE TO OPERATOR	FIELD MOUNTED	AUXILIARY LOCATION *** NORMALLY ACCESSIBLE TO OPERATOR
DISCRETE INSTRUMENTS	1 * IP1** 	2 	3 
SHARED DISPLAY, SHARED CONTROL	4 	5 	6 
COMPUTER FUNCTION	7 	8 	9 
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL	10 	11 	12 

**Figura 8.** Instrumentos Generales o Función de Símbolos.  
(Norma ISA-S5, 1992)

## 2.9. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

A medida que aumentan la complejidad de los sistemas mecánicos, eléctricos, químicos, etc. el operador ya no tiene la suficiente capacidad de realizar procesos por sí mismo, por tal motivo las empresas buscan la forma de automatizar sus procesos mediante PLC (Controlador Lógico Programable), que son dispositivos capaces de procesar y memorizar variables físicas en nuestro proceso y realizar determinadas acciones. Existen los modelos compactos y modulares y su principal diferencia radica en que los modulares tienen la capacidad de ampliar sus prestaciones simplemente añadiendo elementos sin modificar los elementos ya existentes, siempre y cuando la capacidad del PLC lo permita.

Para la programación del mismo posee tres tipos de lenguajes que son:

- **AWL:** Lenguaje de lista de instrucciones (Estructurado)
- **KOP:** Lenguaje de Esquema de contactos (Ladder)



- **FUP:** Lenguaje de diagrama de funciones (Bloques o Compuertas Lógicas)

Las grandes industrias o con procesos bastante complejos manejan PLC`s modulares los cuales poseen módulos de: Alimentación, CPU, entradas y salidas digitales, entradas y salidas analógicas, comunicaciones serial, comunicación Ethernet, salidas de Relé, etc. Para el presente proyecto se enfocará en la marca Schneider Electric (Figura 9), el cual posee gran variedad de productos desde lo más simple (Zelio) que son salidas de Relé, hasta los más sofisticados (Quantum) que son de gran capacidad de procesamiento y memoria.



**Figura 9.** PLC Modicon Quantum.  
(Schneider Electric, 2016)

## 2.10. CABLES DE COMUNICACIÓN

A nivel industrial es importante la comunicación de sensores, actuadores y controladores. Para ello existen fabricantes que invierten gran capital en el desarrollo de nuevas tecnologías, con ello se logra una menor capacitancia en el cable y mayor protección electromagnética producto de perturbaciones externas. También deben soportar temperaturas de hasta 70°C, aunque existen cables que pueden soportar temperaturas más altas, dependiendo el ambiente industrial al que está destinado; se incluyen también características como la no propagación de la llama basada en normas UNE-EN60332-1.

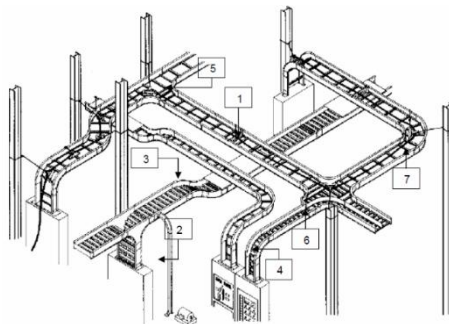
Cuando existen cables que contengan más de un par, es necesario la protección individual; al ser portador de señales analógicas debe poseer aislamiento cada cable mediante cinta de aluminio-poliéster. La selección del cable de instrumentación deberá ser acorde al número de hilos que necesita la comunicación y el ambiente al cual se somete.

## 2.11. CANALETAS PORTA CABLE

Es un sistema conformado por varios elementos metálicos como el aluminio con medidas y formas estandarizadas que en conjunto forma una estructura sólida (Figura 10), capaz de soportar cables destinados para alimentación o comunicación de dispositivos en campo u oficina. La instalación al igual que el tendido de cable no representa dificultad alguna. Para la selección de canaletas se debe considerar el lugar y condiciones climatológicas, por ello la mejor elección son bandejas porta cables de aluminio tipo escalerilla, ya que posee: menos costo, menor peso, fácil manipulación e instalación. En el mercado se puede encontrar bandejas con altura de 2, 4 o 6 pulgadas, con un ancho entre 6 y 36 pulgadas. Esto será determinado bajo la norma NEC artículo 318, el cual especifica que el ancho de la bandeja no deberá ser menor a 1.2 veces la suma de todos los diámetros externos de los cables. La forma de transportar, almacenar y realizar conexiones de bandejas se encuentra en la norma NEMA VE 2-2000.

### 2.11.1. ELEMENTOS DE CANALETAS PORTA CABLES

1. Bandeja tipo escalerilla
2. Bandeja tipo ducto
3. Codo o curva vertical interior 90°
4. Codo o curva vertical exterior 90°
5. T horizontal 90°
6. Reducción
7. Codo o curva horizontal 90°



**Figura 10.** Partes de canaleta tipo escalera.

(MVXTROM, 2014)

## **2.12. ACTUADORES ELÉCTRICOS**

“Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, hidráulica y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza del actuador se denomina: neumático, hidráulico o eléctrico”. (Vildósola E, 2010).

En los inicios de la era de la industria, todo proceso era controlado por operadores, con la necesidad de automatizar procesos y el avance de tecnología se obtuvo actuadores controlados automáticamente. En la actualidad se poseen actuadores lineales (función similar a un pistón), y actuadores rotatorios (función similar a la de un motor eléctrico).

El funcionamiento de un actuador rotatorio debe poseer la restricción del ángulo máximo de rotación. Los más conocidos son actuadores de cuarto de vuelta y multivuelta el cual posee un eje de tornillo y requiere de múltiples giros para su accionamiento total.

### **2.12.1. ACTUADOR IQT**

Los actuadores Rotork IQT son actuadores de accionamiento de cuarto de vuelta, los cuales son elegidos acorde al par de torsión que ejerce el mismo (125, 250, 500, 1000, 2000 [Nm]). permitiendo hasta 60 operaciones por hora.

Rotork con su experiencia se enfoca en el aislamiento de su equipo, es decir en la protección del entorno ya sea este: húmedo, volátil, sumergido, frío extremo, etc. Motivo por el cual Rotork pone a disposición variedad de protecciones, acorde a las necesidades del proceso del cliente.

Protecciones:

- ✓ Rotork posee “Syncrophase” el cual previene daños en el actuador al tener daños en el cableado de alimentación o conexión incorrecta, con el cual el

actuador IQ (3 fases) funcionará adecuadamente.

- ✓ Los actuadores girarán siempre en el sentido correcto sea cual sea la configuración de conexión de las fases.
- ✓ Monitoreo constante de las tres fases de alimentación ante sobrecalentamiento, con ello si existe la posibilidad de pérdida de una o más fases se evita la activación de los contactares.
- ✓ Si existe atasco en la válvula, el actuador previene el sobrecalentamiento mediante un circuito lógico al no energizar el motor después de siete segundos de no existir movimiento en la válvula.
- ✓ Cada actuador posee dos Termostatos embebidos en las bobinas del transformador y toroide, protegiendo la integridad del motor.
- ✓ En cada encendido del actuador, este realiza una comprobación de todos sus sistemas, con el fin de garantizar un funcionamiento adecuado, y en caso de existir una falla, este despliega un mensaje en el Display incorporado en el mismo.
- ✓ Cuando el actuador se abre y cierra sin un tiempo de espera, este disminuye las corrientes para evitar daños en engranes.
- ✓ El funcionamiento del actuador a 60 [Hz] trifásico – bifásico funcionara con los siguientes voltajes sin alterar su operación:

200, 208, 220, 240, 240, 380, 400, 440, 460, 480, 575, 590, 600, 660, y 690  
[Voltios]

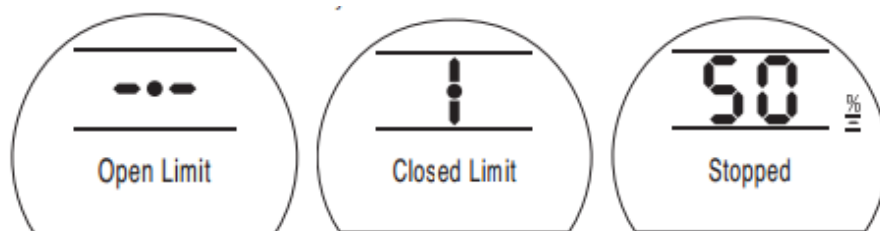
### **2.12.2. CONTROL DE ACTUADOR**

Rotork posee el software Insight que permite la configuración de todos los parámetros del actuador, también existe la posibilidad de modificar parámetros mediante “Setting Tool Pro”, que es un control remoto que se comunica mediante señal infrarroja con el actuador, en el cual se podrá configurar: límites, velocidad de comunicación, Aux 1-4, ESD, Dirección de comunicación, etc. Setting Tool Pro nos permitirá el control del actuador mediante su Display, el cual posee 8 componentes como se muestra en la figura 11.



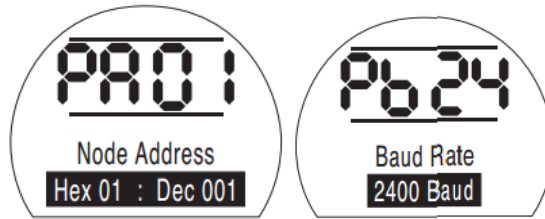
**Figura 11.** Partes de Display de actuador IQT.  
(Rotork, 2014)

1. **Monitor de posición:** Posee configuración de Display de siete segmentos, mediante el cual mostrará la información de posición.
2. **Monitor de Texto:** Posee dos líneas de dieciséis caracteres destinado para información
3. **Led Infrarrojo:** Led receptor infrarrojo
4. **Led's Indicadores:** Led amarillo de advertencia de operación, y led Verde y Rojo para cerrado y abierto respectivamente.
5. **Icono de Alarma:** Se mostrará ante cualquier fallo existente en el actuador eléctrico.
6. **Icono de Batería:** Indicador de Bajo voltaje en Batería.
7. **Icono IR:** Indicador de comunicación mediante infrarrojo
8. **Icono de porcentaje de apertura:** Se mostrará cuando se ejecute la acción de apertura o cierre del actuador como se muestra en la figura 12.



**Figura 12.** Ejemplos de lectura de Display.  
(Rotork, 2014)

Para el caso de comunicación de bus de campo propio de Rotork (Pakscan), Existen dos parámetros a configurar dentro del actuador (Figura 13), que son el número de unidad de campo (Node Address) y la tasa de transferencia de datos (Baud Rate).



**Figura 13.** Configuración Pakscan en Display.  
(Rotork, 2014)

## **2.13. EQUIPO MASTER STATION**

Pakscan 3 posee una Master Station, la misma que es responsable por generar el lazo de corriente y puede tener dos versiones que es simple o doble (Hot Standby) o más conocido como modelo redundante dividido en lado A y B.

### **2.13.1. CONECTORES DE LA MASTER STATION**

#### **2.13.1.1. Conectores para comunicación Ethernet**

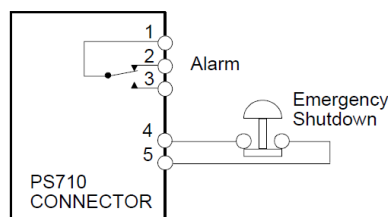
La Master Station posee dos conectores RJ45 en el lado A y dos más en el lado B, denominados Puerto3 y Puerto4. También posee un conector RJ45 tanto para lado A como para el lado B, usado para conexión a computadora para visualizar, diagnosticar y configurar tanto la Master Station como los actuadores.

#### **2.13.1.2. Alimentación de Master Station**

Cada módulo de la Master Station posee alimentación independiente los cuales soportan desde 85 a 263 [VAC] y de 47 a 63 [Hz]. Internamente posee protección con fusible de 250 [V] 1 [A], y una conexión externa de alimentación de 24 [VDC].

### 2.13.2. CONECTOR SALIDA DE ESD (EMERGENCY SHUTDOWN)-ALARMA

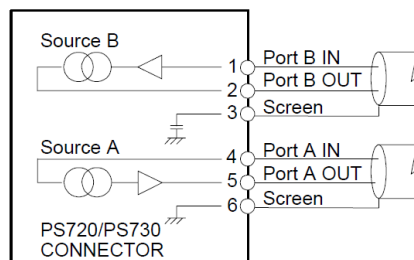
Posee un terminal extraíble (Socket) donde los pines 1, 2 y 3 son destinados a la alarma y los pines 4 y 5 son un contacto abierto para ESD (Figura 14), por lo cual se deberá puentear con un cable con terminales de punta para que esta se mantenga inactiva, o colocar un pulsador NC (normalmente cerrado) para los operadores activen en caso de emergencia. Para el presente proyecto no será necesario la implementación del pulsador mencionado.



**Figura 14.** Conector ESD y Alarmas.  
(Master Station – Technical Manual, 2009)

#### 2.13.2.1. Conectores de lazo de corriente

La Master Station posee un terminal extraíble en el caso de versión simple y tres en el caso de versión Hot Standby, es decir uno para lado A y lado B, el último está ubicado en el módulo de KeySwitch el cual es usado para versión en Redundancia. Master Station posee la cualidad de emitir 2 lazos de corriente (Pakscan II) ya sea por PuertoA (lado A) o PuertoB (lado B), por consiguiente el terminal existe 6 pines de los cuales 1 y 2 serán destinados para la entrada y salida del lazo de corriente emitido por PuertoB, pines 3 y 6 son destinados para la Pantalla del cable (Screen o Shield) de cada extremo del cable respectivamente y finalmente los pines 4 y 5 son destinados a la entrada y salida del lazo de corriente emitido por el PuertoA (Figura 15).



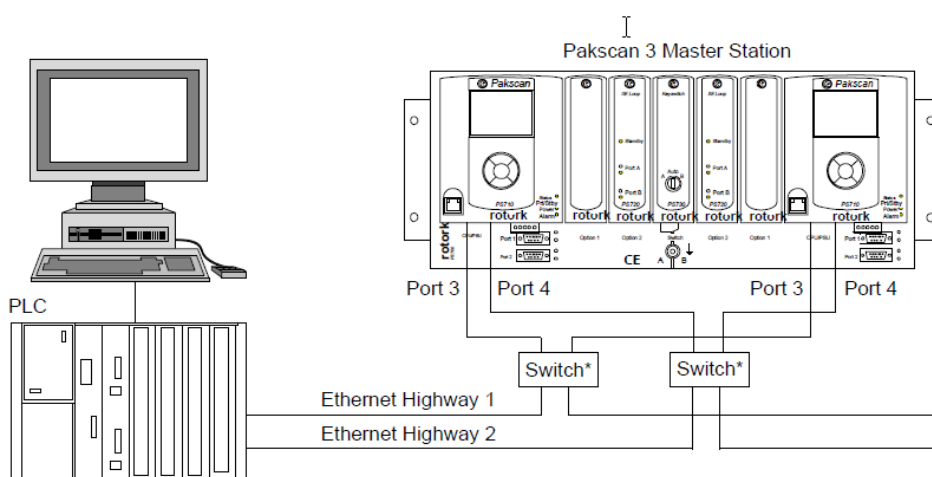
**Figura 15.** Conectores de lazo de corriente.  
(Master Station – Technical Manual, 2009)

### 2.13.3. COMUNICACIÓN ETHERNET

Master Station posee tres puertos para la comunicación Ethernet en la versión simple y seis puertos para la versión Hot Standby, estos están destinados dos para comunicación directa con computador para su configuración, y los cuatro restantes para comunicación con PLC o DCS con su respectiva redundancia, de los cuales se podrá tener control de toda nuestra red de campo. La principal configuración para esta comunicación industrial será el determinar la IP de Master Station para trabajar en una red.

#### 2.13.3.1. Hot Standby para Conexión Ethernet

Para la comunicación Ethernet entre Master Station y el Host de control se usa puerto3 y puerto4, la opción Standby debe mantenerse activa, de esta manera existe redundancia de datos entre ambas CPU ya sea mediante puerto3 o puerto4, se puede conectar a dos diferentes Host mediante conexión punto a punto o a un mismo Host con redundancia mediante la implementación de un Ethernet Switch (Figura 16). Existe la posibilidad de mantener la misma dirección IP para lado A y lado B con la configuración Standby Passive o diferente con la configuración Standby Active.



**Figura 16.** Hot Standby para comunicación Ethernet.

(Master Station – Technical Manual, 2009)

Una vez configurado los valores de comunicación Ethernet se copiará automáticamente del Lado A hacia el Lado B y viceversa. Siempre y cuando



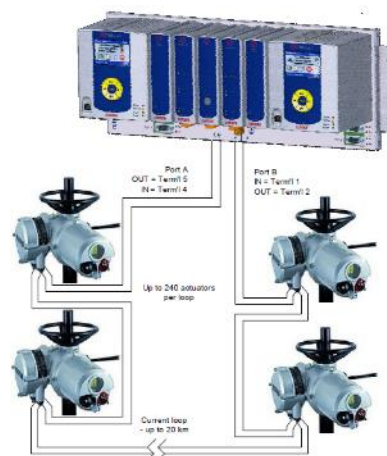
no se haya configurado la estación maestra para una doble IP.

## 2.14. LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN

Pakscan P3 es la última versión para red de control en actuadores Rotork, esta nos brinda tecnología de vanguardia en accesos remotos y facilidades sobre internet. La cual suministra un lazo de corriente proveniente del sistema Pakscan IIE. Mediante Pakscan P3 se puede conectar casi todos los actuadores que posee la marca, para ello todos los actuadores se han basado en un solo estándar.

### 2.14.1. RED PAKSCAN EN CAMPO

El lazo de corriente en campo debe ser cableado y conectado correctamente hacia la Master Station, teniendo en cuenta los valores de resistencia y capacitancia del mismo al final de las conexiones, ya que se deberá configurar la velocidad de transmisión en dependencia a los valores probados insitu. La velocidad de los actuadores deberán ser los mismos que los configurados para la Master Station, ya que de lo contrario empezará a existir conflictos y fallas de comunicación entre el maestro y los esclavos. El lazo de comunicación soporta hasta de 240 actuadores por lazo a una distancia máxima de 20 [Km] sin necesidad de repetidoras. La arquitectura de la Red Pakscan se muestra en la figura 17.



**Figura 17.** Red Pakscan P3.  
(Master Station – Technical Manual, 2009)

## **2.14.2. COMPROBACIÓN DE LAZO**

### **2.14.2.1. Continuidad de Lazo**

Una vez que finalice la conexión de los actuadores y estén apagados, comprobar continuidad en los núcleos de los cables y medir su resistencia.

### **2.14.2.2. Continuidad de Screen o Shield**

Asegurarse que Screen este aislado de los núcleos de los cables de comunicación y correctamente conectados a tierra, esto es muy importante para el rendimiento del sistema.

### **2.14.2.3. Capacitancia de Cable**

La capacitancia entre núcleos de los cables de comunicación es crítica, ya que la capacitancia que presente el sistema dependerá la velocidad de transmisión, de no tener en cuenta este dato presentará mala comunicación o falla de comunicación en el peor de los casos.

### **2.14.2.4. Máxima Velocidad de Lazo de Corriente**

La velocidad de transmisión de datos mediante el lazo de corriente son definidos bajo los parámetros de capacitancia y resistencia que se obtenga de la red de actuadores conectados, estos valores de C (Capacitancia) y R (Resistencia) dependen del número de unidades y distancia del cableado; el fabricante define una capacitancia de 2,2 [nF] por cada actuador aproximadamente. En la tabla 5 el fabricante Rotork nos presenta la velocidad en función de R y C. Posteriormente se muestra en la figura 18 la conexión de los actuadores y la Master Station en la Red Pakscan.

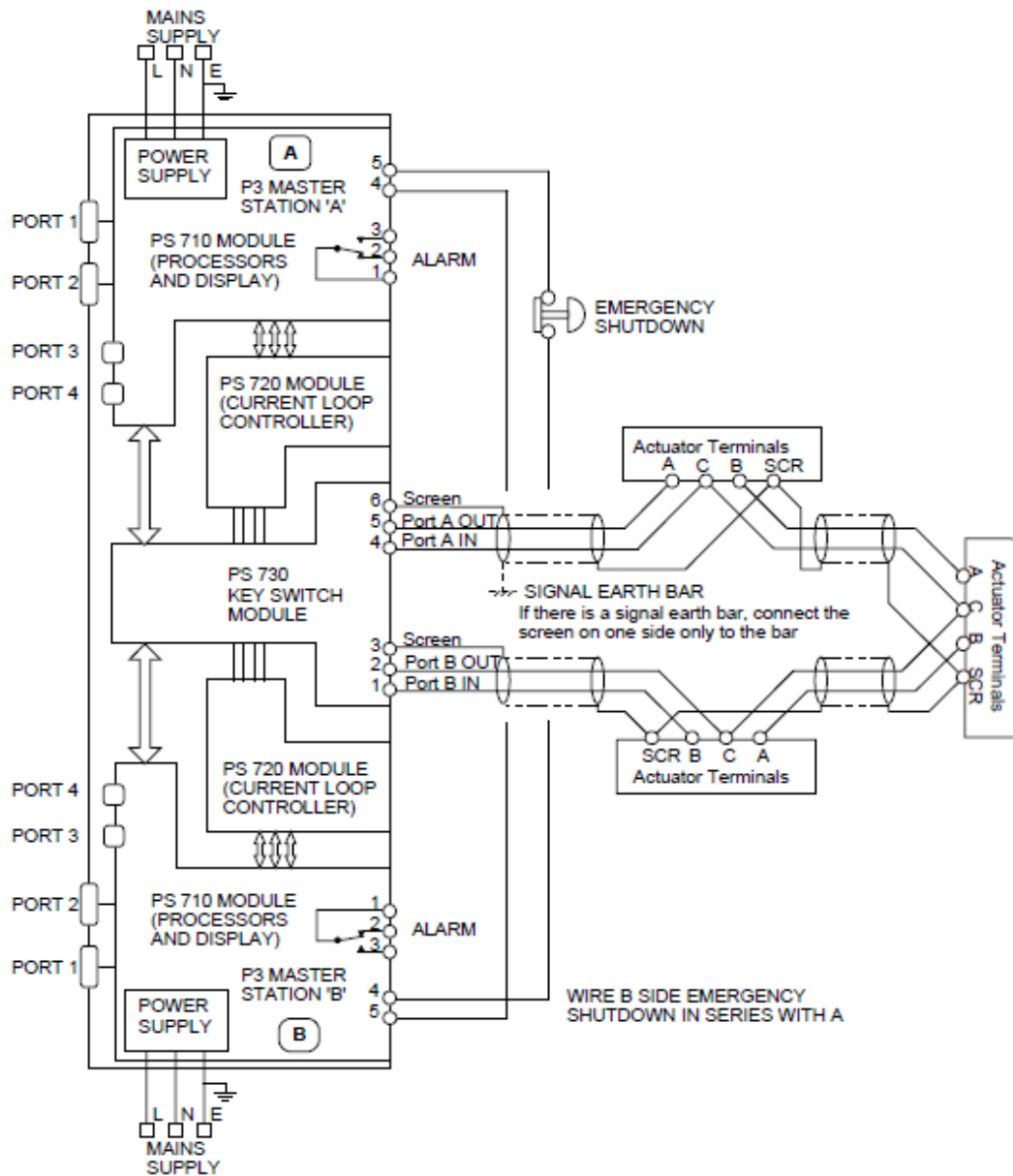
Es indispensable el medir capacitancia y resistencia al final de la conexión de todos los equipos, con la finalidad de tener el dato real en campo.

**Tabla 5.** Velocidad de dato en función de Resistencia y Capacitancia.

BAUD RATE	Rmax (ohms)	Cmax (uF)
110	500	4.5
300	500	2.1
600	500	1.54
1200	500	0.6
2400	500	0.3

(Master Station – Technical Manual, 2009)

### 2.14.3. CONEXIÓN DE LAZO PAKSCAN



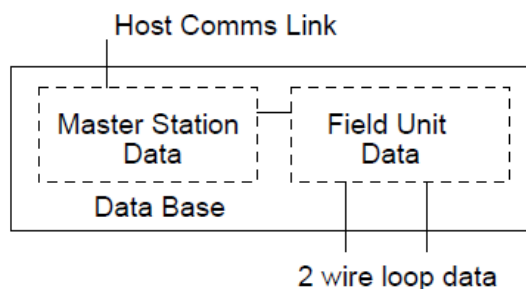
**Figura 18.** Diagrama de bloques del lazo de corriente Pakscan P3.

(Master Station – Technical Manual, 2009)

## 2.14.4. MODBUS RTU SERIAL AND TCP/IP

### 2.14.4.1. Interpretación de Datos

Para la interpretación de datos que organiza y presenta Pakscan P3 obtenido por su lazo de corriente, puede ser adquirido por un Host a través de los distintos tipos de comunicaciones ya presentados. Los registros relevantes y detalle de los mismos se presentarán posteriormente. Se gestionará la lectura y escritura de los bits o registros emitidos desde la Master Station, la cual posee una base de datos inicial de todos los actuadores conectados en la red de campo; razón por la que el fabricante, por motivos de optimización, realiza el barrido de información del lazo de corriente emitiendo los datos que cambian, por lo cual reduce el tráfico de datos en el sistema (Figura 19).



**Figura 19.** Segregación de base de datos.  
(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

El equipo se divide en Master Station: Física (Equipo Master Station-responsable del lazo de corriente) y Lógica (Conexión de hasta cuatro Fuentes lógicas); Para la conexión lógica se usan dos protocolos: GENÉRICO y Honeywell EPLCG.

### 2.14.4.2. Especificación Modbus

El protocolo Modbus soporta dos formas de acceso de datos discretos (bits) o direcciones de registros. La función de código determinará cual forma de direccionamiento será usado. La velocidad de respuesta del protocolo Modbus depende de la tasa de transmisión siendo el periodo máximo entre pregunta y

respuesta de 100.00 [ms]; para cada velocidad el tiempo de respuesta se presenta en la tabla 6.

**Tabla 6.** Tiempo de Respuesta según Velocidad de Transmisión de Datos.

Baud Rate	Time between request and response [ms]
2400	16.00
4800	8.00
9600	4.00
19200	2.00
38400	1.75
57600	1.75
115200	1.75

(Master Station – Technical Manual, 2009)

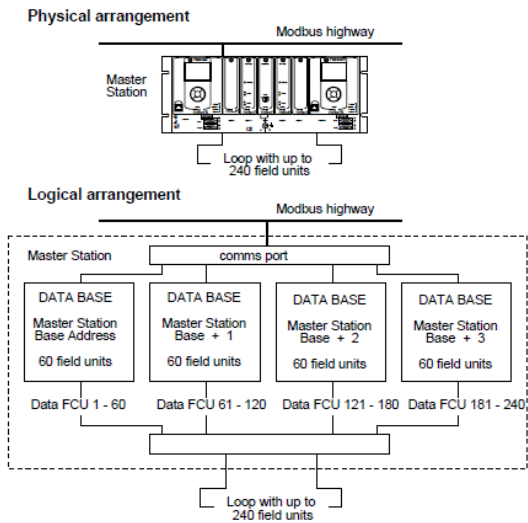
El protocolo Genérico para la comunicación Modbus posee acceso a todos los bloques y accesos y es la elección más flexible para comunicación o la recomendada por el fabricante; existe también el protocolo Honeywell EPLCG que fue adaptado para obtener todos los bloques y parámetros de información debido a compatibilidad con equipos.

En la Master Station se tiene que definir cuál protocolo de comunicación se utilizará ya que la principal diferencia entre los dos protocolos es en el escalamiento de los datos análogos. El protocolo Genérico la transferencia de la información es de 16-bits en cada registro y EPLCG usa 12-bits.

#### **2.14.4.3. Direcciones Modbus**

El primer byte de todas las tramas de mensajes Modbus es el byte de dirección, Modbus soporta 248 direcciones, de los cuales el valor de cero se asigna siempre para los mensajes de emisor. Cada Master Station está configurado con una dirección Modbus base, en la que se gestiona la conexión de las 274 direcciones o dispositivos conectados. El lazo de comunicación Pakscan P3 responde entre una y cuatro direcciones lógicas Modbus, a pesar que físicamente sea una vía única de 240 actuadores. Cada unidad lógica soporta 60 unidades de campo (Figura 20).

La organización de las direcciones lógicas se muestra a continuación:



**Figura 20.** Arreglos Físicos y Lógicos de la Master Station Pakscan P3.  
(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

**Tabla 7.** Organización de Direccionamiento Modbus.

Field Unit Address	Number of Modbus Addresses Master Station Responds To	Modbus Address
1 to 60	1	Base
61 to 120	2	Base + 1
121 to 180	3	Base + 2
181 to 240	4	Base + 3

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

Como ejemplo se puede exponer los siguientes casos:

- La unidad 5 en campo se accede como la unidad 5 en dirección Modbus.
- La unidad 61 en campo se accede como la unidad 1 en dirección Modbus Base+1.
- La unidad 165 en campo se accede como la unidad 45 en dirección Modbus Base+2.

#### 2.14.4.4. Códigos de función y error

Para la lectura de las funciones de código dependen si el dato se debe leer por bits o en conjunto de los 16 bits en el caso de protocolo GENÉRICO. Como

ejemplo el código 01 lee un dato discreto (bit), mientras que el código 03 lee el mismo dato pero mediante registros (16 bits), Como conclusión los datos discretos y registros leen el mismo dato.

#### **2.14.4.5. Descripción de la Función de Códigos**

- ✓ **Función de Código 01 – Leer estado de Master Station (bits):** Esta función permitirá la lectura de valores discretos (bit) de la base de datos obtenidos en la Master Station.
- ✓ **Función de Código 02 – Leer Estado de FCU (bits):** El acceso a cada dispositivo de campo depende estrictamente de los cuatro arreglos lógicos para la base de datos en la Master Station, usando el protocolo Modbus.
- ✓ **Función de Código 03 – Leer Estado de Master Station (Registros):** Utilizado para leer registros de 16 bits, desde la Master Station.
- ✓ **Función de Código 04 – Leer Estado de FCU (Registros):** Utilizado para leer el estado de los actuadores en formato de 16 bits, desde la base de datos de la Master Station, mismo formato que código 03.
- ✓ **Función de Código 05 y 06 – Escribir en una sola bobina o Registros de salida:** Son usados cuando los datos necesitan ser escritos en la Master Station para acciones en los actuadores eléctricos (Abrir, Cerrar, Stop, ESD), o en la Master Station como la aceptación de alarmas. El cálculo de la dirección del registro será el mismo al utilizar tanto el código 05 como el código 06. Tácitamente datos de 16 bits.
- ✓ **Función de Código 08 – Test de Diagnóstico de Loopback:** Realiza el diagnostico entre Host y la Master Station.
- ✓ **Función de código 15 y 16 – Escribir múltiples salidas:** Realiza la escritura para de uno o más bits para la Master Station o para FCU's.
- ✓ **Función de código 17 – Reporte de ID del esclavo:** conteo de byte de campo, ID del esclavo.
- ✓ **Error Código 01, 02 y 03:**
  - ✓ Código de Error 01: Cuando el mensaje no es soportado por la Master Station o en su defecto el tamaño del mensaje o registro es incorrecto.

- ✓ Código de Error 02: Se determina este error cuando la dirección del dato es ilegal; también se presentará un error cuando el número de bobinas o registros excedan de 30; y cuando el registro o bit se escribe más de una vez.
- ✓ Código de Error 03: Este error se presentará cuando la Master Station no tiene suficiente procesamiento al emitir más de 30 sentencias al mismo tiempo sin espacio libre entre transacciones.

#### 2.14.4.6. Organización de datos

Los datos obtenidos por la Master Station está organizada mediante Bloques y Parámetros, estos parámetros poseen 16 bits de datos. En total existe 32 Bloques con 8 Parámetros asociados para la Master Station y el mismo número de bloques y parámetros para cada dispositivo en el lazo de corriente.

#### 2.14.4.7. Fórmulas para direcciones de registros y discretas

Las siguientes fórmulas permite conocer direcciones de los registros y datos discretos, para lo cual se debe seleccionar la Unidad de Campo, Bloque, Parámetro y bits que van a ser usados en la ecuación.

$$\begin{aligned} \text{Direccion Modbus} &= \text{Master Station Base Address (1 a 60 Uni. de Campo)} \\ &= \text{Master Station Base Address} + \text{offset (+60 Uni. de Campo)} \end{aligned}$$

- ✓ **Función código 01:** Leer Estado de Master Station por bits.

$$\text{Inicio de Discreta} = (128 \times B) + (16 \times P) + D \quad [1]$$

- ✓ **Función código 02:** Leer Datos de FCU por bits (Aplica de blq 0 a 7)

$$\text{Inicio de Discreta} = (7680 \times P) + (960 \times B) + (16 \times [N - 1]) + D \quad [2]$$

- ✓ **Función de código 03:** Read Master Station Status por Registros.

$$\text{Inicio de Registro} = (8 \times B) + P \quad [3]$$

- ✓ **Función de código 04:** Leer datos por registros de FCU.

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1) \quad [4]$$



- ✓ **Función de código 05 o 15:** Escribir en Master Station un bit o múltiples bits.

$$\text{Inicio de Bobina} = (8 \times B) + P \quad [5]$$

- ✓ **Función de código 05 o 15:** escribir en FCU un bit o múltiples bits.

$$\text{Inicio de Bobina} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1) \quad [6]$$

- ✓ **Función de código 06 o 16:** Escribir en Master Station un registro o múltiples registros.

$$\text{Inicio de Registro} = (8 \times B) + P \quad [7]$$

- ✓ **Función de código 06 o 16:** Escribir en FCU un registro o múltiples registros.

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1) \quad [8]$$

Dónde:

N = Dirección de FCU

B = Número de Bloque

P = Número de Parámetro

D = Número de Bit dentro del parámetro (Registro)

La Master Station considera a bobinas y registros sin distinción. Existe compensación con el protocolo Modbus, es decir a la dirección calculada es sumado un offset que se determina en la tabla 8 para todas las funciones de código ya establecidas:

**Tabla 8.** Offset según Código de Función.

Función de Código	Offset a ser sumado al resultado de fórmula
01	1
02	10001
03	40001
04	30001
05	1
06	40001

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

Ejemplo: Si el bit de dirección a ser leído es 1920; Use la función 02 y sumar

10001 para compensarlo y nuestro resultado final será: 11921. Calcular la dirección del bit 5 de la Master Station, usando el código 05 se debe sumar 1 al resultado por compensación, el cual nos dará resultado de 6.

Es indispensable entender que el manejo de varios registros es más eficiente que el manejo de señales discretas en una transacción que posee varios datos a leer o escribir.

La master Station actualiza automáticamente las alarmas de los actuadores y las acepta en la actualización de datos, pero las Unidades de Campo quedan con alarma de estado para advertencia al operador de que se modificó algún parámetro; para ello es necesario aceptar las alarmas de las unidades de campo a través del bloque 0 y parámetro 5 (tener en cuenta offset).

Los bits previamente seleccionados serán los más relevantes para el presente proyecto, a fin de maximizar la información sin sobrecargar la misma.

#### 2.14.4.8. Bloques y parámetros

**Tabla 9.** Bloque 2 – Digital Input Block (Función de Código 02,03 o 04).

<b>Parameter 0</b>	<b>Read/Write</b>	<b>Discrete Labels</b>	<b>Key to Digital Input Labels</b>
Bit 0	Read Only	AUX 1	Aux Input 1
Bit 1	Read Only	AUX 2	Aux Input 2
Bit 2	Read Only	OAS	Open limit switch
Bit 3	Read Only	CAS	Close limit switch
Bit 4	Read Only	STOP	Actuator stopped in mid travel
Bit 5	Read Only	MOVE	IQ/IQT valve moving
Bit 6	Read Only	MRO	Motor running open direction
Bit 7	Read Only	MRC	Motor running close direction
Bit 8	Read Only	AUX 3	Aux Input 3
Bit 9	Read Only	AUX 4	Aux Input 4
Bit 10	Read Only	LBON	Loopback on
Bit 11	Read Only	NALRM	New alarm flag
Bit 12	Read Only	ALRM	Any alarm present on this FCU
Bit 13	Read Only	BATT	Battery low indication
Bit 14	Read Only	R	Reserved for internal or future use
Bit 15	Read Only	R	Reserved for internal or future use

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

**Tabla 10.** Bloque 3 – Bloque de Alarmas (Función de Código 02, 03 o 04).

Parameter 0	Read/Write	Discrete Labels	Key to Digital Input Labels
Bit 0	Read Only	MEMF	RAM/ROM failure
Bit 1	Read Only	COMMS	Comms fail
Bit 2	Read Only	LOCAL	Actuator not in remote control
Bit 3	Read Only	POWR	Power on reset
Bit 4	Read Only	WDOG	Watchdog fail
Bit 5	Read Only	MREL	Monitor Relay
Bit 6	Read Only	THERM	Thermostat trip
Bit 7	Read Only	LSTOP	Local stop operated
Bit 8	Read Only	SFAIL	Start/Stop fail
Bit 9	Read Only	VOBS	Valve obstructed
Bit 10	Read Only	VJAM	Valve jammed
Bit 11	Read Only	AUXOR	---
Bit 12	Read Only	VTT	---
Bit 13	Read Only	R	Reserved for internal or future use
Bit 14	Read Only	MMOVE	Manual valve movement
Bit 15	Read Only	EOT	Motor running end of travel

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

**Tabla 11.** Bloque 4 – Bloque de entradas analógicas–Realimentación de Posición de válvula (Función de código 03 o 04).

Parameter	Read/Write	Protocol	0% (Hex)	100% (Hex)	0% (Dec)	100% (Dec)
0	Read Only	Generic	0x0000	0x7FFF	0	32767
0	Read Only	EPLCG	0x0000	0x0FFF	0	4095

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual. 2009)

**Tabla 12.** Bloque 14 – Torque instantáneo (Función de código 03 o 04).

Parameter	Read/Write	Protocol	0% (Hex)	120% (Hex)	0% (Dec)	120% (Dec)
0	Read Only	Generic	0x0000	0x7FFF	0	32767
0	Read Only	EPLCG	0x0000	0x0FFF	0	4095

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

**Tabla 13.** Bloque 6 – Bloque de salidas digitales (Escritura con Función de código 05, 15, 06 o 16).

Action	Parameter	Relay	Read/Write	De-energise Relay (Hex)	Energise Relay (Hex)
OPEN	1	2	Write Only	0x0000	Any non-zero value
CLOSE	3	1	Write Only	0x0000	Any non-zero value

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

**Tabla 14.** Bloque 0 – Datos solo de escritura.

<b>Action</b>	<b>Parameter</b>	<b>Relay</b>	<b>Read/Write</b>	<b>De-energise Relay (Hex)</b>	<b>Energise Relay (Hex)</b>
Accept Alarm	1	2	Write Only	0x0000	Any non-zero value

(P3 Pakscan Loop Driver-Technical Manual, 2009)

### **3. METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de este capítulo se aplicará la metodología del Modelo V para Mecatrónica, que se podrá realizar en 4 fases de la siguiente manera:

- ✓ FASE 1: Requerimiento y restricciones de la empresa.
- ✓ FASE 2: Diseño de Red
- ✓ FASE 3: Implementación y pruebas de red
- ✓ FASE 4: Protocolo de pruebas

### **3.1. FASE 1 - REQUERIMIENTO Y RESTRICCIONES DE LA EMPRESA**

El Terminal Beaterio de la EP PETROECUADOR en pro de su desarrollo y control de sus procesos, plantea los siguientes requerimientos y restricciones para el presente proyecto de titulación.

- ✓ Renovación total de actuadores en Tanques de Almacenamiento de combustible usando 8 actuadores IQT500, 16 actuadores IQT1000 y 16 actuadores IQT2000 con las siguientes características en común.
  - Torque Nominal de 500 – 1000 y 2000 [Nm].
  - Diagrama de cableado 6000-200-02 (Ver anexo 4 )
  - Alimentación de 480 VAC / 3 fases / 60[Hz]
  - Encerramiento FM Class 1 Div 1 Gr C & D, IP68
  - Tarjeta de comunicación Pakscan.
- ✓ Master Station Redundante (2 Unidades)
  - Pakscan P3 Hot Standby
  - Modelo de 120 canales
  - Voltaje de operación: 87 – 255 VAC, 60 Hz
  - Conexión de terminales atornillables
  - Lazo de corriente: 20[mA], 15[V] max. con protocolo Pakscan
  - Comunicación serial para protocolo Modbus RTU
  - Comunicación Ethernet para protocolo Modbus TCP/IP
- ✓ Conversion Kit – Pakscan (52 Unidades)  
Tarjeta de comunicación Pakscan MK2 para actuadores de patio de bombas.

- ✓ Canaletas  
Se necesita canaletas de aluminio que permita soportar los cables de alimentación e instrumentación y el análisis del dimensionamiento de los mismos.
- ✓ Cable de Instrumentación  
Se necesita un cable apantallado de dos núcleos con protección electromagnética para zona industrial que soporte hasta los 80°C.
- ✓ Cable de alimentación  
Los actuadores deberán poseer dos fases de alimentación y sus debidas protecciones eléctricas.
- ✓ Comunicación entre actuadores que proporcione mayor información y seguridad.
- ✓ Comunicación compatible con PLC existente en el cuarto de control de motores
- ✓ Evitar la caída de la Red de actuadores en caso de fallo de cable, ya sea por: corto circuito, corte de cable o contacto a tierra.
- ✓ Diseño de red de comunicación y alimentación para actuadores de Tanques de almacenamiento y Patio de bombas de despacho combustible.

### **3.2. FASE 3 - DISEÑO DE RED**

En esta fase se desarrollará las bases de información necesarias para el proyecto, es decir la elaboración de los planos: Eléctricos, P&ID, Recorrido Canaletas Portacables, Lazos de Comunicación Paksan para Tanques de Almacenamiento y Patio de Bombas Despacho, direcciones disponibles en PLC, cálculo de las direcciones Modbus, variables a declarar en Intouch y Host disponibles en la red para la asignación hacia los equipos.

Para el desarrollo del mismo se usará información de equipos registrados en el sistema MÁXIMO, que es un software en línea usado por el personal de EP PETROECUADOR para gestionar órdenes de trabajo y llevar un correcto inventario de los activos de la empresa. Se tomará dicha nomenclatura para

homogeneidad en las labores de operación y mantenimiento del Terminal Beaterio.

### 3.3. FASE 4 - IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE RED

Para el desarrollo del proyecto se realizó el montaje un tablero que servirá de laboratorio de pruebas. El mismo que tendrá los siguientes equipos indispensables para pruebas del lazo de comunicación (Figura 21):

- ✓ Actuadores eléctricos para pruebas (IQT 500, 1000 o 2000)
- ✓ Master Station (P3 Hot Standby)
- ✓ Backplane de 10 Slots (Quantum)
- ✓ CPU 140 CPU 434 12/U
- ✓ Módulo de comunicación 140 NOE 771 11
- ✓ Fuente CPS 114 10 115-230 VAC
- ✓ Fuente 24VDC – 20[A] Phaseo-940563
- ✓ ConneXium Managed Switch TCSESM083F2CU0
- ✓ Breakers para protecciones eléctricas.
- ✓ Cables par trenzado con conectores RJ45
- ✓ PC con software Unity Pro XL, Wonderware y ModScan.



**Figura 21.** PLC de campo & PLC de Laboratorio de Pruebas.



### **3.4. FASE 5 – PROTOCOLO DE PRUEBAS**

El protocolo de pruebas del presente proyecto incluirá:

- ✓ Pruebas de conexión de Red Industrial con todos los equipos y sus respectivas configuraciones. Los mismos se realizarán al inicio, durante y el final del proyecto.
- ✓ Pruebas de adquisición de datos en Unity Pro y ArchestrA durante toda la etapa de interconexión de equipos.
- ✓ La prueba de falla física del cable de instrumentación se realizará durante la adquisición de datos.
- ✓ Prueba de funcionamiento de todos los actuadores programados en HMI.

La validación del proyecto se realizará con la aceptación del personal técnico de la EP PETROECUADOR, verificando el cumplimiento de los alcances establecidos en el presente proyecto de titulación.

## **4. DISEÑO**

## 4.1. DISEÑO DE LA RED INDUSTRIAL

### 4.1.1. PLANOS P&ID

El desarrollo de los Planos P&ID del Terminal Beaterio, tendrá la simbología y nomenclatura propia de la empresa pero en base a la norma ISA. Las etiquetas y nombres serán correspondientes al sistema Máximo previamente descrito. Se tomará como ejemplo el tanque TNA-04, Esfera TNA-18, BMB06 (Gasolina Súper) y Brazos de carga 22 y 1 (Carga Ventral y Atmosférica respectivamente).

Los planos P&ID del Terminal beaterio se encuentran en el anexo 7 En la figura 22, 23, 24 y 25 se muestra un ejemplo del desarrollo de los planos P&ID con sus respectivas etiquetas desarrollados en el presente proyecto.

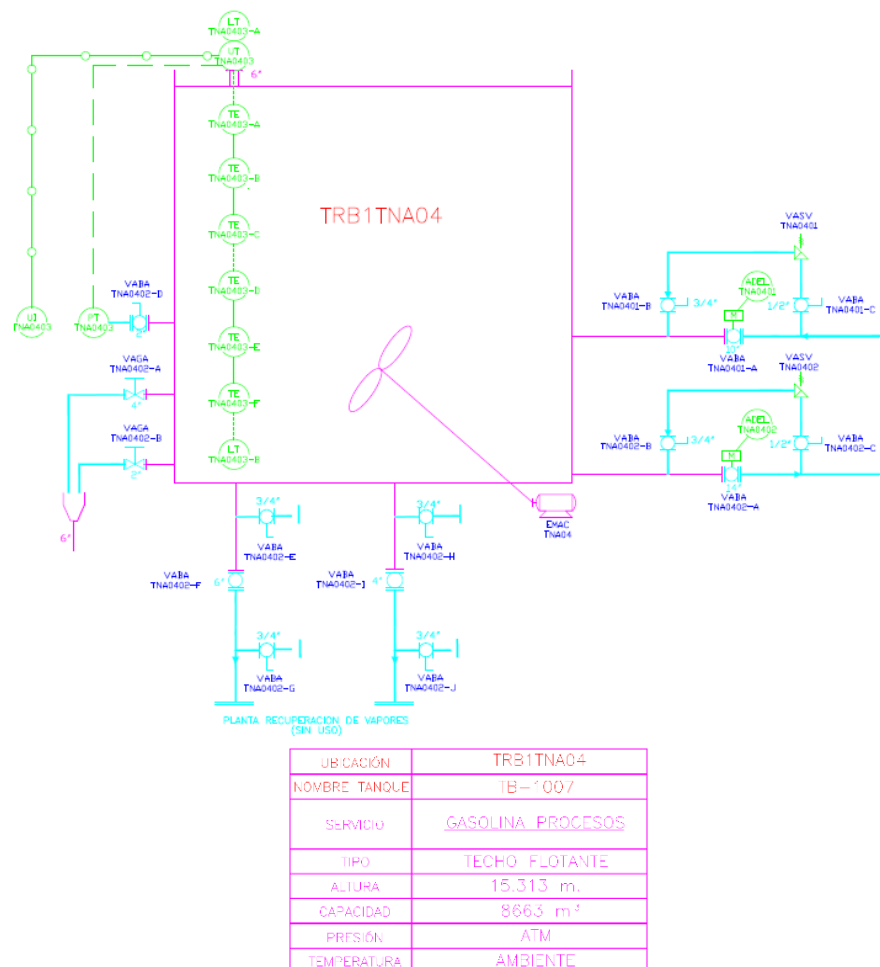


Figura 22. Plano P&ID de TRB1TNA04.

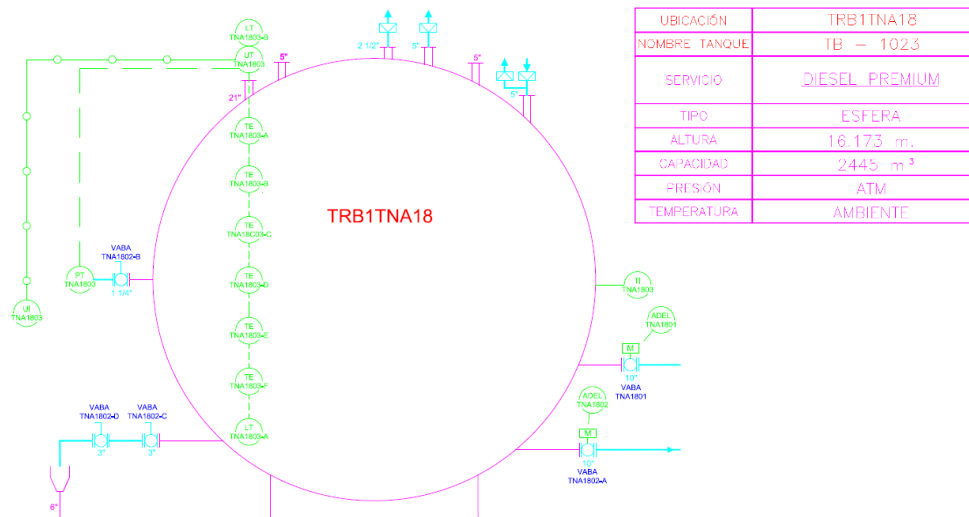


Figura 23. Plano P&ID de TRB1TNA18.

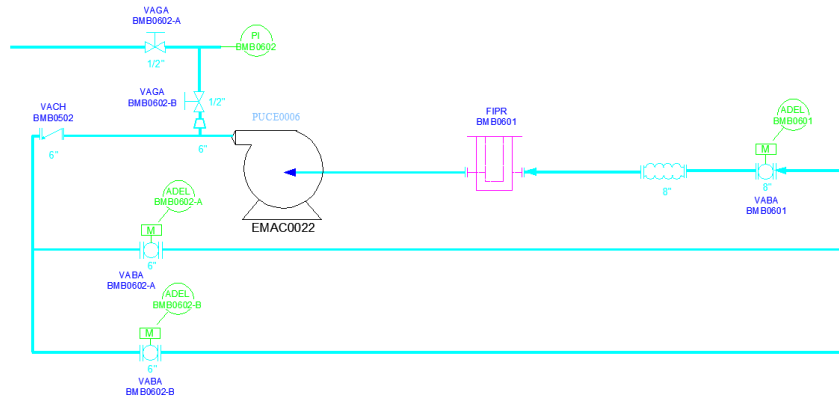


Figura 24. Plano P&ID de Bomba06-Super.

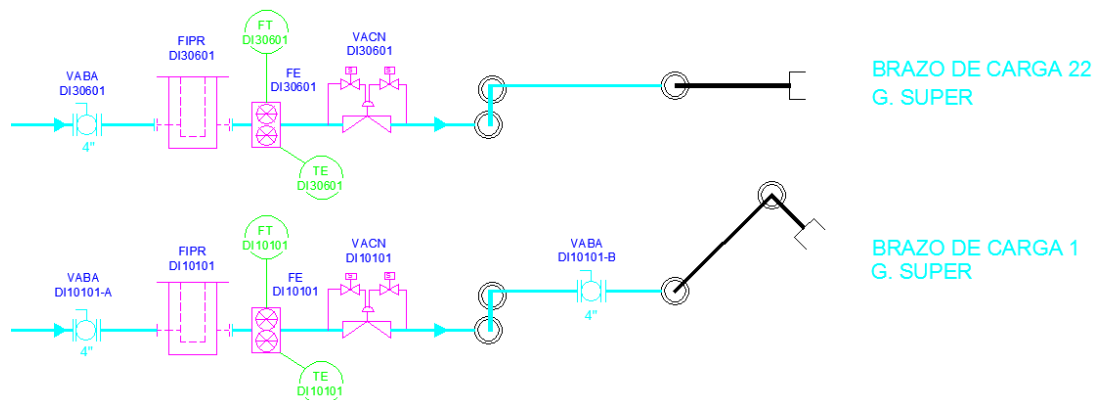


Figura 25. Plano P&ID de Brazo 1 (Atmosférico) y 22 (Ventral).

Donde:

✓ TNA                      Etiqueta para tanque o esfera.

✓ ADEL	Actuador eléctrico.
✓ VASV	Válvula de alivio o válvula de seguridad.
✓ EMAC	Motor eléctrico.
✓ VABA	Válvula tipo bola.
✓ VAGA	Válvula tipo compuerta.
✓ VACH	Válvula check.
✓ TI	Indicador de Temperatura analógico.
✓ UT	Radar de Nivel TankMaster.
✓ TE	Sensor de Temperatura (RTD).
✓ LT	Transmisor de Nivel.
✓ UI	Display RDU.
✓ PT	Transmisor de presión.
✓ FIPR	Filtro.
✓ PI	Indicador de Presión analógico.
✓ PUCE	Bomba centrífuga vertical.
✓ FT	Totalizador de Flujo.
✓ FE	Medidor de flujo Smith Mether.
✓ VACN	Válvula de control de flujo.

#### 4.1.2. PLANOS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Para el diseño de protecciones y cables de los actuadores eléctricos, se tomará en cuenta la potencia de los equipos, voltaje de operación y distancias. Los datos de Breakers, longitudes de Cable y dimensión del mismo se especifican en anexo 6. Los diagramas unifilares de protecciones eléctricas se encuentran descritos en el anexo 11 y la ubicación de los tableros de protecciones en anexo 8.

Cálculos de protecciones eléctricas y cables:

Las corrientes nominales de los actuadores vienen impresas en las placas de los actuadores eléctricos, de tal manera se obtiene lo siguiente:

$$In_{IQT500} = 0,9 [A] \quad In_{IQT1000} = 1,0 [A] \quad In_{IQT2000} = 1,1 [A]$$

A este valor se le sumará el 20% más debido al aumento del consumo durante la vida útil del motor, con lo cual obtendremos las siguientes corrientes nominales:

$$In_{IQT500} = 1,08 [A] \quad In_{IQT1000} = 1,2 [A] \quad In_{IQT2000} = 1,32 [A]$$

Posteriormente se procederá a sumar las corrientes de cada unidad de campo en cada tablero de protecciones, con la finalidad de tener el valor de corriente nominal total, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Sigma_{I(\text{tablero})} = & (\#unidades * In_{IQT500}) + (\#unidades * In_{IQT1000}) \\ & + (\#unidades * In_{IQT2000}) \end{aligned}$$

#### **Tablero -A2:**

$$\Sigma_{I(-A2)} = (5 * 1,08[A]) + (2 * 1,2[A]) + (3 * 1,32[A])$$

$$\Sigma_{I(-A2)} = 11,76 [A]$$

#### **Tablero -A3**

$$\Sigma_{I(-A3)} = (0 * 1,08[A]) + (6 * 1,2[A]) + (4 * 1,32[A])$$

$$\Sigma_{I(-A3)} = 12,48 [A]$$

#### **Tablero -A4**

$$\Sigma_{I(-A4)} = (1 * 1,08[A]) + (2 * 1,2[A]) + (7 * 1,32[A])$$

$$\Sigma_{I(-A4)} = 12,72 [A]$$

#### **Tablero -A5**

$$\Sigma_{I(-A5)} = (2 * 1,08[A]) + (6 * 1,2[A]) + (2 * 1,32[A])$$

$$\Sigma_{I(-A5)} = 12,0[A]$$

Cada tablero consume como máximo 12,72 [A], por lo cual la protección a estimar deberá poseer entre un 20% y 25% más por sobrecargas en el rotor.

$$\text{Breaker principal} = I_{n(-A4)} = 12,72 + 25\% = 15,9 [A] \approx 16[A]$$

El breaker secundario sebera ser de 5[A], debido a que es el valor máximo que consumen los contactos internos que posee los actuadores eléctricos. Para el dimensionamiento de cable la caída de tensión será despreciable ya que los actuadores eléctricos Rotork, tienen la capacidad de adaptarse a cualquier rango de voltaje que se encuentre entre 200 y 690 [VAC]. El dimensionamiento del cable principal se dará por carga total soportada:

$$I_{\text{cable principal}} = \Sigma \text{corriente}_{(-A2)} + \Sigma \text{corriente}_{(-A3)} + \Sigma \text{corriente}_{(-A4)} + \Sigma \text{corriente}_{(-A5)}$$

$$I_{\text{cable principal}} = 48,9 [A] \approx \text{cable 8 AWG. o superior.}$$

Para el dimensionamiento del cable secundario que alimenta al actuador la caída de tensión tampoco afectara directamente, por lo tanto la dimensión del cable también será calcula acorde a la carga de los contactos internos del actuador. El cable deberá soportar según estándares internacionales 600 [V].

$$I_{\text{cable secundario}} = 5 [A] \approx \text{cable 14 AWG o 16 AWG. o superior.}$$

#### 4.1.3. PLANO DE RECORRIDO CANALETA

Para el diseño del recorrido de canaletas, se realizó con la toma de medidas reales en campo (Figura 26), definiendo tramos adecuados que no comprometan la integridad del personal o de sus activos fijos. Posterior a la toma de datos, se definirá la cantidad de accesorios y canaletas que será debidamente presupuestado para el concurso de ofertas entre las principales empresas del mercado. El plano de recorrido de canaleta portacables se detalla en anexo 8.



**Figura 26.** Toma de medidas para canaletas porta-cables.

Se determinó 25 recorridos, en los que constan datos de distancias, dimensión de la bandeja y accesorio de acople a las mismas. Así se hallan descritos en el anexo 5.

#### **4.1.4. PLANO LAZO DE COMUNICACIÓN TQ Y PB**

Se realizó dos planos P&ID en los cuales se muestra cómo será el lazo de comunicación Pakscan para Tanques de Almacenamiento y Patio de Bombas Despacho. Estos planos están basados según el recorrido de canaleta, teniendo en cuenta las distancias para optimización de cable y evitar distancias innecesarias entre cada actuador. Ambos planos descritos anexo 9 y anexo 10 serán diseñados en el HMI de despacho, para mostrar el estado de ambas redes.

#### **4.2. CÁLCULO DE DIRECCIONES MODBUS.**

Para el cálculo de direcciones Modbus de las unidades de campo se tomó de ejemplo la dirección Pakscan 8 del Lazo de Comunicación de Tanques de Almacenamiento, que corresponde al actuador de salida del TNA-04. Usando el mismo procedimiento serán calculadas las direcciones para el lazo de comunicación de Patio de Bombas Despacho.

##### **4.2.1. ESTADOS**

Función de código 04/06: Leer/Escribir datos por registros de FCU # 8

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times 2) + (60 \times 0) + (8 - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 1223$$

$$\text{Inicio de Registro Compensado} = 401224$$

##### **4.2.2. ALARMAS**

Función de código 04/06: Leer/Escribir datos por registros de FCU # 8

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1)$$



$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times 3) + (60 \times 0) + (8 - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 1703$$

$$\text{Inicio de Registro Compensado} = 401704$$

#### **4.2.3. POSICIÓN**

Función de código 04/06: Leer/Escribir datos por registros de FCU # 8

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times 4) + (60 \times 0) + (8 - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 2183$$

$$\text{Inicio de Registro Compensado} = 402184$$

#### **4.2.4. TORQUE**

Función de código 04/06: Leer/Escribir datos por registros de FCU # 8

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times 14) + (60 \times 0) + (8 - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 6983$$

$$\text{Inicio de Registro Compensado} = 406984$$

#### **4.2.5. ABRIR**

Función de código 04/06: Leer/Escribir datos por registros de FCU # 8

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times 6) + (60 \times 1) + (8 - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 3203$$

$$\text{Inicio de Registro Compensado} = 403204$$

#### **4.2.6. CERRAR**

Función de código 04/06: Leer/Escribir datos por registros de FCU # 8

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times B) + (60 \times P) + (N - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 256 + (480 \times 6) + (60 \times 3) + (8 - 1)$$

$$\text{Inicio de Registro} = 3323$$

$$\text{Inicio de Registro Compensado} = 403324$$

Hay que recalcar que al usar registros desde las unidades de campo o Master Station, optimizamos nuestro programa Intouch, ya que posterior a la adquisición del dato, se podrá descomponer en los bits deseados. Si procedemos a la adquisición de datos mediante bobinas o variables discretas, deberán ser declaradas como Tags en nuestro HMI, generando sobrecarga de variables. Es decir podemos crear una variable tipo I/O Real que abarque nuestros 16 bits o 16 variables tipo I/O Discreta. Las variables serán determinadas, acorde al proceso y a la información requerida.

### **4.3. DIRECCIONES LIBRES EN PLC**

El siguiente paso será determinar los registros disponibles en el PLC, para ello se procederá a ejecutar el software Unity Pro XL en la PC compatible, dicho programa será el encargado para la programación, carga y descarga de programas hacia el PLC. La comunicación hacia el PLC se podrá dar de distintas formas como: Modbus, Modbus+ y Ethernet. Para el presente proyecto será vía Ethernet, ya que presenta mayor facilidad. Debido a la ausencia de drivers o complementos en la comunicación serial se torna complicada. En la sección de Variables Elementales de Unity Pro XL se obtendrá todas las variables declaradas en el controlador. Mantenimiento Eléctrico y Automatización del Terminal Beaterio ha hecho uso de memorias ordenadamente por lo cual no existirán direcciones intermedias que causen conflicto; con ello se obtiene la última variable declarada en dirección %MW002019, se aconseja dejar memorias de reserva por motivos de imprevistos en la programación, por tanto se utilizó las memorias a partir de la %MW002025. Las memorias usadas en el PLC se las detalla en anexo 2 y 3, tanto para Tanques de Almacenamiento como para Patio de Bombas Despacho respectivamente.

### **4.4. TABLAS DE TAGS Y REGISTROS DE LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN TQ**

En la adquisición de datos, los registros emitidos por la Master Station, serán escritos en el PLC maestro, el mismo que será leído por Wonderware-Intouch mediante la declaración de Tags. Todos los registros calculados con sus debidos comentarios están descritos en anexo 2 y anexo 3. Como ejemplo se tomará la dirección Pakscan # 8, que corresponde al actuador de salida de TNA-04 en la cual se identificará todos los datos necesarios para identificar los registros emitidos por la Master Station (Tabla 15).

**Tabla 15.** Ejemplo de Registros TNA-04.

DIR.	COMENTARIO	VARIABLE INTOUCH	DIRECCION PLC	DIRECCION MASTER STATION
8	ESTADO_ACT_OUT_TQ_04	S-TQ-0004-OUT	%MW002033	401224
8	ALARMA_ACT_OUT_TQ_04	AL-TQ-0004-OUT	%MW002073	401704
8	POSICION_ACT_OUT_TQ_04	Z-TQ-0004-OUT	%MW002113	402184
8	TORQUE_ACT_OUT_TQ_04	W-TQ-0004-OUT	%MW002153	406984
8	ABRIR_ACT_OUT_TQ_04	O-TQ-0004-OUT	%MW002193	403204
8	CERRAR_ACT_OUT_TQ_04	C-TQ-0004-OUT	%MW002233	403324

#### 4.5. HOST DISPONIBLES

EP PETROECUADOR posee dos redes que son: Industrial y Corporativa cuyas NOE en Slot 2 y Slot 9 están configuradas para las mismas. El presente proyecto se enfocó en la Red Industrial, consultando con el Departamento de TIC (Tecnología Información y Comunicación) y usando el comando Ping se determinó los Host disponibles en la Red, los cuales se presentan en la tabla 16.

**Tabla 16.** Direcciones IP para Master Station TQ y PB.

DIRECCIÓN IP	NOMBRE DEL EQUIPO
172.20.129.202	Master Station TQ
172.20.129.203	Master Station PB

#### 4.6. CONFIGURACION DE HOST PARA RED INDUSTRIAL

Para la conexión de todos los equipos y transmisión de datos es indispensable que se encuentren en la misma red de comunicación, para ello se deberá

configurar de la misma forma que la Red Industrial del Terminal Beaterio. Por motivos de facilidad se instalará una máquina virtual compatible en nuestra PC, que contenga Windows Server (PC con programas Unity Pro XL y Wonderware), la cual tendrá una dirección IP independiente. La configuración de la red se presenta en la tabla 17.

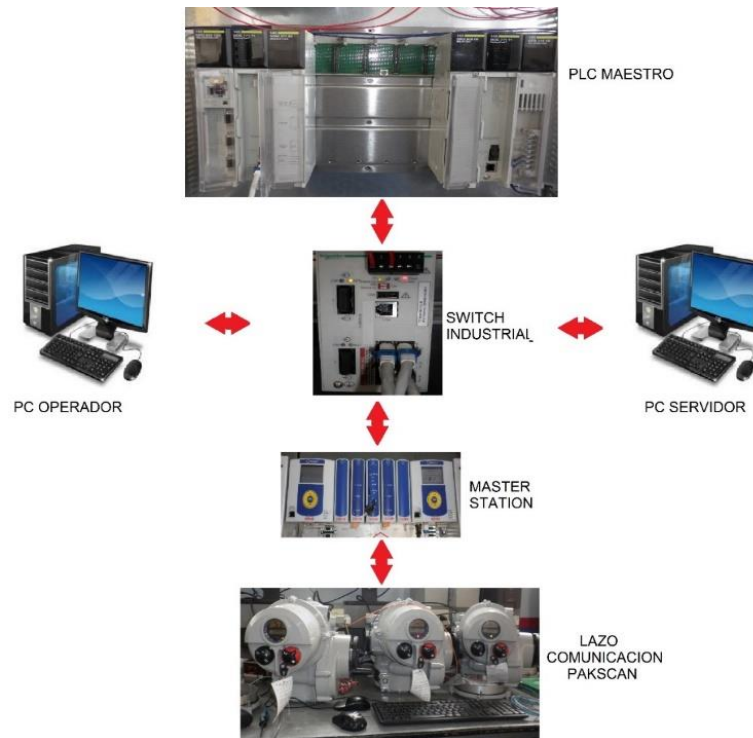
**Tabla 17.** Configuración de Equipos para Red Industrial.

EQUIPO	DIRECCIONES	
NOE (SLOT 2)	IP address	172.20.129.246
	Subnet mask	255.255.255.129
	Default Gateway	172.20.129.193
MASTER STATION TQ	IP address	172.20.129.202
	Subnet mask	255.255.255.129
	Default Gateway	172.20.129.193
MASTER STATION PB	IP address	172.20.129.203
	Subnet mask	255.255.255.129
	Default Gateway	172.20.129.193
PC_1 WINDOWS 7	IP address	172.20.129.251
	Subnet mask	255.255.255.129
	Default Gateway	172.20.129.193
PC_2 WINDOWS SERVER	IP address	172.20.129.252
	Subnet mask	255.255.255.129
	Default Gateway	172.20.129.193
PC_3 OPERADOR	IP address	172.20.129.253
	Subnet mask	255.255.255.129
	Default Gateway	172.20.129.193

#### **4.7. ESTRUCTURA DE LA RED INDUSTRIAL DE LABORATORIO**

El lazo de comunicación adquirió los datos desde la Master Station, como se muestra en la estructura de la Red, y mediante un Switch Industrial de comunicación se podrá tener acceso desde la PC servidor la cual podrá hacer modificaciones a programas del PLC o HMI, mientras que la PC operador será de uso exclusivo de Operaciones, en la cual se podrá modificar los procesos acorde a el nivel de acceso en el HMI. El diagrama de la Red de Comunicación Pakscan del Terminal Beaterio se describe en el anexo 12, el cual muestra detalladamente el tipo de comunicación, equipo y localización.

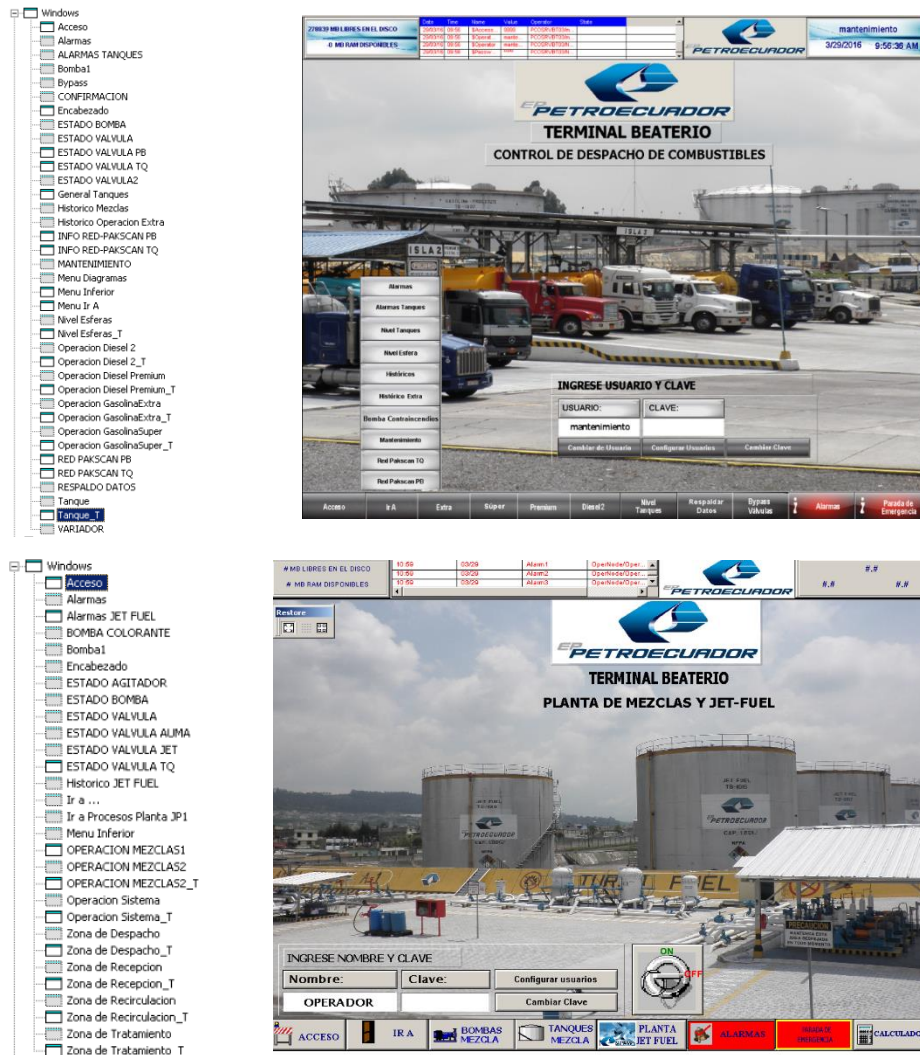
Una vez conectado los equipos para pruebas tendremos la arquitectura que se muestra en la figura 27.



**Figura 27.** Arquitectura de Red Industrial de Laboratorio.

#### 4.8. DISEÑO Y REDISEÑO HMI DESPACHO Y JET-FUEL

Posterior al levantamiento de información de equipos y Planos P&ID del Terminal Beaterio, se procederá al Rediseño de los HMI de Despacho y Jet-Fuel con el nuevo lazo de comunicación Pakscan, modificando los nuevos Tags y brindando una adecuada redistribución de los equipos y mejorando la interfaz humano máquina. En la figura 28 se muestra el rediseño de las pantallas de inicio de ambos programas junto con el listado de las pantallas existentes en cada HMI respectivamente; esta imagen orientará cuales pantallas corresponden a cada programa con la finalidad de un mayor entendimiento del mismo. Las ventanas que se muestran activas de los HMI de Despacho y Jet-Fuel en la figura 28, fueron los que se modificaron para el presente proyecto de titulación ya que en ellas existen actuadores que pertenecen a la Red Pakscan ya sea para Tanques de Almacenamiento o Patio de Bombas.



**Figura 28.** Rediseño HMI Despacho y Jet-Fuel & menú de pantallas de cada programa.

#### 4.8.1. DECLARACIÓN DE TAGS

Para la declaración de Tags, se usó registros de tipo I/O Real para: estado, alarma, posición, torque, abrir y cerrar. Se basará en el direccionamiento indirecto e indirecto-indirecto (Tabla 18) cuya función es almacenar datos en una variable y cargarlos en otra para el uso de una pantalla. Esta técnica ayuda a reducir memoria, ya que sin ella cada actuador deberá tener una pantalla de Estado Válvula. Cabe recalcar que en la aplicación de Despacho se declara todos los registros, mientras que en Jet-Fuel solo se declara los registros que comprenden taques de mezclas de combustible y Jetfuel.

**Tabla 18.** Variables Indirectas creadas en Intouch.

COMENTARIO (ETIQUETA MAXIMO)	VARIABLE INTOUCH	TIPO DATO
PLC	YIC-NNNN	Memory Message
Ubicación	UBICACIÓN	Memory Message
Tag Indirecto-Indirecto ubicación actuador entrada (Tanque)	UBICACIÓN_IN	Memory Message
Tag Indirecto-Indirecto ubicación actuador salida (Tanque)	UBICACIÓN_OUT	Memory Message
Identificación	IZ-Name	Memory Message
Tag Indirecto-Indirecto Identificación actuador entrada (Tanque)	ADEL_INN	Memory Message
Tag Indirecto-Indirecto Identificación actuador salida (Tanque)	ADEL_OUT	Memory Message
Dirección Pakscan	IZ-Address	Memory Real
Tag Indirecto-Indirecto Dir. Pakscan actuador entrada (Tanque)	DIR_INN	Memory Real
Tag Indirecto-Indirecto Dir. Pakscan actuador salida (Tanque)	DIR_OUTT	Memory Real
Tag Indirecto para Estado de Válvula TQ	S-TQ-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto para Estado de Válvula PB	S-PB-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Estado actuador entrada (Tanque)	S_IN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Estado actuador salida (Tanque)	S_OUT	Indirect Analog
Tag Indirecto para Alarma de Válvula TQ	AL-TQ-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto para Alarma de Válvula PB	AL-PB-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Alarma actuador entrada (Tanque)	AL_IN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Alarma actuador salida (Tanque)	AL_OUT	Indirect Analog
Tag Indirecto para Posición de Válvula TQ	Z-TQ-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto para Posición de Válvula PB	Z-PB-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Posición actuador entrada (Tanque)	Z_IN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Posición actuador salida (Tanque)	Z_OUT	Indirect Analog
Tag Indirecto para Torque de Válvula TQ	W-TQ-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto para Torque de Válvula PB	W-PB-NNNN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Torque actuador entrada (Tanque)	W_IN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Torque actuador salida (Tanque)	W_OUT	Indirect Analog
Tag Indirecto para Apertura de Válvula TQ	O-TQ-NNNN_IND	Indirect Analog
Tag Indirecto para Apertura de Válvula PB	O-PB-NNNN_IND	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Apertura actuador entrada (Tanque)	O_IN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Apertura actuador salida (Tanque)	O_OUT	Indirect Analog
Tag Indirecto para Cerrado de Válvula TQ	C-TQ-NNNN_IND	Indirect Analog
Tag Indirecto para Cerrado de Válvula PB	C-PB-NNNN_IND	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Cerrado actuador entrada (Tanque)	C_IN	Indirect Analog
Tag Indirecto-Indirecto Cerrado actuador salida (Tanque)	C_OUT	Indirect Analog

Los Tags a declararse en Intouch se adquieren desde el PLC, se tomará como ejemplo de la declaración de registros el actuador de salida de Tanque TNA-

04, con la dirección Pakscan # 8. Para los Tags faltantes su única modificación será: Item, Tagname y comentario (Figura 29).

✓ ESTADO

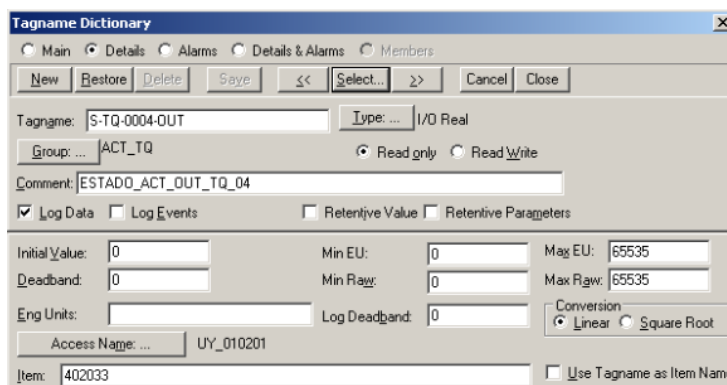


Figura 29. Configuración Tag de Estado.

Cada tipo de registro se configura como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Configuración de Tags

VARIABLE	ESTADO	ALARMA	POSICIÓN	TORQUE	ABRIR	CERRAR
TAGNAME	S-TQ-0004-OUT	AL-TQ-0004-OUT	Z-TQ-0004-OUT	W-TQ-0004-OUT	O-TQ-0004-OUT	C-TQ-0004-OUT
TYPE	I/O Real	I/O Real	I/O Real	I/O Real	I/O Real	I/O Real
READ/WRITE	Read only	Read only	Read only	Read only	Read Write	Read Write
LOG DATA	Si	No	Si	Si	No	No
INITIAL VALUE	0	0	0	0	0	0
DEADBAND	0	0	0	0	0	0
ENG UNITS	-	-	%	%	-	-
MIN EU	0	0	0	0	0	0
MAX EU	65535	65535	100	100	65535	65535
MIN RAW	0	0	0	0	0	0
MAX RAW	65535	65535	32767	32767	65535	65535
CONVERSION	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
ACCESS NAME	UY_01020 1	UY_01020 1	UY_010201	UY_01020 1	UY_01020 1	UY_01020 1
ITEM	402033	402073	402113	402153	402193	402233

Donde:

- ✓ Log data graba el valor del Tag a los históricos cuando varía más de lo especificado en el Deadband.
- ✓ Min EU y Max EU será el equivalente en unidades de ingeniería del valor del registro.



- ✓ Min Raw y Max Raw será el valor entero mínimo y máximo respectivamente del registro I/O.
- ✓ Access Name será de donde se adquieren los datos.
- ✓ Item será el registro asignado al Tag.

El reconocimiento de alarmas (Figura 30) será por una señal discreta que previamente se programó para transformar a un registro de 16bits. La configuración de este Tag será solamente asignación del Tagname y un comentario para información al resto de programadores.

✓ RECONOCER ALARMAS

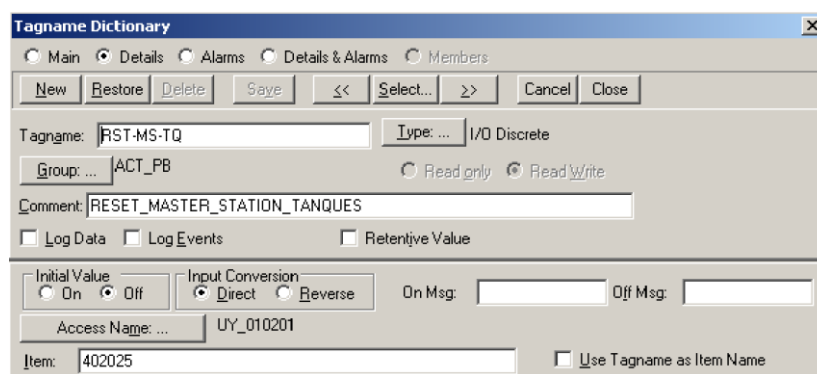


Figura 30. Configuración Tag de Reconocer Alarmas.

#### 4.8.2. PROGRAMACIÓN PANTALLA ESTADO DE VÁLVULA TANQUES Y PATIO DE BOMBAS

Se diseñó por completo una pantalla que se encargue del control y lectura de información del actuador, el mismo que utilizará la tabla 11 y 12, para saber el significado de cada bit de los registros de Estado y Alarmas. La siguiente función permitió seleccionar un bit específico para realizar una comparación y animar nuestros objetos:

**StringMid( StringRight( StringFromIntg( S-TQ-0004-OUT + 65536, 2 ), 6 ), 1, 1)=="1"**

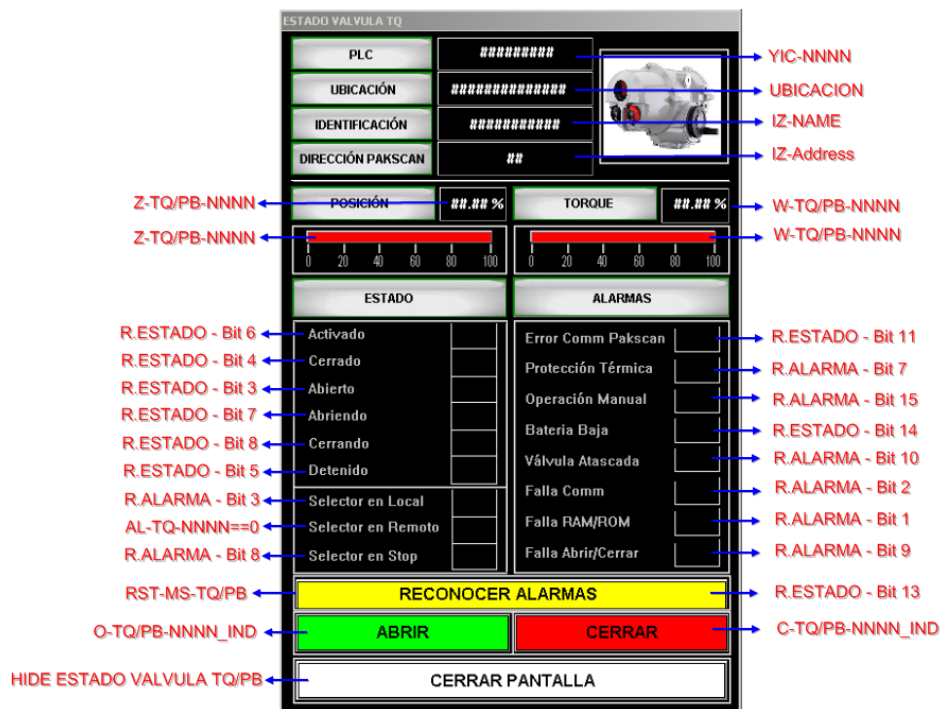
Donde:

- ✓ **StringFromIntg( numero , base ):** Convierte un valor entero en su representación en base 2, 8, 10 y 16. En nuestro caso se sumara 65536

que en su equivalente en Hexadecimal será 10000 y en binario añadirá un bit más, el cual es necesario para que la función extraiga los 16 bits del valor entero.

- ✓ **StringRight( string , lenght )**: Devuelve los caracteres existentes, empezando desde la derecha.
- ✓ **StringMid( String , startpos , lenght )**: Devuelve un número específico de caracteres de un mensaje, empezando por una posición determinada.

Las variables o bits a usar para la animación se presentan en la figura 31.

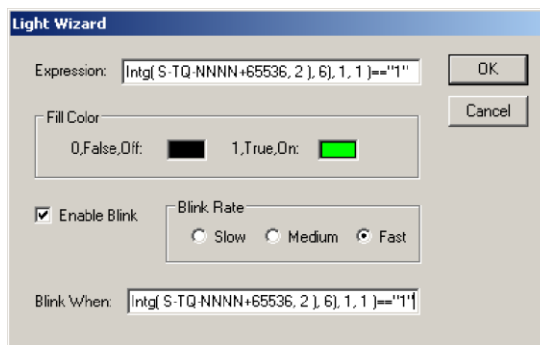


**Figura 31.** Registros & Bits a usar en Estado Válvula.

Posterior a la identificación de las variables a utilizar, es importante aclarar cómo se animó cada carácter alfanumérico o cuadros de luz.

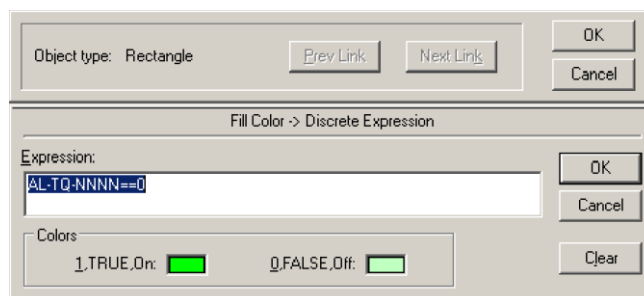
- ✓ *Value Display* de tipo *String*:
  - YIC-NNNN
  - UBICACIÓN
  - IZ-NAME
- ✓ *Value Display* de tipo *Analog*:
  - IZ-Address
  - W-TQ-NNNN o W-PB-NNNN

- Z-TQ-NNNN o Z-PB-NNNN
- ✓ *Percent Fill Horizontal:*
- W-TQ-NNNN o W-PB-NNNN
  - Z-TQ-NNNN o Z-PB-NNNN
- ✓ *Light Wizard:* Se activará por señales digitales, por tanto es necesario descomponer al bit tanto para su activación como para su animación. En este caso se usó el mismo bit para ambas acciones (Figura 32).



**Figura 32.** Configuración de Light Wizard.

- ✓ *Fill Color de tipo Discrete:* Esta opción es de animación para los botones de Abrir y Cerrar, y que el operador se percate de que existe una alarma presente el actuador y se vea forzado a reconocerla, de esta forma estará consiente de las acciones o riesgos que existen al operar dicho equipo (Figura 33).



**Figura 33.** Configuración de Fill Color.

### 4.8.3. RED PAKSCAN TANQUES Y PATIO DE BOMBAS

La programación de las pantallas de Red Pakscan se programó de tal manera que muestre el estado actual de todos los actuadores en cualquiera de los dos lazos de comunicación diseñados (Figura 34). En estas pantallas no es

posible la operación de los actuadores, ya que serán de uso exclusivo del personal de mantenimiento, por tal motivo solo se visualizara los estados y alarmas del mismo. También se animó las líneas y flecha que simulan la comunicación, con la finalidad de mostrar en que parte del lazo de comunicación existe falla del lazo Pakscan.



Figura 34. Diseño pantalla "Red Pakscan PB".

#### 4.8.4. PROGRAMACIÓN DE ACTUADORES Y TUBERIAS EN HMI DESPACHO Y JET-FUEL

La programación de los 92 actuadores que poseen los lazos de comunicación de Tanques de Almacenamiento y Patio de Bombas Despacho se muestra en la figura 35, utilizando los Tags acorde a la posición establecida en los planos P&ID.

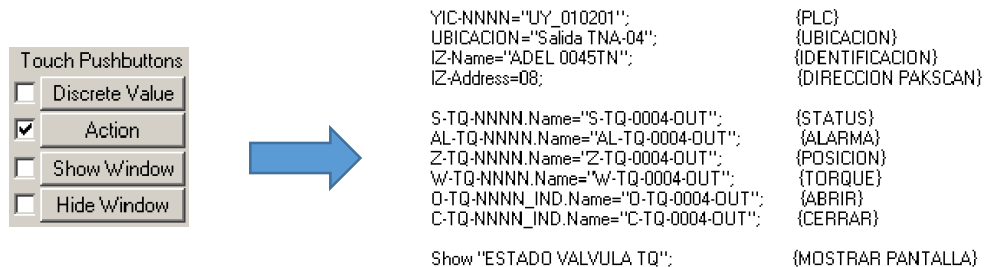
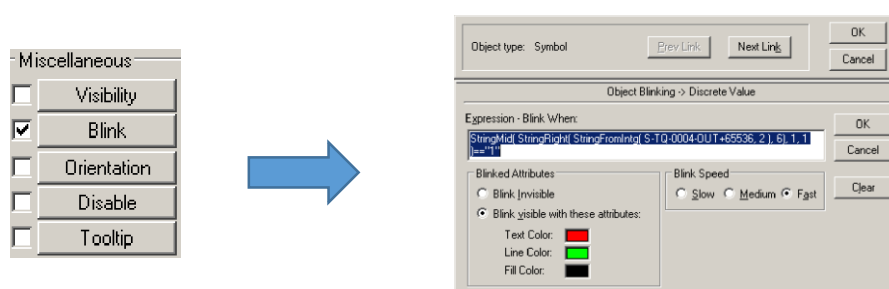


Figura 35. Programación "Action" de Actuador.

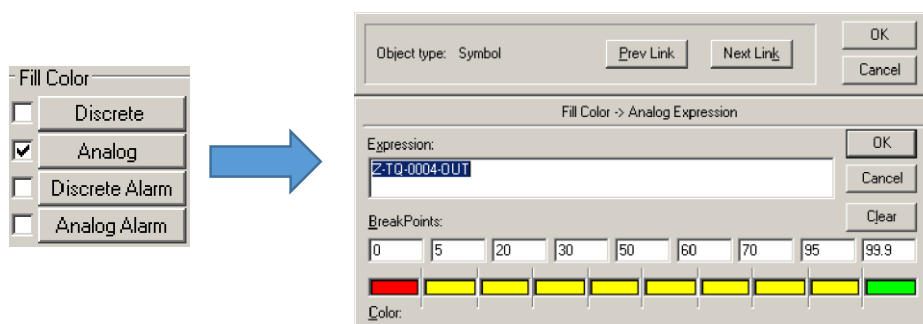
En el presente código los Tags tipo *Memory Real* o *Memory Message* se cargarán caracteres alfanuméricos, mientras que los valores analógicos tipo *I/O Real* se cargarán de forma indirecta, la forma de realizarlo será añadiendo la terminación *.Name* al final de la variable *Indirect Analog*. El comando *Show* permite llamar a una pantalla.

Para la animación del símbolo por intermitencia de colores se usó una señal discreta, para ello se descompondrá el registro almacenado en el Tag como se muestra en la figura 36.



**Figura 36.** Programación "Blink" de Actuador.

Para la animación de llenado por color se obtuvo mediante la señal analógica, correspondiente al registro de Posición el mismo que nos indicara si el actuador se encuentra abierto, cerrado o en apertura correspondiente a los colores verde, rojo y amarillo respectivamente. La configuración de llenado por color se muestra en la figura 37.



**Figura 37.** Programación "Fill Color" en Actuador.

Para la animación de las tuberías se tomó en cuenta la lógica de las aperturas de las válvulas y accionamiento de las bombas. Debido a que su accionamiento será por una señal discreta, se tomara el bit 3 del registro de

Estado del actuador, el cual indica si está activo el Switch de apertura (Figura 38). El color a seleccionar será el mismo que el del combustible y un color blanco para cuando el bit de comparación o Switch de apertura este inactivo.

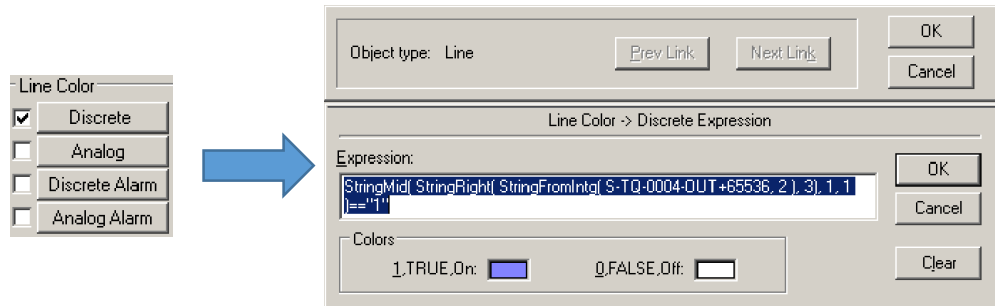


Figura 38. Programación "Line Color" en Tubería.

La programación de todos los actuadores se las realiza acorde a los registros y Tags correspondientes, de esta manera todas las ventanas de los HMI son actualizadas y correctamente programadas como se muestra de la figura 39 a la 49.

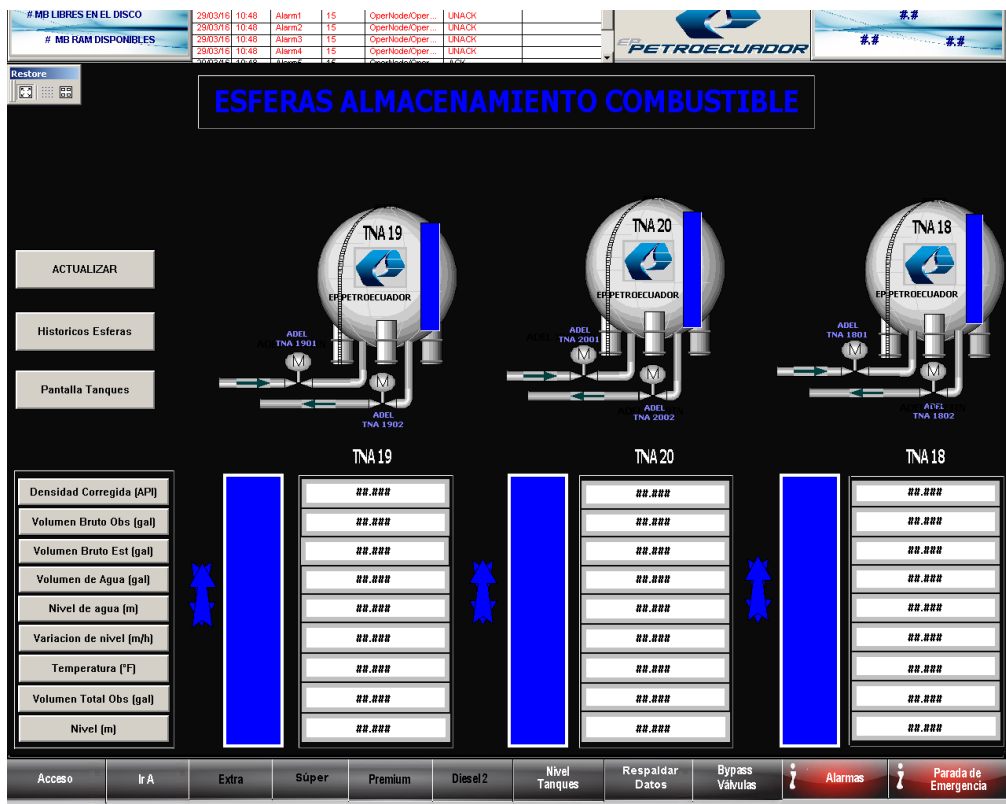


Figura 39. Rediseño pantalla "Nivel Esferas" (HMI Despacho).

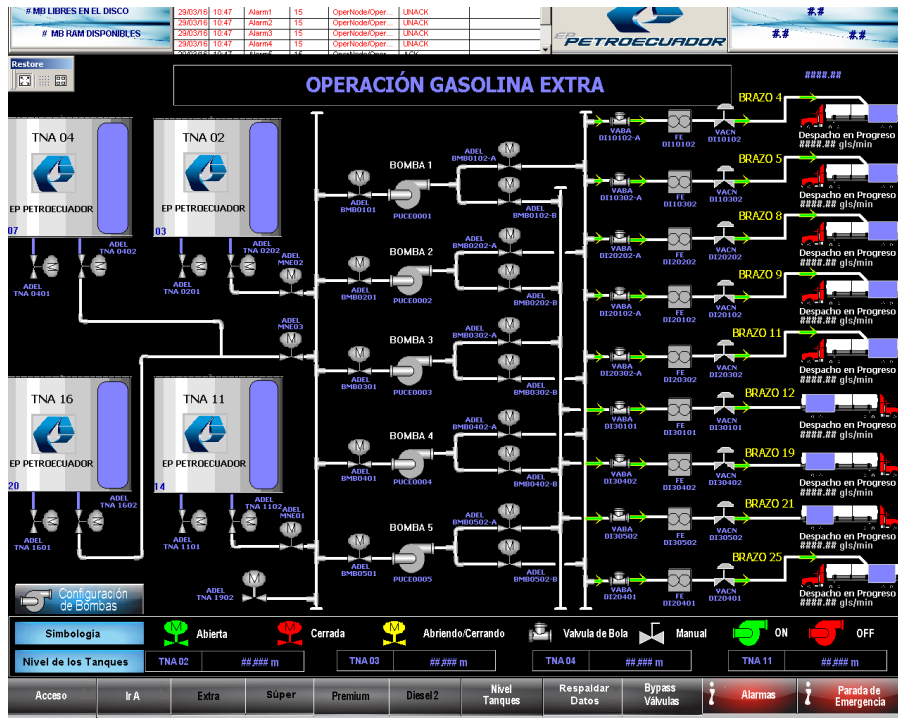


Figura 40. Rediseño pantalla "Operación Gasolina Extra" (HMI Despacho).

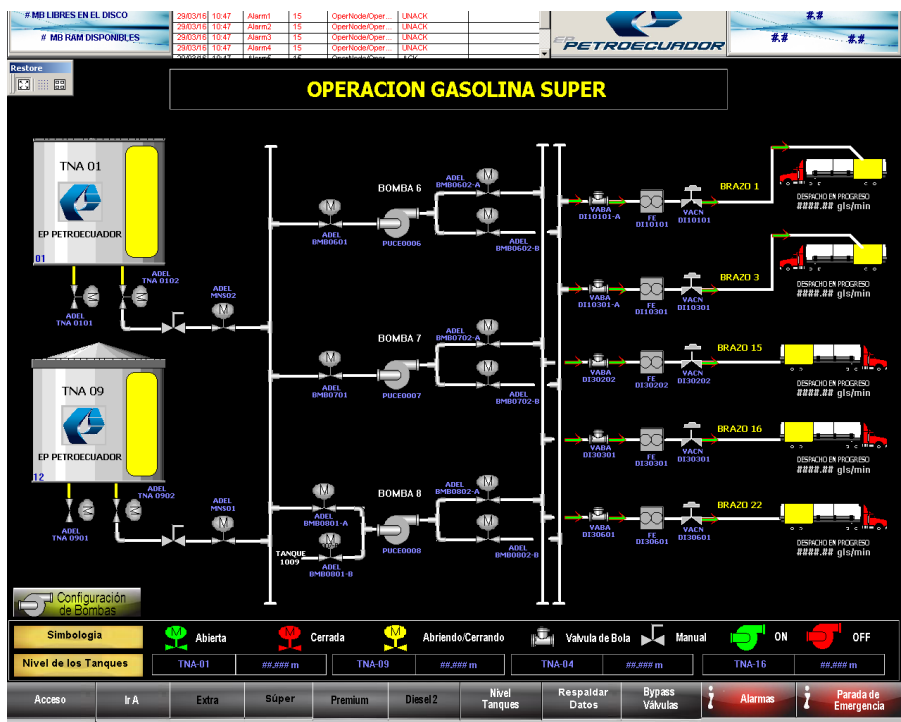


Figura 41. Rediseño pantalla "Operación Gasolina Súper" (HMI Despacho).

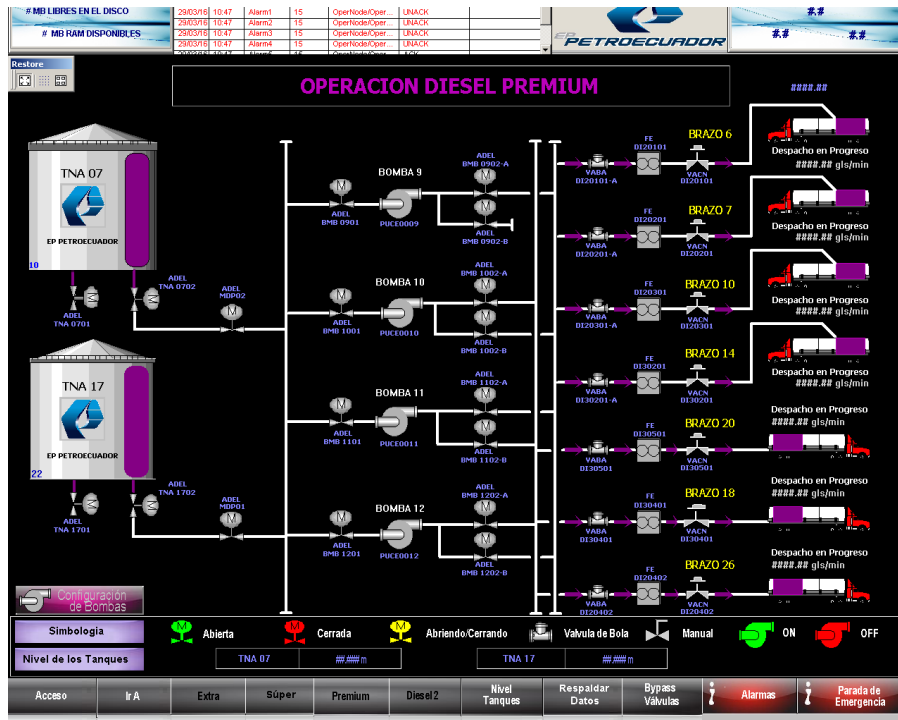


Figura 42. Rediseño pantalla "Operación Diesel Premium" (HMI Despacho).

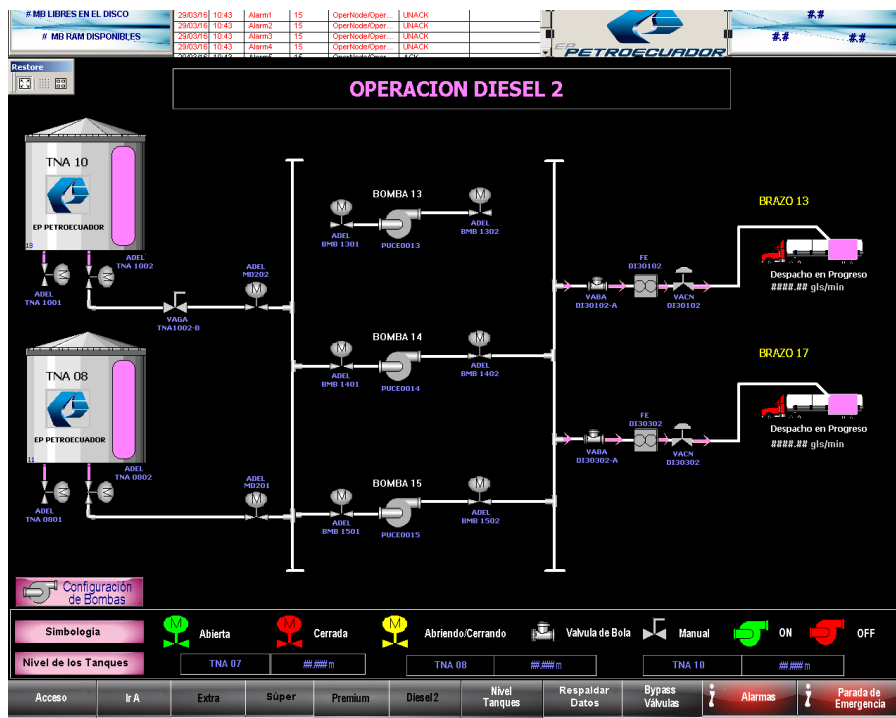


Figura 43. Rediseño pantalla "Operación Diesel 2" (HMI Despacho).



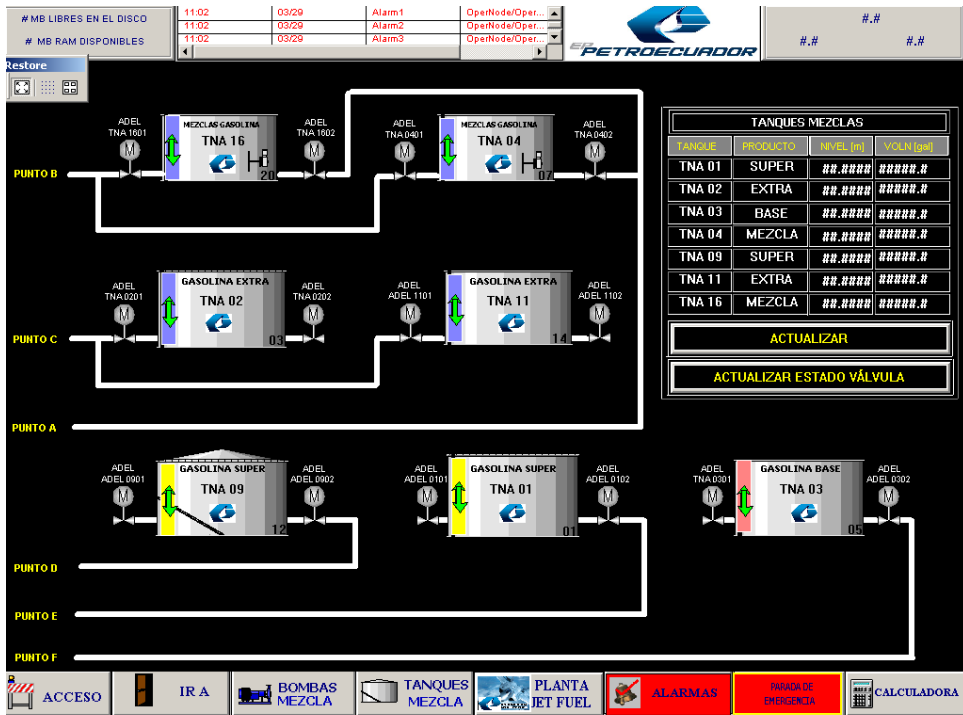


Figura 44. Rediseño pantalla "Operación Mezclas2".

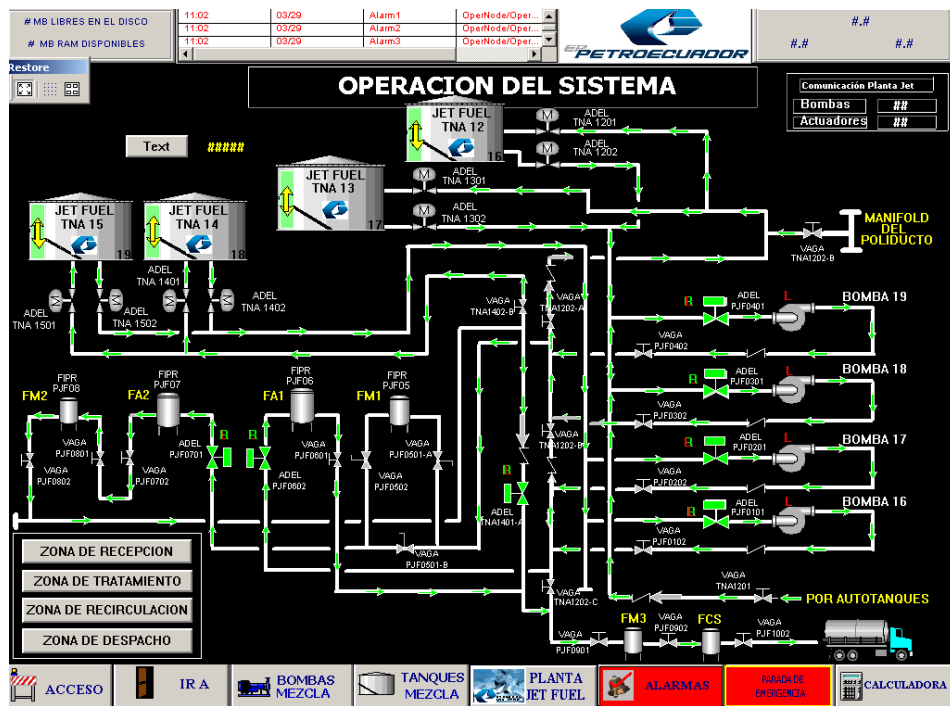


Figura 45. Rediseño pantalla "Operación Sistema".

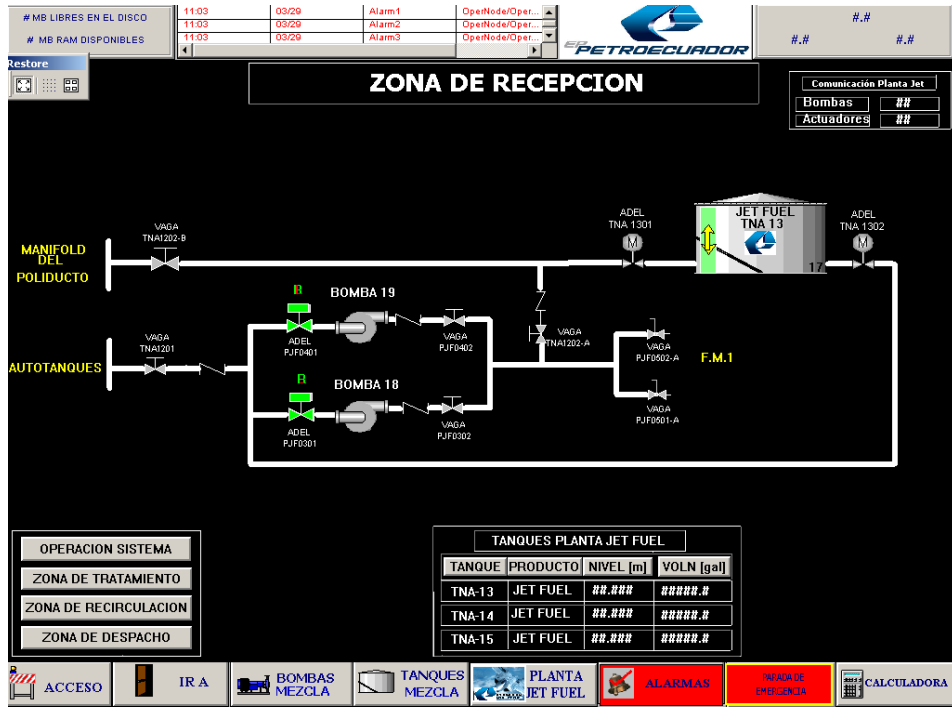


Figura 46. Rediseño pantalla "Zona de Recepción".

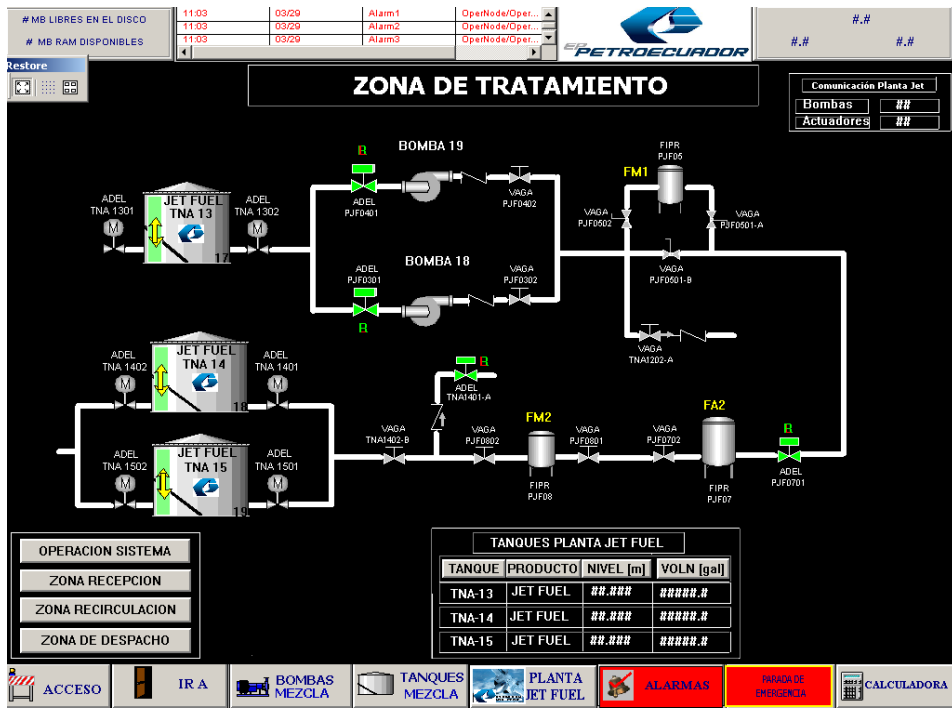


Figura 47. Rediseño pantalla "Zona de Tratamiento".



Para la programación de tanques es necesario precargar todos los registros de medición como volumen, temperatura, flujo, niveles, etc. y almacenarlos en los tanques de la ventana "General Tanques" (Figura 50) y mostrarlos en la ventana "Tanque" (Figura 51) de la siguiente manera:

<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Touch Pushbuttons</p> <p><input type="checkbox"/> Discrete Value</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Action</p> <p><input type="checkbox"/> Show Window</p> <p><input type="checkbox"/> Hide Window</p> </div>	➔	<pre> level.Name="LT-010007-A"; Temperatura.Name="TM-TNK-010007"; Var_nivel.Name="LR-TNK-010007"; Volumen.Name="TOV-TNK-010007"; Den.Name="DT-010007"; FWL.Name="LT-010007-B"; GOV.Name="GOV-TNK-010007"; GSV.Name="GSV-TNK-010007"; FWV.Name="FWV-TNK-010007"; FI.Name="FI-010007"; NTa="04"; TIPOproducto="MEZCLAS"; YIC-NNNN="UY_010201";  UBICACION_IN="Entrada"; ADEL_INN="0044"; DIR_INN=07; S_IN.Name="S-TQ-0004-IN"; AL_IN.Name="AL-TQ-0004-IN"; Z_IN.Name="Z-TQ-0004-IN"; W_IN.Name="W-TQ-0004-IN"; O_IN.Name="O-TQ-0004-IN"; C_IN.Name="C-TQ-0004-IN"; UBICACION_OUT="Salida"; ADEL_OUT="0045"; DIR_OUTT=08; S_OUT.Name="S-TQ-0004-OUT"; AL_OUT.Name="AL-TQ-0004-OUT"; Z_OUT.Name="Z-TQ-0004-OUT"; W_OUT.Name="W-TQ-0004-OUT"; O_OUT.Name="O-TQ-0004-OUT"; C_OUT.Name="C-TQ-0004-OUT";  Show "Tanque_T"; Show "Encabezado"; Show "Menu Inferior"; </pre>	<pre> {NIVEL DE PRODUCTO} {TEMPERATURA} {VARIACION DE NIVEL} {VOLUMEN TOTAL ABSOLUTO} {DENSIDAD CORREGIDA} {NIVEL DE AGUA} {VOLUMEN BRUTO OBS} {VOLUMEN BRUTO EST} {TAZA DE FLUJO} {NUMERO TANQUE} {TIPO PRODUCTO} {PLC}  {UBICACION ACT IN} {IDENTIFICACION ACT IN} {DIRECCION PAKSCAN ACT IN} {ESTADO ACT IN} {ALARMA ACT IN} {POSICION ACT IN} {TORQUE ACT IN} {ABRIR ACT IN} {CERRAR ACT IN} {UBICACION ACT OUT} {IDENTIFICACION ACT OUT} {DIRECCION PAKSCAN ACT OUT} {ESTADO ACT OUT} {ALARMA ACT OUT} {POSICION ACT OUT} {TORQUE ACT OUT} {ABRIR ACT OUT} {CERRAR ACT OUT}  {MOSTRAR PANTALLA} {MOSTRAR PANTALLA} {MOSTRAR PANTALLA} </pre>
--	---	--	---

Figura 50. Programación "Action" de Tanque.

Figura 51. Rediseño pantalla "General Tanques".

#### 4.8.5. PROGRAMACIÓN DE VÁLVULA DE TANQUE EN PANTALLA TANQUE

En la pantalla de Información de Tanques a cada actuador se programó con las mismas características y animaciones ya realizadas, con la diferencia de uso de Tags con direccionamiento Indirecto-Indirecto (Figura 52). Esto facilitó la programación con el fin de hacerla más entendible hacia los técnicos de Mantenimiento, ya que con la programación previa era confusa y demandaba comandos innecesarios.

The figure illustrates the configuration process for a tank valve. On the left, three configuration panels are shown with their respective settings:

- Touch Pushbuttons:** Discrete Value (unchecked), Action (checked), Show Window (unchecked), Hide Window (unchecked).
- Miscellaneous:** Visibility (unchecked), Blink (checked), Orientation (unchecked), Disable (unchecked), Tooltip (unchecked).
- Fill Color:** Discrete (unchecked), Analog (checked), Discrete Alarm (unchecked), Analog Alarm (unchecked).

On the right, the corresponding configuration settings are displayed:

```

YIC-NNNN="UY_010201";
UBICACION=UBICACION_IN+"TNA:" + NTa;
I2-Name="ADEL "+ ADEL_INN+"TN";
I2-Address=DIR_INN;

(PLC)
{UBICACION ACT IN}
{IDENTIFICACION ACT IN}
{DIRECCION PAKSCAN ACT IN}

S-TQ-NNNN.Name=S_IN.Name;
AL-TQ-NNNN.Name=AL_IN.Name;
Z-TQ-NNNN.Name=Z_IN.Name;
W-TQ-NNNN.Name=W_IN.Name;
O-TQ-NNNN_IND.Name=O_IN.Name;
C-TQ-NNNN_IND.Name=C_IN.Name;

{ESTADO ACT IN}
{ALARMA ACT IN}
{ALARMA ACT IN}
{ALARMA ACT IN}
{ALARMA ACT IN}
{ALARMA ACT IN}

Show "ESTADO VALVULA TQ";
  
```

The configuration windows shown include:

- Object Blinking -> Discrete Value:** Expression - Blink When: `StringMid StringRight StringFromInt(S_IN+65536, 2), 6), 1, 1)!="1"`. Blink Speed: Slow (selected), Medium, Fast. Blinked Attributes: Blink visible with these attributes (selected). Text Color: Red, Line Color: Green, Fill Color: Black.
- Fill Color -> Analog Expression:** Expression: `Z_IN`. BreakPoints: 0, 10, 20, 30, 50, 60, 70, 80, 99.9. Color: Red, Yellow, Yellow, Yellow, Yellow, Yellow, Yellow, Yellow, Green.

Figura 52. Programación de Tanques (Fill Color).

La programación que se detalla en la figura 52, es muy similar a la programación de los actuadores de las pantallas de operación de combustibles tales como extra, súper, diésel 2, etc. con la diferencia que para la ventana "Tanque" se utiliza direccionamiento indirecto-indirecto y por ello cambian los Tags asignados en *Animation Link*. Gracias a este

direccionamiento podemos tener la información de cualquier tanque con el control total del mismo en la pantalla Tanque (Figura 53).

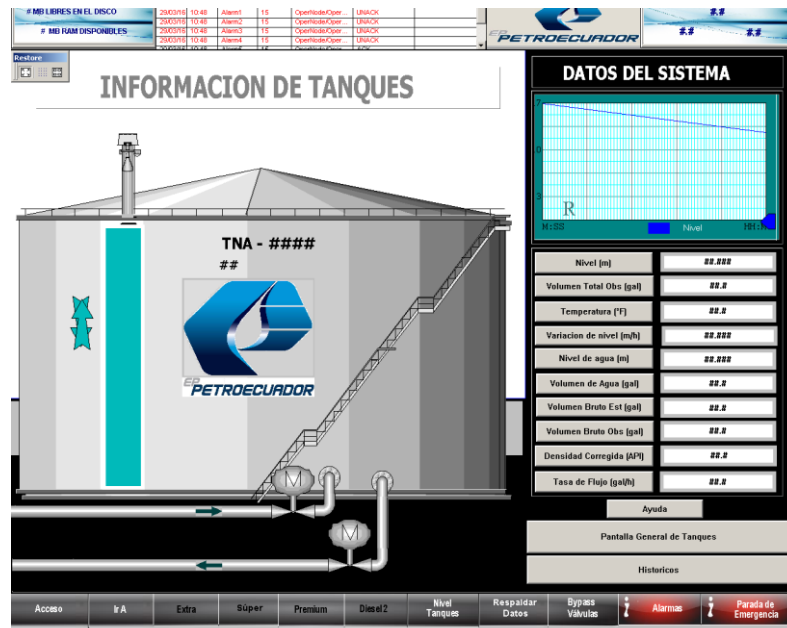


Figura 53. Rediseño pantalla "Tanque".

#### 4.8.6. PROGRAMACION DE CONDICIONES

Previo al funcionamiento de la red Pakscan tanto para Lazo de comunicación de Tanques de Almacenamiento o Patio de Bombas Despacho, se deberá crear condiciones para cada actuador como se muestra en la figura 54. Esta programación extra fue necesaria debido a que la última señal de apertura o cierre del actuador se mantuvo enclavada, esta condición funciona enviando una sola señal de apertura o cierre a la vez por un tiempo determinado. Evitando de esta manera el enclavamiento de las señales de control.

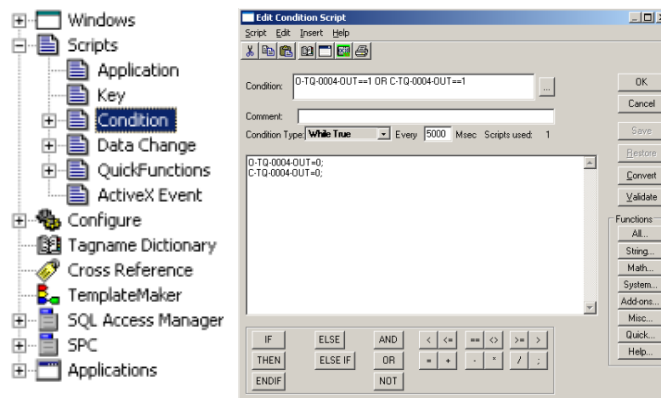


Figura 54. Condición de señal de Apertura y Cierre del actuador.

## 4.9. CONFIGURACIÓN DE ARCHESTRA

ArchestrA es un software complemento de Wonderware – Intouch, debido a que funciona como servidor al manejar el tráfico de información que da la comunicación Serial, Gateway y Ethernet. Para nuestro proyecto se creará un nuevo Nodo con el nombre del PLC que se adquiere los datos y su dirección IP correspondiente; los valores que presenta el Nodo creado serán dados automáticamente. Finalmente en la pestaña *Device groups* (Figura 55) se creará un nuevo nombre, que será el mismo que determinaremos en *Access Name* en Intouch. La configuración que se muestra en la figura 55, es la clave para que exista transferencia de datos entre equipos, ya que se especifica la dirección IP de la cual se van a adquirir los registros que originariamente son emitidos por los actuadores a través de la Master Station.

Name	Update Interval (ms)
UY_010201	100

Figura 55. Configuración ArchestrA System Management Console.

## **5. ANÁLISIS DE RESULTADOS**



## 5.1. CONECTIVIDAD DE EQUIPOS

Posterior a la configuración de los equipos pertenecientes a la red industrial, se comprueba la interconexión de los mismos con un ping a los diferentes host de la red como se observa en la figura 56.



```
Microsoft Windows [Version 5.2.3799]
(C) Copyright 1985-2003 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Mantenimiento>ping 172.20.129.246

Pinging 172.20.129.246 with 32 bytes of data:

Reply from 172.20.129.246: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 172.20.129.246: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 172.20.129.246: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 172.20.129.246: bytes=32 time<1ms TTL=64

Ping statistics for 172.20.129.246:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\Documents and Settings\Mantenimiento>ping 172.20.129.251

Pinging 172.20.129.251 with 32 bytes of data:

Reply from 172.20.129.251: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.20.129.251: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.20.129.251: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.20.129.251: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 172.20.129.251:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Documents and Settings\Mantenimiento>ping 172.20.129.202

Pinging 172.20.129.202 with 32 bytes of data:

Reply from 172.20.129.202: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 172.20.129.202: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 172.20.129.202: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 172.20.129.202: bytes=32 time<1ms TTL=64

Ping statistics for 172.20.129.202:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

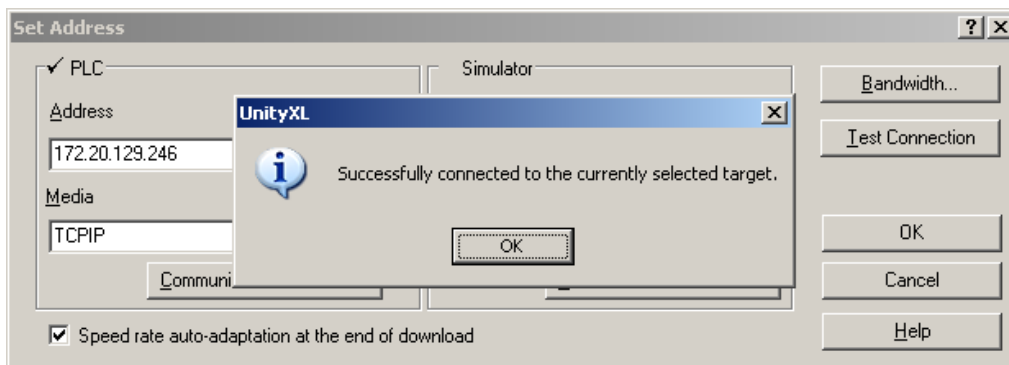
C:\Documents and Settings\Mantenimiento>_
```

Figura 56. Conexión de equipos a la Red.

## 5.2. CONEXIÓN AL PLC

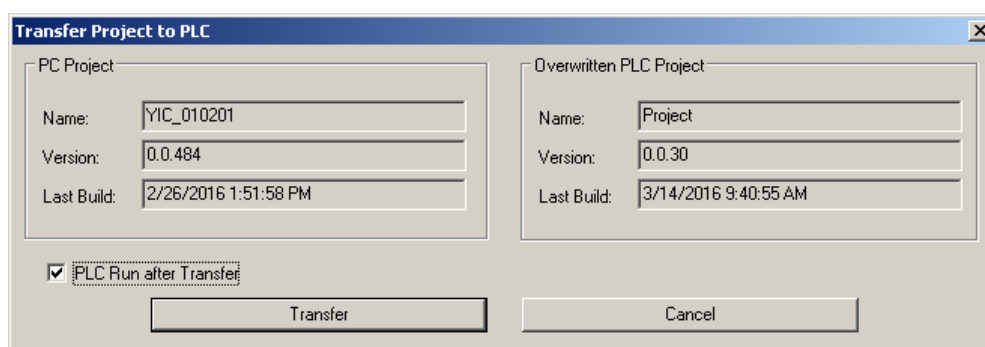
El PLC se conectó al culminar la conexión de la red establecida. Para el presente proyecto se comunica vía Ethernet, ya que todos los conectores seriales del Rack en campo están en uso.

La conexión hacia el Controlador Lógico Programable deberá ser transparente, es decir: no poseer errores en la programación, no exista conflictos de memorias en uso y principalmente que las configuraciones de red y conexión sean siempre estables (Figura 57).



**Figura 57.** Conexión al PLC de laboratorio.

La transferencia del Programa (Figura 58) se realizó posterior a la reconstrucción y análisis del proyecto, con lo cual se garantiza que no existan errores.



**Figura 58.** Carga de programa modificado al PLC.

### 5.3. VERIFICACION DE PROGRAMA Y TABLAS DE ANIMACIÓN

Las tablas de animación serán para el diseño del HMI, en el cual se verificó que las variables vinculadas a los Tags creados serán las mismas que el PLC lee de la Master Station. Posterior a la declaración de las memorias en *Elementary Variables*, se añadieron en *Animation Tables* en la cual se pudo visualizar el valor o forzar una variable. Debido a que el programa Intouch genera una señal tipo bool al aceptar alarmas existentes en el HMI, se programará una sección nueva en lenguaje FBD o bloques, el mismo que será

usado para la conversión de un dato tipo booleano a un registro de 16 bits (Bit To Word), ya que en la configuración de IO scanning de la NOE se mantendrá en último, esta configuración será para que el operador este obligado a reconocer las alarmas existentes en las unidades de campo y pueda prevenir accidentes o incidentes.

Las tablas de animación de Unity Pro XL son para fines de prueba, es decir, se declara la variable a utilizar, ya sea esta para lectura o forzado. Esto permitirá garantizar que la variable que se lee desde PLC hacia Intouch, sea la misma que la de Master Station hacia PLC. Para fines de prueba se tomará en cuenta los seis registros de los actuadores de salida de tanques TNA-02, TNA-04 y TNA-16 y también las memorias de reconocimiento de alarmas. Posterior a la creación de variables o memorias en el PLC junto a la creación de bloques *Bit To Word*, se procederá a analizar el proyecto y su reconstrucción, esto es indispensable para que se reconozcan posibles errores de programación o conflictos con memorias de registros (Figura 59).

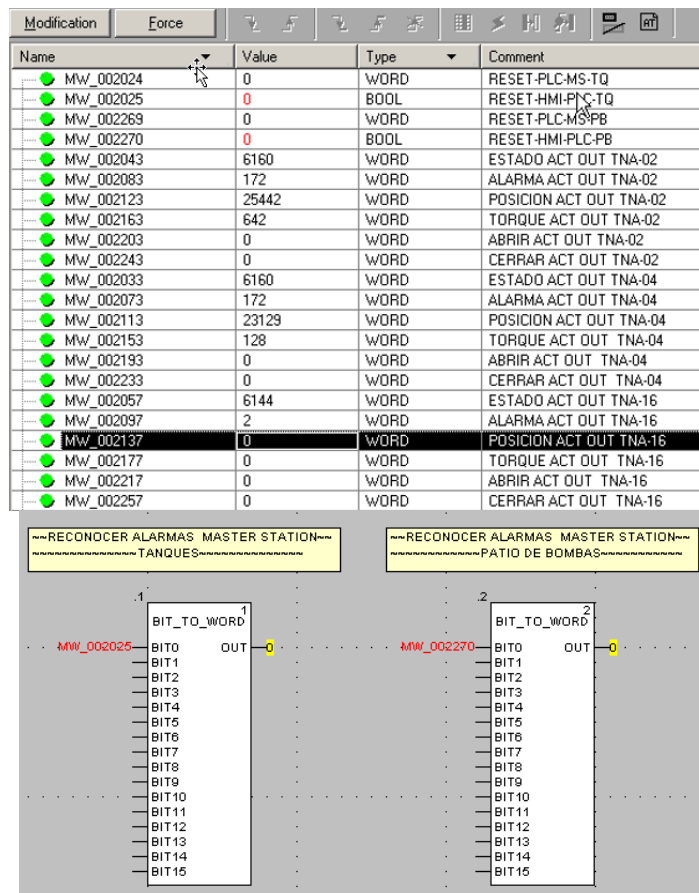


Figura 59. Lectura de adquisición de datos de actuadores.

## 5.4. LECTURA DE VARIABLES IO-SCANNING

La configuración del módulo de comunicación Ethernet está establecida previamente en el programa actual del PLC, se añadirá los registros a escanear según la IP del equipo, Este método se realiza una lectura en barrido de todas las variables de la Master Station, sin necesidad de la declaración individual en el PLC. Tomando en cuenta lo siguiente:

- ✓ *IP address* será la dirección de Master Station de TQ o PB
- ✓ *Unit ID*: Es el número de actuadores por lazo de comunicación.
- ✓ Los valores de *Health Timeout* y *Repetitive rate* son valores automáticos.
- ✓ *RD lenght* o *WR lenght* serán el número de registros a leer o escribir (estado, alarmas, posición, torque, abrir y cerrar), para nuestro caso será el número de unidades de campo.
- ✓ Para *Last Value* existen dos opciones: la primera que es Mantener el Ultimo que será usado para: estado, alarmas, posición y torque; la segunda opción es poner a Cero, la cual nos reinicia cualquier valor después de un cambio y será usado para abrir y cerrar, ya que solo se necesita una señal para ejecutar la operación, caso contrario se quedaría enclavado.

Una vez concluida la conexión de lazo de comunicación Pakscan y la red configurada, entra en funcionamiento la tarjeta de comunicación Ethernet NOE, la cual es capaz de escanear variables según la IP asignada, gracias a esta característica podremos designar el rango de lectura y en que memorias del PLC escribirlas tal como se observa en la figura 60.

	IP address	Device Name	Unit ID	Slave Sntax	Health Timeout (ms)	Repetitive rate (ms)	RD Master Object	RD Ref Slave	RD length	Last value (Input)	VR Master Object	VR Ref Slave	VR length	Description
1	172.20.123.212		20	Modbus	1500	1000	%MW430	402817	2	Set to 0	%MW1	402815	1	ACCULOAD BRAZOS 20,21
2	172.20.123.213		22	Modbus	1500	1000	%MW434	402817	2	Set to 0	%MW2	402815	1	ACCULOAD BRAZOS 22,23
3	172.20.123.202		40	Modbus	1500	1000	%MW1	400001	0	Hold last	%MW2025	400006	1	RS-MS-TQ
4	172.20.123.202		40	Modbus	1500	1000	%MW2026	401217	40	Hold last	%MW1	400001	0	ESTADO_ACT_TQ
5	172.20.123.202		40	Modbus	1500	1000	%MW2066	406937	40	Hold last	%MW1	400001	0	ALARMA_ACT_TQ
6	172.20.123.202		40	Modbus	1500	1000	%MW2106	402177	40	Hold last	%MW1	400001	0	POSICION_ACT_TQ
7	172.20.123.202		40	Modbus	1500	1000	%MW2146	406977	40	Hold last	%MW1	400001	0	TORQUE_ACT_TQ
8	172.20.123.202		40	Modbus	1500	1000	%MW1	400001	0	Set to 0	%MW286	403197	40	ABRIR_ACT_TQ
9	172.20.123.202		40	Modbus	1500	1000	%MW1	400001	0	Set to 0	%MW2226	403317	40	CERRAR_ACT_TQ
10	172.20.123.203		52	Modbus	1500	1000	%MW1	400001	0	Hold last	%MW2270	400006	1	RS-MS-PB
11	172.20.123.203		52	Modbus	1500	1000	%MW2271	401217	52	Hold last	%MW1	400001	0	ESTADO_ACT_FB
12	172.20.123.203		52	Modbus	1500	1000	%MW2323	406937	52	Hold last	%MW1	400001	0	ALARMA_ACT_FB
13	172.20.123.203		52	Modbus	1500	1000	%MW2376	402177	52	Hold last	%MW1	400001	0	POSICION_ACT_FB
14	172.20.123.203		52	Modbus	1500	1000	%MW2427	406977	52	Hold last	%MW1	400001	0	TORQUE_ACT_FB
15	172.20.123.203		52	Modbus	1500	1000	%MW1	400001	0	Set to 0	%MW2479	403197	52	ABRIR_ACT_FB
16	172.20.123.203		52	Modbus	1500	1000	%MW1	400001	0	Set to 0	%MW2531	403317	52	CERRAR_ACT_FB

Figura 60. Configuración IO Scanning (NOE).

## 5.5. ADQUISICIÓN DE DATOS EN ARCHESTRA

Una vez que arranque la aplicación en Intouch existirá el tráfico de los registros obtenidos por el PLC observándolo en el Diagnostico de *Device Group*. Después de estas configuraciones el software Wonderware está listo para las modificaciones de HMI con una correcta adquisición de datos. El software muestra de color verde los registro de los cuales adquiere datos, mostrara de color rojo cuando el dispositivo este desconectado o exista fallo de comunicación y finalmente tendrá una alarma de color naranja cuando la conexión es inestable o existe perdida de datos; en la misma tabla se muestra la información más relevante de los registros como tipo, localización, hora de última actualización y el valor obtenido por el mismo. Cabe mencionar que en el presente proyecto los registros adquiridos tendrán un rango entre 0 y 65535 y esta configuración viene por defecto al agregar un dispositivo al ArchestrA.DASMBTCP.1. Una vez que exista la correcta adquisición de datos se podrá leer desde cualquier PC en la Red Industrial de EP PETROECUADOR, con la única condición de direccionar al nodo correcto se logra la lectura de datos. Esta característica nos brinda la posibilidad de crear nuevas aplicaciones de los procesos en cuestión adquiriendo siempre el mismo dato. Una vez adquirida la señal hacia el PLC, en nuestro software ArchestrA, se mostrarán los Nodos de comunicación, en este caso del PLC UY\_010201 hacia los HMI de Despacho y Jet-Fuel. El cual enviará las señales una vez que el HMI se inicialice como se muestra en la figura 61.

Name	R/W...	Value	Time	Quality/Re...	MsgID	Location
402100	R/W	2	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402101	R/W	2	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402102	R/W	2	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402103	R/W	2	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402104	R/W	2	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402105	R/W	2	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402110	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402111	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402112	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402113	R/W	23129	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402114	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402115	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402116	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402117	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402122	R/W	28398	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402123	R/W	25571	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402130	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402131	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402136	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201
402137	R/W	0	8:23:48 PM	00C0	5000335	UY_20_A_23.UY_010201

Figura 61. Lectura de datos en ArchestrA.

## 5.6. VALIDACIÓN DEL SISTEMA

El funcionamiento de red es exitoso, debido al correcto direccionamiento y manejo de los registros, se realizan pruebas de lectura de los bits indicadores de estados y alarmas, así como la adquisición de datos de Posición y Torque. Al manipular todas las variables posibles en el actuador. El funcionamiento de la pantalla ESTADO VALVULA TQ o PB será exactamente la misma que INFO RED-PAKSCAN TQ o PB, con la variante que solo en la primera pantalla se podrá accionar la apertura o cierre del actuador. La pantalla INFO RED-PAKSCAN TQ o PB será desplegada solamente en la pantalla de RED PAKSCAN TQ o PB. En la figura 62 se puede visualizar que las imágenes de los actuadores que se encuentran en color rojo determinan que su estado es cerrado; mientras que los de color amarillo y contorno verde están en proceso de apertura o cierre. En la ventana emergente que se encarga de informar el estado del actuador y su control se puede observar que existe comunicación y control del actuador aun en presencia de fallo físico de cable de instrumentación, las pruebas se realizaron desconectando un cable del lazo de comunicación. También se observa que al no tener carga el motor el torque ejercido por el mismo es casi cero, se demuestra que la adquisición y control de los datos es correcto.

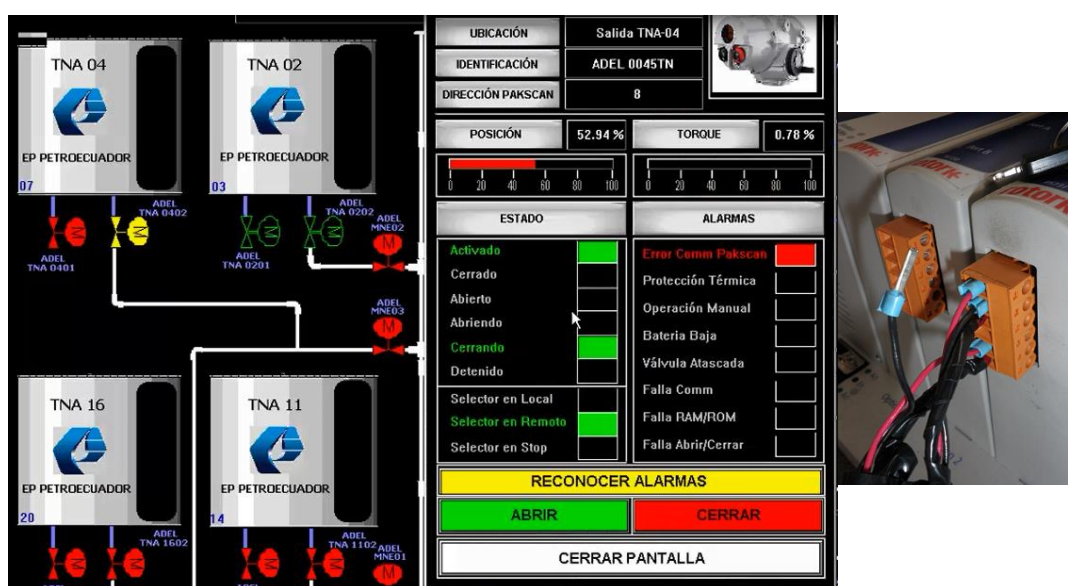


Figura 62. Lectura de datos en despacho gasolina Extra & Estado Válvula.

En la figura 63 se observa que existe lectura de todos los registros de Estados, Alarmas, Posición, Torque, Abrir y Cerrar, también la animación de línea de comunicación se encuentra activa al igual que las flechas, debido a que no existe fallo de comunicación de Lazo Pakscan.



Figura 63. Lectura de datos en ventana Red Pakscan Tanques & Info Red Pakscan

La figura 64 muestra la misma ventana de mezclas en el HMI de Jet-Fuel, el cual indica que siempre existe transferencia de datos con una correcta comunicación o en presencia de fallo físico de cable; los fallos de cable puede ser circuito abierto, conexión a tierra o cortocircuito.

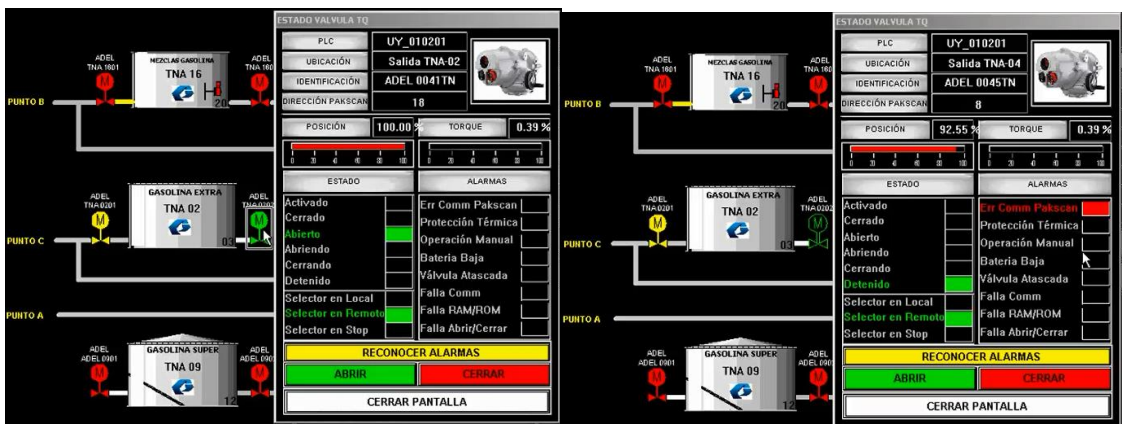


Figura 64. Lectura de datos en ventana mezclas de HMI Jet-Fuel.

En la figura 65 se demuestra que la lectura de los registros de los actuadores es correcta en presencia de error de comunicación Pakscan; cabe mencionar que los botones para operar la apertura o cierre de los actuadores se encuentran de color opaco para que el operador se vea forzado a reconocer las alarmas presentes en el actuador, ya que esto previene de accidentes posibles en la operación de mezclas o despacho de combustible. El Botón de reconocer alarmas no se puede visualizar debido a que posee animación de Blink. Al no tener carga el motor no existe toque, por ese motivo su valor es aproximadamente cero.

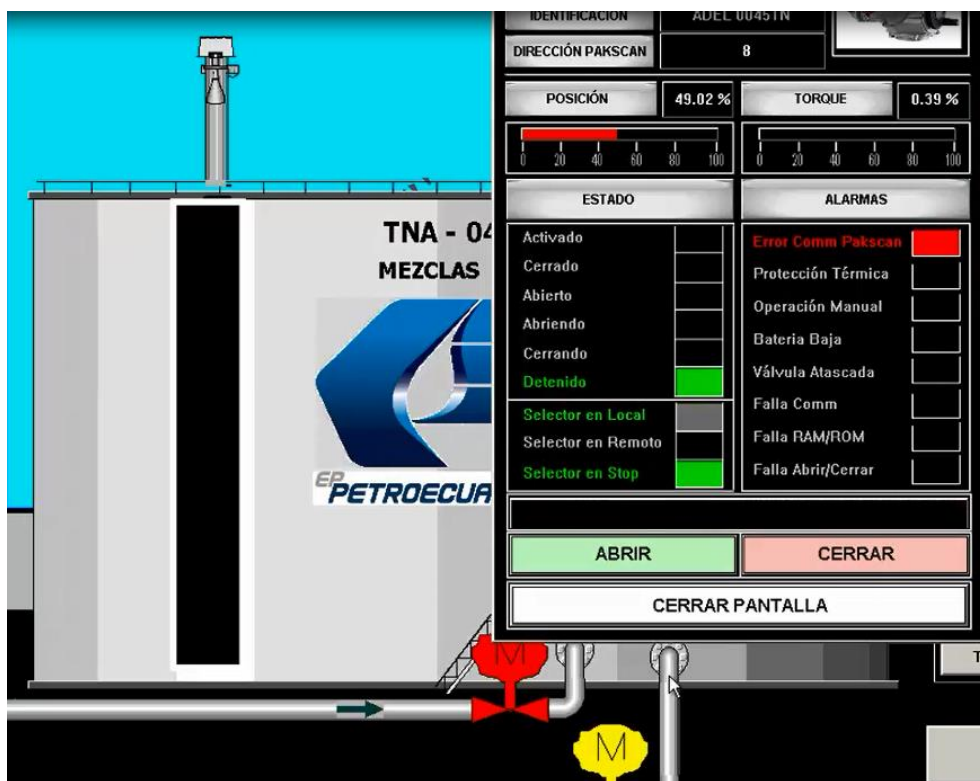


Figura 65. Lectura de datos ventana Tanque en HMI Despacho.



## **6. IMPACTO AMBIENTAL**

Para el estudio del impacto ambiental del presente proyecto de titulación, se deberá ponderar según su intensidad, extensión, duración, Reversibilidad y Riesgo (Tabla 20). Dichas variables definirán el impacto que implica la materialización del diseño previamente analizado.

**Tabla 20.** Valoración de las Variables.

Intensidad (i)	Extensión (e)	Duración (d)	Reversibilidad (R)	Riesgo (g)
Alta 3	Alta 3	Alta 3	Alta 3	Alta 3
Moderada 2	Moderada 2	Moderada 2	Moderada 2	Moderada 2
Baja 1	Baja 1	Baja 1	Baja 1	Baja 1

(Domingo, 2010)

El estudio del impacto ambiental se analizará en Matriz de Interacción Causa-Efecto, Clasificación de Variables, Valoración de Variables, Calculo de la Magnitud de los Impactos y la Importancia de los Impactos, como se muestra a partir de la tabla 21.

**Tabla 21.** Matriz Interacción Causa-Efecto.

Elemento	Componentes	Impactos	Carácter	Fase de Construcción	
				Instalación de canalleta Portacables	Tendido y conexión de cables de comunicación y fuerza
Físico	Aire	Ruidos y Vibraciones	-		
	Suelo	Contaminación del suelo	-		
	Agua	Contaminación de agua superficial o subterránea	-		
Biótico	Flora	Vegetación Terrestre	-		
	Fauna	Fauna Terrestre	-		
Socio Económico Cultural	Social	Riesgos a la población	-		
	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-		
	Seguridad y Salud	Riesgo Eléctrico	+		
	Empleo	Contratación de servicios	+		

Como se observa en la tabla 22 se procede a ponderar los riesgos presentes en función de las actividades presentes en la fase de construcción.

**Tabla 22.** Clasificación de Variables

Elemento	Componentes	Impactos	Carácter	Fase de Construcción											
				Instalación de canaleta Portacables					Tendido y conexión de cables de comunicación y fuerza						
				i	e	d	R	g	i	e	d	R	g		
Físico	Aire	Ruidos y Vibraciones	-	2	1	2	1	1							
	Suelo	Contaminación del suelo	-												
	Agua	Contaminación de agua superficial o subterránea	-												
Biótico	Flora	Vegetación Terrestre	-												
	Fauna	Fauna Terrestre	-												
Socio Económico Cultural	Social	Riesgos a la población	-												
	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1		
	Seguridad y Salud	Riesgo Eléctrico	+	1	1	1	1	2	3	1	3	1	3		
	Empleo	Contratación de servicios	+	2	1	1	2	1							

Para el cálculo de la Magnitud de los impactos se realiza el cálculo de los mismos tomando en cuenta la Intensidad, Extensión y Duración tal como se muestra en la tabla 23.

**Tabla 23.** Escala de valores intensidad, extensión y duración.

Peso	Valor	Escala de valores estimados	Valoración
Intensidad	0,4	1,0 – 1,6	Bajo
Extensión	0,4	1,7 – 2,3	Medio
Duración	0,2	2,4 – 3,0	Alto

(Domingo, 2010)

**Tabla 24.** Cálculo de la magnitud de los Impactos.

Elemento	Componentes	Impactos	Carácter	Fase de Construcción	
				Instalación de canaleta Portacables	Tendido y conexión de cables de comunicación y fuerza
Físico	Aire	Ruidos y Vibraciones	-	1,6	
	Suelo	Contaminación del suelo	-		
	Agua	Contaminación de agua superficial o subterránea	-		
Biótico	Flora	Vegetación Terrestre	-		
	Fauna	Fauna Terrestre	-		
Socio Económico Cultural	Social	Riesgos a la población	-		
	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	1	1
	Seguridad y Salud	Riesgo Eléctrico	+	1	2,2
	Empleo	Contratación de servicios	+	1,4	

Finalmente se procede a calcular la importancia de los impactos tomando en cuenta la Extensión, Reversibilidad y el Riesgo tal como se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25.** Escala de valores extensión, reversibilidad y riesgo

Peso	Valor	Escala de valores estimados	Valoración
Extensión	0,4	1,0 – 1,6	Bajo
Reversibilidad	0,35	1,7 – 2,3	Medio
Riesgo	0,25	2,4 – 3,0	Alto

(Domingo, 2010)

**Tabla 26.** Cálculo de la Importancia de los Impactos.

Elemento	Componentes	Impactos	Carácter	Fase de Construcción	
				Instalación de canaleta Portacables	Tendido y conexión de cables de comunicación y fuerza
Físico	Aire	Ruidos y Vibraciones	-	1,0	
	Suelo	Contaminación del suelo	-		
	Agua	Contaminación de agua superficial o subterránea	-		
Biótico	Flora	Vegetación Terrestre	-		
	Fauna	Fauna Terrestre	-		
Socio Económico Cultural	Social	Riesgos a la población	-		
	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-	1,35	1,35
	Seguridad y Salud	Riesgo Eléctrico	+	1,25	1,5
	Empleo	Contratación de servicios	+	1,35	

Finalmente se concluye que el impacto ambiental del presente proyecto de titulación es bajo, debido a que el área en la cual se va a instalar es industrial y todo su sector cuenta con normas de seguridad establecidas. Teniendo en cuenta que el único riesgo que este proyecto presenta es la conexión de los cables de alimentación de los actuadores (480 V).

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- Con la renovación total de los actuadores eléctricos en Tanques de Almacenamiento se garantiza el control de los mismos, también los actuadores salientes serán reubicados en patio de bombas previo a una inspección.
- El principal beneficio del presente proyecto fue el mantener el control de todos los actuadores aun en presencia de falla física del cable de instrumentación tales como: corto circuito, conexión a tierra y circuito abierto.
- El presente proyecto fue realizado bajo requerimiento de los Técnicos Operadores del terminal Beaterio, en el cual se definió qué tipo de control, alarmas y estados son necesarios para su operación y monitoreo.
- Se determinó que la adquisición de datos mediante registros es más eficiente, ya que al adquirirlos de forma discreta se necesita crear más Tags para su declaración, de esta manera se reduce la memoria utilizada por la aplicación.
- Se diseñó una función en la cual se pueda comparar cualquiera de los 16 bits del registro de estado o alarmas, gracias a ello se simplifica la programación y es de fácil entendimiento para los Técnicos de mantenimiento de Terminal Beaterio.
- El recorrido de la canaleta y por ende del lazo de comunicación optimizará longitudes de cable con la finalidad de reducir costos y la capacitancia del mismo.
- Al adquirir actuadores nuevos, se procede a configurar mediante protocolo http y a través de un browser la configuración de los mismos, ya que caso contrario los valores que vienen por defecto inhabilita funciones como lectura de torque.
- El uso de etiquetas de equipos basados en el sistema Máximo de EP PETROECUADOR, facilitó el reconocimiento de los técnicos de mantenimiento de terminales norte.

## RECOMENDACIONES

- Cuando exista un fallo en el lazo de comunicación Pakscan ya sea por cable roto, cortocircuito o contacto a tierra; se deberá resetear el lazo desde la Master Station posterior a la revisión de mantenimiento Eléctrico y Control del Terminal Beaterio.
- Se recomienda adquirir las tarjetas de comunicación Pakscan para actuadores salientes de Tanques de almacenamiento y posterior instalación en Patio de Bombas Despacho.
- Para evitar fallos en las aplicaciones creadas en Wonderware-Intouch, se deberá configurar la resolución de la pantalla a la establecida en la aplicación, caso contrario la interfaz gráfica se reconfigurara dañando su estética.
- El personal de mantenimiento Eléctrico y Automatización, deberá supervisar continuamente el estado del HMI ante posibles fallas de actuadores, Master Station y Red Pakscan.
- Se deberá evitar remover los módulos cuando la Master Station se encuentre encendida o en caliente, ya que esto quemará componentes del equipo. Se deberá mantener en el tablero sin remover ya que solamente deberá ser modificado por personal autorizado.
- Si se planea realizar modificaciones a la Master Station desde el navegador Web, se deberá usar las versiones actualizadas y de preferencia Internet Explorer o Google Chrome.



## BIBLIOGRAFÍA

- AGG Software, Technology at your service, August 2012, Recuperado de: <http://www.aggsoft.com/rs232-pinout-cable/serial-port-db9.htm>.
- American National Standard. (1992). Instrumentation symbols and identifications. American National Standard, 72, 1-30. 19 de Marzo del 2016, De ANSI/ISA Base de datos.
- Cardelas, F., (2011). Comunicación RS-485 y Modbus. Grupo de Innovación Educativa en Automática, 28, 2-27. 29 de Marzo del "2016, De Universidad de Alicante Base de datos.
- CISCO SYSTEMS. Internetworking Technology Handbook. Ethernet Technologies, Recuperado el 20 de Marzo del 2016 de: [[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/ethernet.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ethernet.htm)].
- Corrales L., (2007). Interfaces de Comunicación Industrial. EPN, 51, 2-50. 20 de Marzo del 1016, De Departamento de Automatización y Control Industrial Base de datos.
- Departamento de Electricidad-CIP. ETI., (2012). Comunicaciones Industriales. 1 de Abril del 2016, de M.P.M. y F.P.M. DEPTO.ELECTRICIDAD-C.I.P. ETI Tudela Recuperado de: [http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl\\_net\\_00presentacioncursocomindbabel.pdf](http://www.infopl.net/files/documentacion/comunicaciones/infopl_net_00presentacioncursocomindbabel.pdf).
- E. Mandado, J. M. Acevedo, C. Fernández, J.I. Armesto, Autómatas Programables y Sistemas de Automatización. Marcombo, 2ª. Edición 2010.
- Forero, N. (2012). Normas de Comunicación en Serie: RS-232, RS-422, RS-485. Ingenious Free, 9(1).
- Guerrero V., (2009) Comunicaciones Industriales. Editorial Alfaomega. Edición Primera.
- Mariño, P., (2003), Las Comunicaciones En La Empresa: Normas, Redes y Servicios. Ra-Ma, 2ª. Edición.
- Mengual, P., (2009) STEP 7 U. Una manera fácil de programar PLC Slemens. Editorial Alfaomega.Edición Primera.

- MVXTROM, (2015). Catalogo Bandeja Portacables. 10 de Abril del 2016, de Mvxtrom Sitio web: <http://www.mvxtrom.supersitio.net/catalogo/>.
- Piedrafita, R., (2009) Ingeniería de la automatización industrial. RA-MA Editorial, p. 71- 157.
- Rotork. (2007). P3-Pakscan Loop Driver Technical Manual. Rotork Publications, 44, 3-40. 7 de Abril del 2016, De S720E V1.02 Base de datos.
- Rotork. (2009). Modbus RTU Serial and TCP/IP Communication for Pakscan P3 and IIS Master Station. Rotork Publications, 96, 10-90. 4 de Abril del 2016, De S171E V1.2 Base de datos.
- Rotork. (2009). P3 - Pakscan Master Station Technical Manual. Rotork Publications, 90, 3-89. 10 de Abril del 2016, De S720E V2.1 Base de datos.
- Rotork. (2011). IQT Range Installation and Maintenance Instructions. Rotork Publications, 92, 2-90. 3 de Abril del 2016, De PUB002-004-00 Issue 01/11 Base de datos.
- Rotork. (2014). IQ & IQT Range. Rotork Publications, 32, 2-30. 2 de Abril del 2016, De E110E Issue 05/14 Base de datos.
- Rotork. (2014). Líneas de Producto del Grupo. Rotork Publicaciones, 36, 2-34. 5 Abril del 2016, De PUB000-002-04\_0314 Base de datos.
- Rotork. (2014). Rotork Constrols. Rotork Publications, 4, 1-4. 4 de Abril del 2016, De PUB002-013-00\_0813 Base de datos.
- Salazar, R., & Correa, O., (2011). Buses de Campo y Protocolos en Redes Industriales. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 27, 1-27. 10 de Abril del 2016, De Universidad de Manizales Base de datos.
- Stallin W., (2004). Comunicaciones y Redes de Computadoras, 7ma edición, Editorial Pearson Prentice Hall, Madrid-España.
- Tanenbaum A., (2003) Redes de Computadoras, 6ta edición, Pearson Educación
- The RS232 Standard A Tutorial with Signal Names and Definitions, C. E. Strangio. (2012). CAMI Research Inc. Acton Massachusetts [Online]. Recuperado de: [http://www.camiresearch.com/Data\\_Com\\_Basics/RS232\\_standard.html#anchor1154232](http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html#anchor1154232).

- Tomás, M., (2012). Tutorial de Comunicaciones Industriales. Electrónica USMSM, 12, 1-12. 3 de Abril del 2016, De Universidad Nacional Mayor de San Marcos Base de datos.
- Top Cable, (2015). Cables de Instrumentación. 18 de marzo del 2016, de Top Cable Sitio, Recuperado de: <http://www.topcable.com/es/cables-de-baja-tension/cables-de-instrumentacion/>.
- Universidad de Valencia. (2013). Redes de Comunicación Industriales. En Sistemas Industriales Distribuidos (39-60). Departamento de Automatización Universidad de Valencia: Valenciana.
- Viakon, (2016). Conductores Eléctricos. Manual Eléctrico, 84, 1-55. 18 Marzo del 2016, De Manuales Base de datos.
- Vildósola, E. (2013). Actuadores. Soltex Chile, 8, 8. 2016, Marzo 15, De AIE Base de datos.

**ANEXOS**

## Anexo 1

**Tabla de códigos de identificación de instrumentos ISA-S5 (92).**

PRIMERA LETRA			LETRAS SUCESIVAS		
	Variable medida o inicial	Letra de modificación	Lectura o función de lectura pasiva	Función de salida	Letra de modificación
A	Análisis		Alarma		
B	Quemador, Combustión		Libre	Libre	Libre
C	Conductividad (eléctrica)			Control	
D	Densidad o Peso específico	Diferencial			
E	Voltaje		Sensor (elemento primario)		
F	Caudal o Flujo	Relación			
G	Calibre (espesor)		Vidrio, dispositivo de visión		
H	Manual				Alto
I	Corriente (eléctrica)		Indicación		
J	Potencia	Exploración			
K	Tiempo, programación tiempo	Variación de tiempo		Estación de Control	
L	Nivel		Luz Piloto		Bajo
M	Humedad	Momentáneo			Medio, Intermedio
N	Libre		Libre	Libre	Libre
O	Libre		Orificio, Restricción		
P	Presión, Vado		Punto, conexión		
Q	Cantidad	Integrar, Totalizar			
R	Radiación		Registro		
S	Velocidad, Frecuencia	Seguridad		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisión	
U	Multivariable		Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Vibración, Análisis mecánico			Válvula, Regulador, Persiana	
W	Peso, Fuerza		Vaina, Sonda		
X	Sin clasificar	Eje X	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Evento, Estado o Presencia	Eje Y		Relé, Cálculo, Conversión	
Z	Posición, Dimensión	Eje Z		Motor, Actuador, Elemento final de control	

## Anexo 2

### Tablas de direcciones y variables lazo de comunicación Pakscan TQ (Tanques).

DIR.	COMENTARIO	VARIABLE INTOUCH	DIRECCION PLC	DIRECCION MASTER STATION
1	ESTADO_ACT_IN_TQ_06	S-TQ-0006-IN	%MW002026	401217
2	ESTADO_ACT_OUT_TQ_06	S-TQ-0006-OUT	%MW002027	401218
3	ESTADO_ACT_IN_TQ_05	S-TQ-0005-IN	%MW002028	401219
4	ESTADO_ACT_OUT_TQ_05	S-TQ-0005-OUT	%MW002029	401220
5	ESTADO_ACT_IN_TQ_03	S-TQ-0003-IN	%MW002030	401221
6	ESTADO_ACT_OUT_TQ_03	S-TQ-0003-OUT	%MW002031	401222
7	ESTADO_ACT_IN_TQ_04	S-TQ-0004-IN	%MW002032	401223
8	ESTADO_ACT_OUT_TQ_04	S-TQ-0004-OUT	%MW002033	401224
9	ESTADO_ACT_IN_TQ_11	S-TQ-0011-IN	%MW002034	401225
10	ESTADO_ACT_OUT_TQ_11	S-TQ-0011-OUT	%MW002035	401226
11	ESTADO_ACT_IN_TQ_09	S-TQ-0009-IN	%MW002036	401227
12	ESTADO_ACT_OUT_TQ_09	S-TQ-0009-OUT	%MW002037	401228
13	ESTADO_ACT_IN_TQ_10	S-TQ-0010-IN	%MW002038	401229
14	ESTADO_ACT_OUT_TQ_10	S-TQ-0010-OUT	%MW002039	401230
15	ESTADO_ACT_IN_TQ_08	S-TQ-0008-IN	%MW002040	401231
16	ESTADO_ACT_OUT_TQ_08	S-TQ-0008-OUT	%MW002041	401232
17	ESTADO_ACT_IN_TQ_02	S-TQ-0002-IN	%MW002042	401233
18	ESTADO_ACT_OUT_TQ_02	S-TQ-0002-OUT	%MW002043	401234
19	ESTADO_ACT_IN_TQ_18	S-TQ-0018-IN	%MW002044	401235
20	ESTADO_ACT_OUT_TQ_18	S-TQ-0018-OUT	%MW002045	401236
21	ESTADO_ACT_IN_TQ_19	S-TQ-0019-IN	%MW002046	401237
22	ESTADO_ACT_OUT_TQ_19	S-TQ-0019-OUT	%MW002047	401238
23	ESTADO_ACT_IN_TQ_20	S-TQ-0020-IN	%MW002048	401239
24	ESTADO_ACT_OUT_TQ_20	S-TQ-0020-OUT	%MW002049	401240
25	ESTADO_ACT_IN_TQ_01	S-TQ-0001-IN	%MW002050	401241
26	ESTADO_ACT_OUT_TQ_01	S-TQ-0001-OUT	%MW002051	401242
27	ESTADO_ACT_IN_TQ_07	S-TQ-0007-IN	%MW002052	401243
28	ESTADO_ACT_OUT_TQ_07	S-TQ-0007-OUT	%MW002053	401244
29	ESTADO_ACT_IN_TQ_17	S-TQ-0017-IN	%MW002054	401245
30	ESTADO_ACT_OUT_TQ_17	S-TQ-0017-OUT	%MW002055	401246
31	ESTADO_ACT_IN_TQ_16	S-TQ-0016-IN	%MW002056	401247
32	ESTADO_ACT_OUT_TQ_16	S-TQ-0016-OUT	%MW002057	401248
33	ESTADO_ACT_IN_TQ_12	S-TQ-0012-IN	%MW002058	401249
34	ESTADO_ACT_OUT_TQ_12	S-TQ-0012-OUT	%MW002059	401250

35	ESTADO_ACT_IN_TQ_13	S-TQ-0013-IN	%MW002060	401251
36	ESTADO_ACT_OUT_TQ_13	S-TQ-0013-OUT	%MW002061	401252
37	ESTADO_ACT_IN_TQ_14	S-TQ-0014-IN	%MW002062	401253
38	ESTADO_ACT_OUT_TQ_14	S-TQ-0014-OUT	%MW002063	401254
39	ESTADO_ACT_IN_TQ_15	S-TQ-0015-IN	%MW002064	401255
40	ESTADO_ACT_OUT_TQ_15	S-TQ-0015-OUT	%MW002065	401256
1	ALARMA_ACT_IN_TQ_06	AL-TQ-0006-IN	%MW002066	401697
2	ALARMA_ACT_OUT_TQ_06	AL-TQ-0006-OUT	%MW002067	401698
3	ALARMA_ACT_IN_TQ_05	AL-TQ-0005-IN	%MW002068	401699
4	ALARMA_ACT_OUT_TQ_05	AL-TQ-0005-OUT	%MW002069	401700
5	ALARMA_ACT_IN_TQ_03	AL-TQ-0003-IN	%MW002070	401701
6	ALARMA_ACT_OUT_TQ_03	AL-TQ-0003-OUT	%MW002071	401702
7	ALARMA_ACT_IN_TQ_04	AL-TQ-0004-IN	%MW002072	401703
8	ALARMA_ACT_OUT_TQ_04	AL-TQ-0004-OUT	%MW002073	401704
9	ALARMA_ACT_IN_TQ_11	AL-TQ-0011-IN	%MW002074	401705
10	ALARMA_ACT_OUT_TQ_11	AL-TQ-0011-OUT	%MW002075	401706
11	ALARMA_ACT_IN_TQ_09	AL-TQ-0009-IN	%MW002076	401707
12	ALARMA_ACT_OUT_TQ_09	AL-TQ-0009-OUT	%MW002077	401708
13	ALARMA_ACT_IN_TQ_10	AL-TQ-0010-IN	%MW002078	401709
14	ALARMA_ACT_OUT_TQ_10	AL-TQ-0010-OUT	%MW002079	401710
15	ALARMA_ACT_IN_TQ_08	AL-TQ-0008-IN	%MW002080	401711
16	ALARMA_ACT_OUT_TQ_08	AL-TQ-0008-OUT	%MW002081	401712
17	ALARMA_ACT_IN_TQ_02	AL-TQ-0002-IN	%MW002082	401713
18	ALARMA_ACT_OUT_TQ_02	AL-TQ-0002-OUT	%MW002083	401714
19	ALARMA_ACT_IN_TQ_18	AL-TQ-0018-IN	%MW002084	401715
20	ALARMA_ACT_OUT_TQ_18	AL-TQ-0018-OUT	%MW002085	401716
21	ALARMA_ACT_IN_TQ_19	AL-TQ-0019-IN	%MW002086	401717
22	ALARMA_ACT_OUT_TQ_19	AL-TQ-0019-OUT	%MW002087	401718
23	ALARMA_ACT_IN_TQ_20	AL-TQ-0020-IN	%MW002088	401719
24	ALARMA_ACT_OUT_TQ_20	AL-TQ-0020-OUT	%MW002089	401720
25	ALARMA_ACT_IN_TQ_01	AL-TQ-0001-IN	%MW002090	401721
26	ALARMA_ACT_OUT_TQ_01	AL-TQ-0001-OUT	%MW002091	401722
27	ALARMA_ACT_IN_TQ_07	AL-TQ-0007-IN	%MW002092	401723
28	ALARMA_ACT_OUT_TQ_07	AL-TQ-0007-OUT	%MW002093	401724
29	ALARMA_ACT_IN_TQ_17	AL-TQ-0017-IN	%MW002094	401725
30	ALARMA_ACT_OUT_TQ_17	AL-TQ-0017-OUT	%MW002095	401726
31	ALARMA_ACT_IN_TQ_16	AL-TQ-0016-IN	%MW002096	401727
32	ALARMA_ACT_OUT_TQ_16	AL-TQ-0016-OUT	%MW002097	401728
33	ALARMA_ACT_IN_TQ_12	AL-TQ-0012-IN	%MW002098	401729
34	ALARMA_ACT_OUT_TQ_12	AL-TQ-0012-OUT	%MW002099	401730

35	ALARMA_ACT_IN_TQ_13	AL-TQ-0013-IN	%MW002100	401731
36	ALARMA_ACT_OUT_TQ_13	AL-TQ-0013-OUT	%MW002101	401732
37	ALARMA_ACT_IN_TQ_14	AL-TQ-0014-IN	%MW002102	401733
38	ALARMA_ACT_OUT_TQ_14	AL-TQ-0014-OUT	%MW002103	401734
39	ALARMA_ACT_IN_TQ_15	AL-TQ-0015-IN	%MW002104	401735
40	ALARMA_ACT_OUT_TQ_15	AL-TQ-0015-OUT	%MW002105	401736
1	POSICION_ACT_IN_TQ_06	Z-TQ-0006-IN	%MW002106	402177
2	POSICION_ACT_OUT_TQ_06	Z-TQ-0006-OUT	%MW002107	402178
3	POSICION_ACT_IN_TQ_05	Z-TQ-0005-IN	%MW002108	402179
4	POSICION_ACT_OUT_TQ_05	Z-TQ-0005-OUT	%MW002109	402180
5	POSICION_ACT_IN_TQ_03	Z-TQ-0003-IN	%MW002110	402181
6	POSICION_ACT_OUT_TQ_03	Z-TQ-0003-OUT	%MW002111	402182
7	POSICION_ACT_IN_TQ_04	Z-TQ-0004-IN	%MW002112	402183
8	POSICION_ACT_OUT_TQ_04	Z-TQ-0004-OUT	%MW002113	402184
9	POSICION_ACT_IN_TQ_11	Z-TQ-0011-IN	%MW002114	402185
10	POSICION_ACT_OUT_TQ_11	Z-TQ-0011-OUT	%MW002115	402186
11	POSICION_ACT_IN_TQ_09	Z-TQ-0009-IN	%MW002116	402187
12	POSICION_ACT_OUT_TQ_09	Z-TQ-0009-OUT	%MW002117	402188
13	POSICION_ACT_IN_TQ_10	Z-TQ-0010-IN	%MW002118	402189
14	POSICION_ACT_OUT_TQ_10	Z-TQ-0010-OUT	%MW002119	402190
15	POSICION_ACT_IN_TQ_08	Z-TQ-0008-IN	%MW002120	402191
16	POSICION_ACT_OUT_TQ_08	Z-TQ-0008-OUT	%MW002121	402192
17	POSICION_ACT_IN_TQ_02	Z-TQ-0002-IN	%MW002122	402193
18	POSICION_ACT_OUT_TQ_02	Z-TQ-0002-OUT	%MW002123	402194
19	POSICION_ACT_IN_TQ_18	Z-TQ-0018-IN	%MW002124	402195
20	POSICION_ACT_OUT_TQ_18	Z-TQ-0018-OUT	%MW002125	402196
21	POSICION_ACT_IN_TQ_19	Z-TQ-0019-IN	%MW002126	402197
22	POSICION_ACT_OUT_TQ_19	Z-TQ-0019-OUT	%MW002127	402198
23	POSICION_ACT_IN_TQ_20	Z-TQ-0020-IN	%MW002128	402199
24	POSICION_ACT_OUT_TQ_20	Z-TQ-0020-OUT	%MW002129	402200
25	POSICION_ACT_IN_TQ_01	Z-TQ-0001-IN	%MW002130	402201
26	POSICION_ACT_OUT_TQ_01	Z-TQ-0001-OUT	%MW002131	402202
27	POSICION_ACT_IN_TQ_07	Z-TQ-0007-IN	%MW002132	402203
28	POSICION_ACT_OUT_TQ_07	Z-TQ-0007-OUT	%MW002133	402204
29	POSICION_ACT_IN_TQ_17	Z-TQ-0017-IN	%MW002134	402205
30	POSICION_ACT_OUT_TQ_17	Z-TQ-0017-OUT	%MW002135	402206
31	POSICION_ACT_IN_TQ_16	Z-TQ-0016-IN	%MW002136	402207
32	POSICION_ACT_OUT_TQ_16	Z-TQ-0016-OUT	%MW002137	402208
33	POSICION_ACT_IN_TQ_12	Z-TQ-0012-IN	%MW002138	402209
34	POSICION_ACT_OUT_TQ_12	Z-TQ-0012-OUT	%MW002139	402210



35	POSICION_ACT_IN_TQ_13	Z-TQ-0013-IN	%MW002140	402211
36	POSICION_ACT_OUT_TQ_13	Z-TQ-0013-OUT	%MW002141	402212
37	POSICION_ACT_IN_TQ_14	Z-TQ-0014-IN	%MW002142	402213
38	POSICION_ACT_OUT_TQ_14	Z-TQ-0014-OUT	%MW002143	402214
39	POSICION_ACT_IN_TQ_15	Z-TQ-0015-IN	%MW002144	402215
40	POSICION_ACT_OUT_TQ_15	Z-TQ-0015-OUT	%MW002145	402216
1	TORQUE_ACT_IN_TQ_06	W-TQ-0006-IN	%MW002146	406977
2	TORQUE_ACT_OUT_TQ_06	W-TQ-0006-OUT	%MW002147	406978
3	TORQUE_ACT_IN_TQ_05	W-TQ-0005-IN	%MW002148	406979
4	TORQUE_ACT_OUT_TQ_05	W-TQ-0005-OUT	%MW002149	406980
5	TORQUE_ACT_IN_TQ_03	W-TQ-0003-IN	%MW002150	406981
6	TORQUE_ACT_OUT_TQ_03	W-TQ-0003-OUT	%MW002151	406982
7	TORQUE_ACT_IN_TQ_04	W-TQ-0004-IN	%MW002152	406983
8	TORQUE_ACT_OUT_TQ_04	W-TQ-0004-OUT	%MW002153	406984
9	TORQUE_ACT_IN_TQ_11	W-TQ-0011-IN	%MW002154	406985
10	TORQUE_ACT_OUT_TQ_11	W-TQ-0011-OUT	%MW002155	406986
11	TORQUE_ACT_IN_TQ_09	W-TQ-0009-IN	%MW002156	406987
12	TORQUE_ACT_OUT_TQ_09	W-TQ-0009-OUT	%MW002157	406988
13	TORQUE_ACT_IN_TQ_10	W-TQ-0010-IN	%MW002158	406989
14	TORQUE_ACT_OUT_TQ_10	W-TQ-0010-OUT	%MW002159	406990
15	TORQUE_ACT_IN_TQ_08	W-TQ-0008-IN	%MW002160	406991
16	TORQUE_ACT_OUT_TQ_08	W-TQ-0008-OUT	%MW002161	406992
17	TORQUE_ACT_IN_TQ_02	W-TQ-0002-IN	%MW002162	406993
18	TORQUE_ACT_OUT_TQ_02	W-TQ-0002-OUT	%MW002163	406994
19	TORQUE_ACT_IN_TQ_18	W-TQ-0018-IN	%MW002164	406995
20	TORQUE_ACT_OUT_TQ_18	W-TQ-0018-OUT	%MW002165	406996
21	TORQUE_ACT_IN_TQ_19	W-TQ-0019-IN	%MW002166	406997
22	TORQUE_ACT_OUT_TQ_19	W-TQ-0019-OUT	%MW002167	406998
23	TORQUE_ACT_IN_TQ_20	W-TQ-0020-IN	%MW002168	406999
24	TORQUE_ACT_OUT_TQ_20	W-TQ-0020-OUT	%MW002169	407000
25	TORQUE_ACT_IN_TQ_01	W-TQ-0001-IN	%MW002170	407001
26	TORQUE_ACT_OUT_TQ_01	W-TQ-0001-OUT	%MW002171	407002
27	TORQUE_ACT_IN_TQ_07	W-TQ-0007-IN	%MW002172	407003
28	TORQUE_ACT_OUT_TQ_07	W-TQ-0007-OUT	%MW002173	407004
29	TORQUE_ACT_IN_TQ_17	W-TQ-0017-IN	%MW002174	407005
30	TORQUE_ACT_OUT_TQ_17	W-TQ-0017-OUT	%MW002175	407006
31	TORQUE_ACT_IN_TQ_16	W-TQ-0016-IN	%MW002176	407007
32	TORQUE_ACT_OUT_TQ_16	W-TQ-0016-OUT	%MW002177	407008
33	TORQUE_ACT_IN_TQ_12	W-TQ-0012-IN	%MW002178	407009
34	TORQUE_ACT_OUT_TQ_12	W-TQ-0012-OUT	%MW002179	407010

35	TORQUE_ACT_IN_TQ_13	W-TQ-0013-IN	%MW002180	407011
36	TORQUE_ACT_OUT_TQ_13	W-TQ-0013-OUT	%MW002181	407012
37	TORQUE_ACT_IN_TQ_14	W-TQ-0014-IN	%MW002182	407013
38	TORQUE_ACT_OUT_TQ_14	W-TQ-0014-OUT	%MW002183	407014
39	TORQUE_ACT_IN_TQ_15	W-TQ-0015-IN	%MW002184	407015
40	TORQUE_ACT_OUT_TQ_15	W-TQ-0015-OUT	%MW002185	407016
1	ABRIR_ACT_IN_TQ_06	O-TQ-0006-IN	%MW002186	403197
2	ABRIR_ACT_OUT_TQ_06	O-TQ-0006-OUT	%MW002187	403198
3	ABRIR_ACT_IN_TQ_05	O-TQ-0005-IN	%MW002188	403199
4	ABRIR_ACT_OUT_TQ_05	O-TQ-0005-OUT	%MW002189	403200
5	ABRIR_ACT_IN_TQ_03	O-TQ-0003-IN	%MW002190	403201
6	ABRIR_ACT_OUT_TQ_03	O-TQ-0003-OUT	%MW002191	403202
7	ABRIR_ACT_IN_TQ_04	O-TQ-0004-IN	%MW002192	403203
8	ABRIR_ACT_OUT_TQ_04	O-TQ-0004-OUT	%MW002193	403204
9	ABRIR_ACT_IN_TQ_11	O-TQ-0011-IN	%MW002194	403205
10	ABRIR_ACT_OUT_TQ_11	O-TQ-0011-OUT	%MW002195	403206
11	ABRIR_ACT_IN_TQ_09	O-TQ-0009-IN	%MW002196	403207
12	ABRIR_ACT_OUT_TQ_09	O-TQ-0009-OUT	%MW002197	403208
13	ABRIR_ACT_IN_TQ_10	O-TQ-0010-IN	%MW002198	403209
14	ABRIR_ACT_OUT_TQ_10	O-TQ-0010-OUT	%MW002199	403210
15	ABRIR_ACT_IN_TQ_08	O-TQ-0008-IN	%MW002200	403211
16	ABRIR_ACT_OUT_TQ_08	O-TQ-0008-OUT	%MW002201	403212
17	ABRIR_ACT_IN_TQ_02	O-TQ-0002-IN	%MW002202	403213
18	ABRIR_ACT_OUT_TQ_02	O-TQ-0002-OUT	%MW002203	403214
19	ABRIR_ACT_IN_TQ_18	O-TQ-0018-IN	%MW002204	403215
20	ABRIR_ACT_OUT_TQ_18	O-TQ-0018-OUT	%MW002205	403216
21	ABRIR_ACT_IN_TQ_19	O-TQ-0019-IN	%MW002206	403217
22	ABRIR_ACT_OUT_TQ_19	O-TQ-0019-OUT	%MW002207	403218
23	ABRIR_ACT_IN_TQ_20	O-TQ-0020-IN	%MW002208	403219
24	ABRIR_ACT_OUT_TQ_20	O-TQ-0020-OUT	%MW002209	403220
25	ABRIR_ACT_IN_TQ_01	O-TQ-0001-IN	%MW002210	403221
26	ABRIR_ACT_OUT_TQ_01	O-TQ-0001-OUT	%MW002211	403222
27	ABRIR_ACT_IN_TQ_07	O-TQ-0007-IN	%MW002212	403223
28	ABRIR_ACT_OUT_TQ_07	O-TQ-0007-OUT	%MW002213	403224
29	ABRIR_ACT_IN_TQ_17	O-TQ-0017-IN	%MW002214	403225
30	ABRIR_ACT_OUT_TQ_17	O-TQ-0017-OUT	%MW002215	403226
31	ABRIR_ACT_IN_TQ_16	O-TQ-0016-IN	%MW002216	403227
32	ABRIR_ACT_OUT_TQ_16	O-TQ-0016-OUT	%MW002217	403228
33	ABRIR_ACT_IN_TQ_12	O-TQ-0012-IN	%MW002218	403229
34	ABRIR_ACT_OUT_TQ_12	O-TQ-0012-OUT	%MW002219	403230

35	ABRIR_ACT_IN_TQ_13	O-TQ-0013-IN	%MW002220	403231
36	ABRIR_ACT_OUT_TQ_13	O-TQ-0013-OUT	%MW002221	403232
37	ABRIR_ACT_IN_TQ_14	O-TQ-0014-IN	%MW002222	403233
38	ABRIR_ACT_OUT_TQ_14	O-TQ-0014-OUT	%MW002223	403234
39	ABRIR_ACT_IN_TQ_15	O-TQ-0015-IN	%MW002224	403235
40	ABRIR_ACT_OUT_TQ_15	O-TQ-0015-OUT	%MW002225	403236
1	CERRAR_ACT_IN_TQ_06	C-TQ-0006-IN	%MW002226	403317
2	CERRAR_ACT_OUT_TQ_06	C-TQ-0006-OUT	%MW002227	403318
3	CERRAR_ACT_IN_TQ_05	C-TQ-0005-IN	%MW002228	403319
4	CERRAR_ACT_OUT_TQ_05	C-TQ-0005-OUT	%MW002229	403320
5	CERRAR_ACT_IN_TQ_03	C-TQ-0003-IN	%MW002230	403321
6	CERRAR_ACT_OUT_TQ_03	C-TQ-0003-OUT	%MW002231	403322
7	CERRAR_ACT_IN_TQ_04	C-TQ-0004-IN	%MW002232	403323
8	CERRAR_ACT_OUT_TQ_04	C-TQ-0004-OUT	%MW002233	403324
9	CERRAR_ACT_IN_TQ_11	C-TQ-0011-IN	%MW002234	403325
10	CERRAR_ACT_OUT_TQ_11	C-TQ-0011-OUT	%MW002235	403326
11	CERRAR_ACT_IN_TQ_09	C-TQ-0009-IN	%MW002236	403327
12	CERRAR_ACT_OUT_TQ_09	C-TQ-0009-OUT	%MW002237	403328
13	CERRAR_ACT_IN_TQ_10	C-TQ-0010-IN	%MW002238	403329
14	CERRAR_ACT_OUT_TQ_10	C-TQ-0010-OUT	%MW002239	403330
15	CERRAR_ACT_IN_TQ_08	C-TQ-0008-IN	%MW002240	403331
16	CERRAR_ACT_OUT_TQ_08	C-TQ-0008-OUT	%MW002241	403332
17	CERRAR_ACT_IN_TQ_02	C-TQ-0002-IN	%MW002242	403333
18	CERRAR_ACT_OUT_TQ_02	C-TQ-0002-OUT	%MW002243	403334
19	CERRAR_ACT_IN_TQ_18	C-TQ-0018-IN	%MW002244	403335
20	CERRAR_ACT_OUT_TQ_18	C-TQ-0018-OUT	%MW002245	403336
21	CERRAR_ACT_IN_TQ_19	C-TQ-0019-IN	%MW002246	403337
22	CERRAR_ACT_OUT_TQ_19	C-TQ-0019-OUT	%MW002247	403338
23	CERRAR_ACT_IN_TQ_20	C-TQ-0020-IN	%MW002248	403339
24	CERRAR_ACT_OUT_TQ_20	C-TQ-0020-OUT	%MW002249	403340
25	CERRAR_ACT_IN_TQ_01	C-TQ-0001-IN	%MW002250	403341
26	CERRAR_ACT_OUT_TQ_01	C-TQ-0001-OUT	%MW002251	403342
27	CERRAR_ACT_IN_TQ_07	C-TQ-0007-IN	%MW002252	403343
28	CERRAR_ACT_OUT_TQ_07	C-TQ-0007-OUT	%MW002253	403344
29	CERRAR_ACT_IN_TQ_17	C-TQ-0017-IN	%MW002254	403345
30	CERRAR_ACT_OUT_TQ_17	C-TQ-0017-OUT	%MW002255	403346
31	CERRAR_ACT_IN_TQ_16	C-TQ-0016-IN	%MW002256	403347
32	CERRAR_ACT_OUT_TQ_16	C-TQ-0016-OUT	%MW002257	403348
33	CERRAR_ACT_IN_TQ_12	C-TQ-0012-IN	%MW002258	403349
34	CERRAR_ACT_OUT_TQ_12	C-TQ-0012-OUT	%MW002259	403350

35	CERRAR_ACT_IN_TQ_13	C-TQ-0013-IN	%MW002260	403351
36	CERRAR_ACT_OUT_TQ_13	C-TQ-0013-OUT	%MW002261	403352
37	CERRAR_ACT_IN_TQ_14	C-TQ-0014-IN	%MW002262	403353
38	CERRAR_ACT_OUT_TQ_14	C-TQ-0014-OUT	%MW002263	403354
39	CERRAR_ACT_IN_TQ_15	C-TQ-0015-IN	%MW002264	403355
40	CERRAR_ACT_OUT_TQ_15	C-TQ-0015-OUT	%MW002265	403356

### Anexo 3

#### Tablas de direcciones y variables lazo de comunicación Pakscan PB (Patio de Bombas Despacho).

DIR.	COMENTARIO	VARIABLE INTOUCH	DIRECCION PLC	DIR. MASTER STATION
1	ESTADO_ACT_MANIFOLD_EXTRA_01	S-PB-MNE01	%MW002271	401217
2	ESTADO_ACT_MANIFOLD_EXTRA_02	S-PB-MNE02	%MW002272	401218
3	ESTADO_ACT_MANIFOLD_EXTRA_03	S-PB-MNE03	%MW002273	401219
4	ESTADO_ACT_IN_BMB01_EXTRA	S-PB-BMB01-IN	%MW002274	401220
5	ESTADO_ACT_OUT1_BMB01_EXTRA	S-PB-BMB01-OUT1	%MW002275	401221
6	ESTADO_ACT_OUT2_BMB01_EXTRA	S-PB-BMB01-OUT2	%MW002276	401222
7	ESTADO_ACT_IN_BMB02_EXTRA	S-PB-BMB02-IN	%MW002277	401223
8	ESTADO_ACT_OUT1_BMB02_EXTRA	S-PB-BMB02-OUT1	%MW002278	401224
9	ESTADO_ACT_OUT2_BMB02_EXTRA	S-PB-BMB02-OUT2	%MW002279	401225
10	ESTADO_ACT_IN_BMB03_EXTRA	S-PB-BMB03-IN	%MW002280	401226
11	ESTADO_ACT_OUT1_BMB03_EXTRA	S-PB-BMB03-OUT1	%MW002281	401227
12	ESTADO_ACT_OUT2_BMB03_EXTRA	S-PB-BMB03-OUT2	%MW002282	401228
13	ESTADO_ACT_IN_BMB04_EXTRA	S-PB-BMB04-IN	%MW002283	401229
14	ESTADO_ACT_OUT1_BMB04_EXTRA	S-PB-BMB04-OUT1	%MW002284	401230
15	ESTADO_ACT_OUT2_BMB04_EXTRA	S-PB-BMB04-OUT2	%MW002285	401231
16	ESTADO_ACT_IN_BMB05_EXTRA	S-PB-BMB05-IN	%MW002286	401232
17	ESTADO_ACT_OUT1_BMB05_EXTRA	S-PB-BMB05-OUT1	%MW002287	401233
18	ESTADO_ACT_OUT2_BMB05_EXTRA	S-PB-BMB05-OUT2	%MW002288	401234
19	ESTADO_ACT_MANIFOLD_SUPER_01	S-PB-MNS01	%MW002289	401235
20	ESTADO_ACT_MANIFOLD_SUPER_02	S-PB-MNS02	%MW002290	401236
21	ESTADO_ACT_IN_BMB06_SUPER	S-PB-BMB06-IN	%MW002291	401237
22	ESTADO_ACT_OUT1_BMB06_SUPER	S-PB-BMB06-OUT1	%MW002292	401238
23	ESTADO_ACT_OUT2_BMB06_SUPER	S-PB-BMB06-OUT2	%MW002293	401239
24	ESTADO_ACT_IN_BMB07_SUPER	S-PB-BMB07-IN	%MW002294	401240
25	ESTADO_ACT_OUT1_BMB07_SUPER	S-PB-BMB07-OUT1	%MW002295	401241
26	ESTADO_ACT_OUT2_BMB07_SUPER	S-PB-BMB07-OUT2	%MW002296	401242
27	ESTADO_ACT_IN1_BMB08_SUPER	S-PB-BMB08-IN1	%MW002297	401243
28	ESTADO_ACT_IN2_BMB08_SUPER	S-PB-BMB08-IN2	%MW002298	401244
29	ESTADO_ACT_OUT1_BMB08_SUPER	S-PB-BMB08-OUT1	%MW002299	401245
30	ESTADO_ACT_OUT2_BMB08_SUPER	S-PB-BMB08-OUT2	%MW002300	401246
31	ESTADO_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_01	S-PB-MDP01	%MW002301	401247
32	ESTADO_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_02	S-PB-MDP02	%MW002302	401248
33	ESTADO_ACT_IN_BMB09_PREMIUM	S-PB-BMB09-IN	%MW002303	401249
34	ESTADO_ACT_OUT1_BMB09_PREMIUM	S-PB-BMB09-OUT1	%MW002304	401250

35	ESTADO_ACT_OUT2_BMB09_PREMIUM	S-PB-BMB09-OUT2	%MW002305	401251
36	ESTADO_ACT_IN_BMB10_PREMIUM	S-PB-BMB10-IN	%MW002306	401252
37	ESTADO_ACT_OUT1_BMB10_PREMIUM	S-PB-BMB10-OUT1	%MW002307	401253
38	ESTADO_ACT_OUT2_BMB10_PREMIUM	S-PB-BMB10-OUT2	%MW002308	401254
39	ESTADO_ACT_IN_BMB11_PREMIUM	S-PB-BMB11-IN	%MW002309	401255
40	ESTADO_ACT_OUT1_BMB11_PREMIUM	S-PB-BMB11-OUT1	%MW002310	401256
41	ESTADO_ACT_OUT2_BMB11_PREMIUM	S-PB-BMB11-OUT2	%MW002311	401257
42	ESTADO_ACT_IN_BMB12_PREMIUM	S-PB-BMB12-IN	%MW002312	401259
43	ESTADO_ACT_OUT1_BMB12_PREMIUM	S-PB-BMB12-OUT1	%MW002313	401260
44	ESTADO_ACT_OUT2_BMB12_PREMIUM	S-PB-BMB12-OUT2	%MW002314	401261
45	ESTADO_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_01	S-PB-MD201	%MW002315	401262
46	ESTADO_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_02	S-PB-MD202	%MW002316	401263
47	ESTADO_ACT_IN_BMB13_DIESEL2	S-PB-BMB13-IN	%MW002317	401264
48	ESTADO_ACT_OUT_BMB13_DIESEL2	S-PB-BMB13-OUT	%MW002318	401265
49	ESTADO_ACT_IN_BMB14_DIESEL2	S-PB-BMB14-IN	%MW002319	401266
50	ESTADO_ACT_OUT_BMB14_DIESEL2	S-PB-BMB14-OUT	%MW002320	401267
51	ESTADO_ACT_IN_BMB15_DIESEL2	S-PB-BMB15-IN	%MW002321	401268
52	ESTADO_ACT_OUT_BMB15_DIESEL2	S-PB-BMB15-OUT	%MW002322	401269
1	ALARMA_ACT_MANIFOLD_EXTRA_01	AL-PB-MNE01	%MW002323	401697
2	ALARMA_ACT_MANIFOLD_EXTRA_02	AL-PB-MNE02	%MW002324	401698
3	ALARMA_ACT_MANIFOLD_EXTRA_03	AL-PB-MNE03	%MW002325	401699
4	ALARMA_ACT_IN_BMB01_EXTRA	AL-PB-BMB01-IN	%MW002326	401700
5	ALARMA_ACT_OUT1_BMB01_EXTRA	AL-PB-BMB01-OUT1	%MW002327	401701
6	ALARMA_ACT_OUT2_BMB01_EXTRA	AL-PB-BMB01-OUT2	%MW002328	401702
7	ALARMA_ACT_IN_BMB02_EXTRA	AL-PB-BMB02-IN	%MW002329	401703
8	ALARMA_ACT_OUT1_BMB02_EXTRA	AL-PB-BMB02-OUT1	%MW002330	401704
9	ALARMA_ACT_OUT2_BMB02_EXTRA	AL-PB-BMB02-OUT2	%MW002331	401705
10	ALARMA_ACT_IN_BMB03_EXTRA	AL-PB-BMB03-IN	%MW002332	401706
11	ALARMA_ACT_OUT1_BMB03_EXTRA	AL-PB-BMB03-OUT1	%MW002333	401707
12	ALARMA_ACT_OUT2_BMB03_EXTRA	AL-PB-BMB03-OUT2	%MW002334	401708
13	ALARMA_ACT_IN_BMB04_EXTRA	AL-PB-BMB04-IN	%MW002335	401709
14	ALARMA_ACT_OUT1_BMB04_EXTRA	AL-PB-BMB04-OUT1	%MW002336	401710
15	ALARMA_ACT_OUT2_BMB04_EXTRA	AL-PB-BMB04-OUT2	%MW002337	401711
16	ALARMA_ACT_IN_BMB05_EXTRA	AL-PB-BMB05-IN	%MW002338	401712
17	ALARMA_ACT_OUT1_BMB05_EXTRA	AL-PB-BMB05-OUT1	%MW002339	401713
18	ALARMA_ACT_OUT2_BMB05_EXTRA	AL-PB-BMB05-OUT2	%MW002340	401714
19	ALARMA_ACT_MANIFOLD_SUPER_01	AL-PB-MNS01	%MW002341	401715
20	ALARMA_ACT_MANIFOLD_SUPER_02	AL-PB-MNS02	%MW002342	401716
21	ALARMA_ACT_IN_BMB06_SUPER	AL-PB-BMB06-IN	%MW002343	401717
22	ALARMA_ACT_OUT1_BMB06_SUPER	AL-PB-BMB06-OUT1	%MW002344	401718

23	ALARMA_ACT_OUT2_BMB06_SUPER	AL-PB-BMB06-OUT2	%MW002345	401719
24	ALARMA_ACT_IN_BMB07_SUPER	AL-PB-BMB07-IN	%MW002346	401720
25	ALARMA_ACT_OUT1_BMB07_SUPER	AL-PB-BMB07-OUT1	%MW002347	401721
26	ALARMA_ACT_OUT2_BMB07_SUPER	AL-PB-BMB07-OUT2	%MW002348	401722
27	ALARMA_ACT_IN1_BMB08_SUPER	AL-PB-BMB08-IN1	%MW002349	401723
28	ALARMA_ACT_IN2_BMB08_SUPER	AL-PB-BMB08-IN2	%MW002350	401724
29	ALARMA_ACT_OUT1_BMB08_SUPER	AL-PB-BMB08-OUT1	%MW002351	401725
30	ALARMA_ACT_OUT2_BMB08_SUPER	AL-PB-BMB08-OUT2	%MW002352	401726
31	ALARMA_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_01	AL-PB-MDP01	%MW002353	401727
32	ALARMA_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_02	AL-PB-MDP02	%MW002354	401728
33	ALARMA_ACT_IN_BMB09_PREMIUM	AL-PB-BMB09-IN	%MW002355	401729
34	ALARMA_ACT_OUT1_BMB09_PREMIUM	AL-PB-BMB09-OUT1	%MW002356	401730
35	ALARMA_ACT_OUT2_BMB09_PREMIUM	AL-PB-BMB09-OUT2	%MW002357	401731
36	ALARMA_ACT_IN_BMB10_PREMIUM	AL-PB-BMB10-IN	%MW002358	401732
37	ALARMA_ACT_OUT1_BMB10_PREMIUM	AL-PB-BMB10-OUT1	%MW002359	401733
38	ALARMA_ACT_OUT2_BMB10_PREMIUM	AL-PB-BMB10-OUT2	%MW002360	401734
39	ALARMA_ACT_IN_BMB11_PREMIUM	AL-PB-BMB11-IN	%MW002361	401735
40	ALARMA_ACT_OUT1_BMB11_PREMIUM	AL-PB-BMB11-OUT1	%MW002362	401736
41	ALARMA_ACT_OUT2_BMB11_PREMIUM	AL-PB-BMB11-OUT2	%MW002363	401737
42	ALARMA_ACT_IN_BMB12_PREMIUM	AL-PB-BMB12-IN	%MW002364	401738
43	ALARMA_ACT_OUT1_BMB12_PREMIUM	AL-PB-BMB12-OUT1	%MW002365	401739
44	ALARMA_ACT_OUT2_BMB12_PREMIUM	AL-PB-BMB12-OUT2	%MW002366	401740
45	ALARMA_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_01	AL-PB-MD201	%MW002367	401741
46	ALARMA_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_02	AL-PB-MD202	%MW002368	401742
47	ALARMA_ACT_IN_BMB13_DIESEL2	AL-PB-BMB13-IN	%MW002369	401743
48	ALARMA_ACT_OUT_BMB13_DIESEL2	AL-PB-BMB13-OUT	%MW002370	401744
49	ALARMA_ACT_IN_BMB14_DIESEL2	AL-PB-BMB14-IN	%MW002371	401745
50	ALARMA_ACT_OUT_BMB14_DIESEL2	AL-PB-BMB14-OUT	%MW002372	401746
51	ALARMA_ACT_IN_BMB15_DIESEL2	AL-PB-BMB15-IN	%MW002373	401747
52	ALARMA_ACT_OUT_BMB15_DIESEL2	AL-PB-BMB15-OUT	%MW002374	401748
1	POSICION_ACT_MANIFOLD_EXTRA_01	Z-PB-MNE01	%MW002375	402177
2	POSICION_ACT_MANIFOLD_EXTRA_02	Z-PB-MNE02	%MW002376	402178
3	POSICION_ACT_MANIFOLD_EXTRA_03	Z-PB-MNE03	%MW002377	402179
4	POSICION_ACT_IN_BMB01_EXTRA	Z-PB-BMB01-IN	%MW002378	402180
5	POSICION_ACT_OUT1_BMB01_EXTRA	Z-PB-BMB01-OUT1	%MW002379	402181
6	POSICION_ACT_OUT2_BMB01_EXTRA	Z-PB-BMB01-OUT2	%MW002380	402182
7	POSICION_ACT_IN_BMB02_EXTRA	Z-PB-BMB02-IN	%MW002381	402183
8	POSICION_ACT_OUT1_BMB02_EXTRA	Z-PB-BMB02-OUT1	%MW002382	402184
9	POSICION_ACT_OUT2_BMB02_EXTRA	Z-PB-BMB02-OUT2	%MW002383	402185
10	POSICION_ACT_IN_BMB03_EXTRA	Z-PB-BMB03-IN	%MW002384	402186

11	POSICION_ACT_OUT1_BMB03_EXTRA	Z-PB-BMB03-OUT1	%MW002385	402187
12	POSICION_ACT_OUT2_BMB03_EXTRA	Z-PB-BMB03-OUT2	%MW002386	402188
13	POSICION_ACT_IN_BMB04_EXTRA	Z-PB-BMB04-IN	%MW002387	402189
14	POSICION_ACT_OUT1_BMB04_EXTRA	Z-PB-BMB04-OUT1	%MW002388	402190
15	POSICION_ACT_OUT2_BMB04_EXTRA	Z-PB-BMB04-OUT2	%MW002389	402191
16	POSICION_ACT_IN_BMB05_EXTRA	Z-PB-BMB05-IN	%MW002390	402192
17	POSICION_ACT_OUT1_BMB05_EXTRA	Z-PB-BMB05-OUT1	%MW002391	402193
18	POSICION_ACT_OUT2_BMB05_EXTRA	Z-PB-BMB05-OUT2	%MW002392	402194
19	POSICION_ACT_MANIFOLD_SUPER_01	Z-PB-MNS01	%MW002393	402195
20	POSICION_ACT_MANIFOLD_SUPER_02	Z-PB-MNS02	%MW002394	402196
21	POSICION_ACT_IN_BMB06_SUPER	Z-PB-BMB06-IN	%MW002395	402197
22	POSICION_ACT_OUT1_BMB06_SUPER	Z-PB-BMB06-OUT1	%MW002396	402198
23	POSICION_ACT_OUT2_BMB06_SUPER	Z-PB-BMB06-OUT2	%MW002397	402199
24	POSICION_ACT_IN_BMB07_SUPER	Z-PB-BMB07-IN	%MW002398	402200
25	POSICION_ACT_OUT1_BMB07_SUPER	Z-PB-BMB07-OUT1	%MW002399	402201
26	POSICION_ACT_OUT2_BMB07_SUPER	Z-PB-BMB07-OUT2	%MW002400	402202
27	POSICION_ACT_IN1_BMB08_SUPER	Z-PB-BMB08-IN1	%MW002401	402203
28	POSICION_ACT_IN2_BMB08_SUPER	Z-PB-BMB08-IN2	%MW002402	402204
29	POSICION_ACT_OUT1_BMB08_SUPER	Z-PB-BMB08-OUT1	%MW002403	402205
30	POSICION_ACT_OUT2_BMB08_SUPER	Z-PB-BMB08-OUT2	%MW002404	402206
31	POSICION_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_01	Z-PB-MDP01	%MW002405	402207
32	POSICION_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_02	Z-PB-MDP02	%MW002406	402208
33	POSICION_ACT_IN_BMB09_PREMIUM	Z-PB-BMB09-IN	%MW002407	402209
34	POSICION_ACT_OUT1_BMB09_PREMIUM	Z-PB-BMB09-OUT1	%MW002408	402210
35	POSICION_ACT_OUT2_BMB09_PREMIUM	Z-PB-BMB09-OUT2	%MW002409	402211
36	POSICION_ACT_IN_BMB10_PREMIUM	Z-PB-BMB10-IN	%MW002410	402212
37	POSICION_ACT_OUT1_BMB10_PREMIUM	Z-PB-BMB10-OUT1	%MW002411	402213
38	POSICION_ACT_OUT2_BMB10_PREMIUM	Z-PB-BMB10-OUT2	%MW002412	402214
39	POSICION_ACT_IN_BMB11_PREMIUM	Z-PB-BMB11-IN	%MW002413	402215
40	POSICION_ACT_OUT1_BMB11_PREMIUM	Z-PB-BMB11-OUT1	%MW002414	402216
41	POSICION_ACT_OUT2_BMB11_PREMIUM	Z-PB-BMB11-OUT2	%MW002415	402217
42	POSICION_ACT_IN_BMB12_PREMIUM	Z-PB-BMB12-IN	%MW002416	402218
43	POSICION_ACT_OUT1_BMB12_PREMIUM	Z-PB-BMB12-OUT1	%MW002417	402219
44	POSICION_ACT_OUT2_BMB12_PREMIUM	Z-PB-BMB12-OUT2	%MW002418	402220
45	POSICION_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_01	Z-PB-MD201	%MW002419	402221
46	POSICION_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_02	Z-PB-MD202	%MW002420	402222
47	POSICION_ACT_IN_BMB13_DIESEL2	Z-PB-BMB13-IN	%MW002421	402223
48	POSICION_ACT_OUT_BMB13_DIESEL2	Z-PB-BMB13-OUT	%MW002422	402224
49	POSICION_ACT_IN_BMB14_DIESEL2	Z-PB-BMB14-IN	%MW002423	402225
50	POSICION_ACT_OUT_BMB14_DIESEL2	Z-PB-BMB14-OUT	%MW002424	402226



51	POSICION_ACT_IN_BMB15_DIESEL2	Z-PB-BMB15-IN	%MW002425	402227
52	POSICION_ACT_OUT_BMB15_DIESEL2	Z-PB-BMB15-OUT	%MW002426	402228
1	TORQUE_ACT_MANIFOLD_EXTRA_01	W-PB-MNE01	%MW002427	406977
2	TORQUE_ACT_MANIFOLD_EXTRA_02	W-PB-MNE02	%MW002428	406978
3	TORQUE_ACT_MANIFOLD_EXTRA_03	W-PB-MNE03	%MW002429	406979
4	TORQUE_ACT_IN_BMB01_EXTRA	W-PB-BMB01-IN	%MW002430	406980
5	TORQUE_ACT_OUT1_BMB01_EXTRA	W-PB-BMB01-OUT1	%MW002431	406981
6	TORQUE_ACT_OUT2_BMB01_EXTRA	W-PB-BMB01-OUT2	%MW002432	406982
7	TORQUE_ACT_IN_BMB02_EXTRA	W-PB-BMB02-IN	%MW002433	406983
8	TORQUE_ACT_OUT1_BMB02_EXTRA	W-PB-BMB02-OUT1	%MW002434	406984
9	TORQUE_ACT_OUT2_BMB02_EXTRA	W-PB-BMB02-OUT2	%MW002435	406985
10	TORQUE_ACT_IN_BMB03_EXTRA	W-PB-BMB03-IN	%MW002436	406986
11	TORQUE_ACT_OUT1_BMB03_EXTRA	W-PB-BMB03-OUT1	%MW002437	406987
12	TORQUE_ACT_OUT2_BMB03_EXTRA	W-PB-BMB03-OUT2	%MW002438	406988
13	TORQUE_ACT_IN_BMB04_EXTRA	W-PB-BMB04-IN	%MW002439	406989
14	TORQUE_ACT_OUT1_BMB04_EXTRA	W-PB-BMB04-OUT1	%MW002440	406990
15	TORQUE_ACT_OUT2_BMB04_EXTRA	W-PB-BMB04-OUT2	%MW002441	406991
16	TORQUE_ACT_IN_BMB05_EXTRA	W-PB-BMB05-IN	%MW002442	406992
17	TORQUE_ACT_OUT1_BMB05_EXTRA	W-PB-BMB05-OUT1	%MW002443	406993
18	TORQUE_ACT_OUT2_BMB05_EXTRA	W-PB-BMB05-OUT2	%MW002444	406994
19	TORQUE_ACT_MANIFOLD_SUPER_01	W-PB-MNS01	%MW002445	406995
20	TORQUE_ACT_MANIFOLD_SUPER_02	W-PB-MNS02	%MW002446	406996
21	TORQUE_ACT_IN_BMB06_SUPER	W-PB-BMB06-IN	%MW002447	406997
22	TORQUE_ACT_OUT1_BMB06_SUPER	W-PB-BMB06-OUT1	%MW002448	406998
23	TORQUE_ACT_OUT2_BMB06_SUPER	W-PB-BMB06-OUT2	%MW002449	406999
24	TORQUE_ACT_IN_BMB07_SUPER	W-PB-BMB07-IN	%MW002450	407000
25	TORQUE_ACT_OUT1_BMB07_SUPER	W-PB-BMB07-OUT1	%MW002451	407001
26	TORQUE_ACT_OUT2_BMB07_SUPER	W-PB-BMB07-OUT2	%MW002452	407002
27	TORQUE_ACT_IN1_BMB08_SUPER	W-PB-BMB08-IN1	%MW002453	407003
28	TORQUE_ACT_IN2_BMB08_SUPER	W-PB-BMB08-IN2	%MW002454	407004
29	TORQUE_ACT_OUT1_BMB08_SUPER	W-PB-BMB08-OUT1	%MW002455	407005
30	TORQUE_ACT_OUT2_BMB08_SUPER	W-PB-BMB08-OUT2	%MW002456	407006
31	TORQUE_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_01	W-PB-MDP01	%MW002457	407007
32	TORQUE_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_02	W-PB-MDP02	%MW002458	407008
33	TORQUE_ACT_IN_BMB09_PREMIUM	W-PB-BMB09-IN	%MW002459	407009
34	TORQUE_ACT_OUT1_BMB09_PREMIUM	W-PB-BMB09-OUT1	%MW002460	407010
35	TORQUE_ACT_OUT2_BMB09_PREMIUM	W-PB-BMB09-OUT2	%MW002461	407011
36	TORQUE_ACT_IN_BMB10_PREMIUM	W-PB-BMB10-IN	%MW002462	407012
37	TORQUE_ACT_OUT1_BMB10_PREMIUM	W-PB-BMB10-OUT1	%MW002463	407013
38	TORQUE_ACT_OUT2_BMB10_PREMIUM	W-PB-BMB10-OUT2	%MW002464	407014

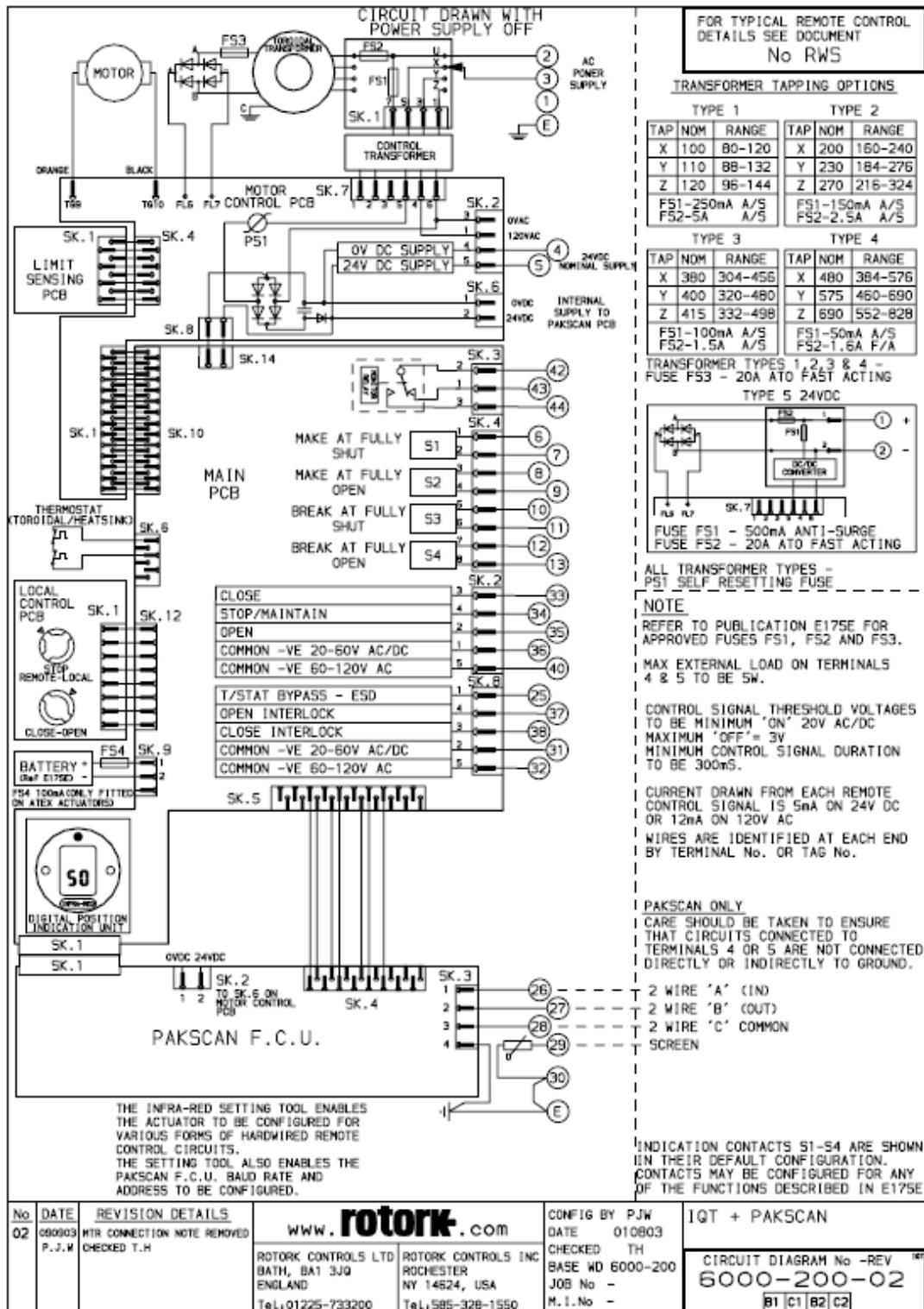
39	TORQUE_ACT_IN_BMB11_PREMIUM	W-PB-BMB11-IN	%MW002465	407015
40	TORQUE_ACT_OUT1_BMB11_PREMIUM	W-PB-BMB11-OUT1	%MW002466	407016
41	TORQUE_ACT_OUT2_BMB11_PREMIUM	W-PB-BMB11-OUT2	%MW002467	407017
42	TORQUE_ACT_IN_BMB12_PREMIUM	W-PB-BMB12-IN	%MW002468	407018
43	TORQUE_ACT_OUT1_BMB12_PREMIUM	W-PB-BMB12-OUT1	%MW002469	407019
44	TORQUE_ACT_OUT2_BMB12_PREMIUM	W-PB-BMB12-OUT2	%MW002470	407020
45	TORQUE_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_01	W-PB-MD201	%MW002471	407021
46	TORQUE_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_02	W-PB-MD202	%MW002472	407022
47	TORQUE_ACT_IN_BMB13_DIESEL2	W-PB-BMB13-IN	%MW002473	407023
48	TORQUE_ACT_OUT_BMB13_DIESEL2	W-PB-BMB13-OUT	%MW002474	407024
49	TORQUE_ACT_IN_BMB14_DIESEL2	W-PB-BMB14-IN	%MW002475	407025
50	TORQUE_ACT_OUT_BMB14_DIESEL2	W-PB-BMB14-OUT	%MW002476	407026
51	TORQUE_ACT_IN_BMB15_DIESEL2	W-PB-BMB15-IN	%MW002477	407027
52	TORQUE_ACT_OUT_BMB15_DIESEL2	W-PB-BMB15-OUT	%MW002478	407028
1	ABRIR_ACT_MANIFOLD_EXTRA_01	O-PB-MNE01	%MW002479	403197
2	ABRIR_ACT_MANIFOLD_EXTRA_02	O-PB-MNE02	%MW002480	403198
3	ABRIR_ACT_MANIFOLD_EXTRA_03	O-PB-MNE03	%MW002481	403199
4	ABRIR_ACT_IN_BMB01_EXTRA	O-PB-BMB01-IN	%MW002482	403200
5	ABRIR_ACT_OUT1_BMB01_EXTRA	O-PB-BMB01-OUT1	%MW002483	403201
6	ABRIR_ACT_OUT2_BMB01_EXTRA	O-PB-BMB01-OUT2	%MW002484	403202
7	ABRIR_ACT_IN_BMB02_EXTRA	O-PB-BMB02-IN	%MW002485	403203
8	ABRIR_ACT_OUT1_BMB02_EXTRA	O-PB-BMB02-OUT1	%MW002486	403204
9	ABRIR_ACT_OUT2_BMB02_EXTRA	O-PB-BMB02-OUT2	%MW002487	403205
10	ABRIR_ACT_IN_BMB03_EXTRA	O-PB-BMB03-IN	%MW002488	403206
11	ABRIR_ACT_OUT1_BMB03_EXTRA	O-PB-BMB03-OUT1	%MW002489	403207
12	ABRIR_ACT_OUT2_BMB03_EXTRA	O-PB-BMB03-OUT2	%MW002490	403208
13	ABRIR_ACT_IN_BMB04_EXTRA	O-PB-BMB04-IN	%MW002491	403209
14	ABRIR_ACT_OUT1_BMB04_EXTRA	O-PB-BMB04-OUT1	%MW002492	403210
15	ABRIR_ACT_OUT2_BMB04_EXTRA	O-PB-BMB04-OUT2	%MW002493	403211
16	ABRIR_ACT_IN_BMB05_EXTRA	O-PB-BMB05-IN	%MW002494	403212
17	ABRIR_ACT_OUT1_BMB05_EXTRA	O-PB-BMB05-OUT1	%MW002495	403213
18	ABRIR_ACT_OUT2_BMB05_EXTRA	O-PB-BMB05-OUT2	%MW002496	403214
19	ABRIR_ACT_MANIFOLD_SUPER_01	O-PB-MNS01	%MW002497	403215
20	ABRIR_ACT_MANIFOLD_SUPER_02	O-PB-MNS02	%MW002498	403216
21	ABRIR_ACT_IN_BMB06_SUPER	O-PB-BMB06-IN	%MW002499	403217
22	ABRIR_ACT_OUT1_BMB06_SUPER	O-PB-BMB06-OUT1	%MW002500	403218
23	ABRIR_ACT_OUT2_BMB06_SUPER	O-PB-BMB06-OUT2	%MW002501	403219
24	ABRIR_ACT_IN_BMB07_SUPER	O-PB-BMB07-IN	%MW002502	403220
25	ABRIR_ACT_OUT1_BMB07_SUPER	O-PB-BMB07-OUT1	%MW002503	403221
26	ABRIR_ACT_OUT2_BMB07_SUPER	O-PB-BMB07-OUT2	%MW002504	403222

27	ABRIR_ACT_IN1_BMB08_SUPER	O-PB-BMB08-IN1	%MW002505	403223
28	ABRIR_ACT_IN2_BMB08_SUPER	O-PB-BMB08-IN2	%MW002506	403224
29	ABRIR_ACT_OUT1_BMB08_SUPER	O-PB-BMB08-OUT1	%MW002507	403225
30	ABRIR_ACT_OUT2_BMB08_SUPER	O-PB-BMB08-OUT2	%MW002508	403226
31	ABRIR_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_01	O-PB-MDP01	%MW002509	403227
32	ABRIR_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_02	O-PB-MDP02	%MW002510	403228
33	ABRIR_ACT_IN_BMB09_PREMIUM	O-PB-BMB09-IN	%MW002511	403229
34	ABRIR_ACT_OUT1_BMB09_PREMIUM	O-PB-BMB09-OUT1	%MW002512	403230
35	ABRIR_ACT_OUT2_BMB09_PREMIUM	O-PB-BMB09-OUT2	%MW002513	403231
36	ABRIR_ACT_IN_BMB10_PREMIUM	O-PB-BMB10-IN	%MW002514	403232
37	ABRIR_ACT_OUT1_BMB10_PREMIUM	O-PB-BMB10-OUT1	%MW002515	403233
38	ABRIR_ACT_OUT2_BMB10_PREMIUM	O-PB-BMB10-OUT2	%MW002516	403234
39	ABRIR_ACT_IN_BMB11_PREMIUM	O-PB-BMB11-IN	%MW002517	403235
40	ABRIR_ACT_OUT1_BMB11_PREMIUM	O-PB-BMB11-OUT1	%MW002518	403236
41	ABRIR_ACT_OUT2_BMB11_PREMIUM	O-PB-BMB11-OUT2	%MW002519	403237
42	ABRIR_ACT_IN_BMB12_PREMIUM	O-PB-BMB12-IN	%MW002520	403238
43	ABRIR_ACT_OUT1_BMB12_PREMIUM	O-PB-BMB12-OUT1	%MW002521	403239
44	ABRIR_ACT_OUT2_BMB12_PREMIUM	O-PB-BMB12-OUT2	%MW002522	403240
45	ABRIR_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_01	O-PB-MD201	%MW002523	403241
46	ABRIR_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_02	O-PB-MD202	%MW002524	403242
47	ABRIR_ACT_IN_BMB13_DIESEL2	O-PB-BMB13-IN	%MW002525	403243
48	ABRIR_ACT_OUT_BMB13_DIESEL2	O-PB-BMB13-OUT	%MW002526	403244
49	ABRIR_ACT_IN_BMB14_DIESEL2	O-PB-BMB14-IN	%MW002527	403245
50	ABRIR_ACT_OUT_BMB14_DIESEL2	O-PB-BMB14-OUT	%MW002528	403246
51	ABRIR_ACT_IN_BMB15_DIESEL2	O-PB-BMB15-IN	%MW002529	403247
52	ABRIR_ACT_OUT_BMB15_DIESEL2	O-PB-BMB15-OUT	%MW002530	403248
1	CERRAR_ACT_MANIFOLD_EXTRA_01	C-PB-MNE01	%MW002531	403317
2	CERRAR_ACT_MANIFOLD_EXTRA_02	C-PB-MNE02	%MW002532	403318
3	CERRAR_ACT_MANIFOLD_EXTRA_03	C-PB-MNE03	%MW002533	403319
4	CERRAR_ACT_IN_BMB01_EXTRA	C-PB-BMB01-IN	%MW002534	403320
5	CERRAR_ACT_OUT1_BMB01_EXTRA	C-PB-BMB01-OUT1	%MW002535	403321
6	CERRAR_ACT_OUT2_BMB01_EXTRA	C-PB-BMB01-OUT2	%MW002536	403322
7	CERRAR_ACT_IN_BMB02_EXTRA	C-PB-BMB02-IN	%MW002537	403323
8	CERRAR_ACT_OUT1_BMB02_EXTRA	C-PB-BMB02-OUT1	%MW002538	403324
9	CERRAR_ACT_OUT2_BMB02_EXTRA	C-PB-BMB02-OUT2	%MW002539	403325
10	CERRAR_ACT_IN_BMB03_EXTRA	C-PB-BMB03-IN	%MW002540	403326
11	CERRAR_ACT_OUT1_BMB03_EXTRA	C-PB-BMB03-OUT1	%MW002541	403327
12	CERRAR_ACT_OUT2_BMB03_EXTRA	C-PB-BMB03-OUT2	%MW002542	403328
13	CERRAR_ACT_IN_BMB04_EXTRA	C-PB-BMB04-IN	%MW002543	403329
14	CERRAR_ACT_OUT1_BMB04_EXTRA	C-PB-BMB04-OUT1	%MW002544	403330

15	CERRAR_ACT_OUT2_BMB04_EXTRA	C-PB-BMB04-OUT2	%MW002545	403331
16	CERRAR_ACT_IN_BMB05_EXTRA	C-PB-BMB05-IN	%MW002546	403332
17	CERRAR_ACT_OUT1_BMB05_EXTRA	C-PB-BMB05-OUT1	%MW002547	403333
18	CERRAR_ACT_OUT2_BMB05_EXTRA	C-PB-BMB05-OUT2	%MW002548	403334
19	CERRAR_ACT_MANIFOLD_SUPER_01	C-PB-MNS01	%MW002549	403335
20	CERRAR_ACT_MANIFOLD_SUPER_02	C-PB-MNS02	%MW002550	403336
21	CERRAR_ACT_IN_BMB06_SUPER	C-PB-BMB06-IN	%MW002551	403337
22	CERRAR_ACT_OUT1_BMB06_SUPER	C-PB-BMB06-OUT1	%MW002552	403338
23	CERRAR_ACT_OUT2_BMB06_SUPER	C-PB-BMB06-OUT2	%MW002553	403339
24	CERRAR_ACT_IN_BMB07_SUPER	C-PB-BMB07-IN	%MW002554	403340
25	CERRAR_ACT_OUT1_BMB07_SUPER	C-PB-BMB07-OUT1	%MW002555	403341
26	CERRAR_ACT_OUT2_BMB07_SUPER	C-PB-BMB07-OUT2	%MW002556	403342
27	CERRAR_ACT_IN1_BMB08_SUPER	C-PB-BMB08-IN1	%MW002557	403343
28	CERRAR_ACT_IN2_BMB08_SUPER	C-PB-BMB08-IN2	%MW002558	403344
29	CERRAR_ACT_OUT1_BMB08_SUPER	C-PB-BMB08-OUT1	%MW002559	403345
30	CERRAR_ACT_OUT2_BMB08_SUPER	C-PB-BMB08-OUT2	%MW002560	403346
31	CERRAR_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_01	C-PB-MDP01	%MW002561	403347
32	CERRAR_ACT_MANIFOLD_PREMIUM_02	C-PB-MDP02	%MW002562	403348
33	CERRAR_ACT_IN_BMB09_PREMIUM	C-PB-BMB09-IN	%MW002563	403349
34	CERRAR_ACT_OUT1_BMB09_PREMIUM	C-PB-BMB09-OUT1	%MW002564	403350
35	CERRAR_ACT_OUT2_BMB09_PREMIUM	C-PB-BMB09-OUT2	%MW002565	403351
36	CERRAR_ACT_IN_BMB10_PREMIUM	C-PB-BMB10-IN	%MW002566	403352
37	CERRAR_ACT_OUT1_BMB10_PREMIUM	C-PB-BMB10-OUT1	%MW002567	403353
38	CERRAR_ACT_OUT2_BMB10_PREMIUM	C-PB-BMB10-OUT2	%MW002568	403354
39	CERRAR_ACT_IN_BMB11_PREMIUM	C-PB-BMB11-IN	%MW002569	403355
40	CERRAR_ACT_OUT1_BMB11_PREMIUM	C-PB-BMB11-OUT1	%MW002570	403356
41	CERRAR_ACT_OUT2_BMB11_PREMIUM	C-PB-BMB11-OUT2	%MW002571	403357
42	CERRAR_ACT_IN_BMB12_PREMIUM	C-PB-BMB12-IN	%MW002572	403358
43	CERRAR_ACT_OUT1_BMB12_PREMIUM	C-PB-BMB12-OUT1	%MW002573	403359
44	CERRAR_ACT_OUT2_BMB12_PREMIUM	C-PB-BMB12-OUT2	%MW002574	403360
45	CERRAR_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_01	C-PB-MD201	%MW002575	403361
46	CERRAR_ACT_MANIFOLD_DIESEL2_02	C-PB-MD202	%MW002576	403362
47	CERRAR_ACT_IN_BMB13_DIESEL2	C-PB-BMB13-IN	%MW002577	403363
48	CERRAR_ACT_OUT_BMB13_DIESEL2	C-PB-BMB13-OUT	%MW002578	403364
49	CERRAR_ACT_IN_BMB14_DIESEL2	C-PB-BMB14-IN	%MW002579	403365
50	CERRAR_ACT_OUT_BMB14_DIESEL2	C-PB-BMB14-OUT	%MW002580	403366
51	CERRAR_ACT_IN_BMB15_DIESEL2	C-PB-BMB15-IN	%MW002581	403367
52	CERRAR_ACT_OUT_BMB15_DIESEL2	C-PB-BMB15-OUT	%MW002582	403368

## Anexo 4

### Diagrama de circuito de actuadores (6000-200-02).



## Anexo 5

### Características de canaleta y accesorios según su tramo.

TRAMO	DIST. [m]	CARACTERISTICAS BANDEJA	ACCESORIO DE ACOPLA
1	57	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACION DERECHA REDUCIDA A 9"
2	10	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio.</li> </ul>
3	30	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACION IZQUIERDA REDUCIDA A 6"
4	100	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> </ul>
5	44	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACIONES LATERALES A 6"</li> </ul>
6	64	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de</li> </ul>

			<p>ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACIONES LATERALES A 6"</li> </ul>
7	18	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACIONES LATERALES A 6"</li> </ul>
8	100	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio.</li> </ul>
9	22	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> </ul>
10	6	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto.</p>	

		Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	
11	96	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</li> <li>✓ Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Reducción simétrica de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12 " a 6 " de ancho. 6 " de alto. Aluminio</li> </ul>
12	16	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACION A 6"</li> </ul>
13	16	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACION A 6"</li> </ul>
14	70	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. Derivación a 6"</li> </ul>
15	53	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓</li> </ul>
16	37	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de</li> </ul>



			ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio
17	60	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio.</li> </ul>
18	31	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Reducción simétrica de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12 " a 6 " de ancho. 6 " de alto. Aluminio</li> </ul>
19	138	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Cruz horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio.</li> </ul>
20	248	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> </ul>
21	30	Tramo recto de bandeja portacables tipo escalerilla de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalerilla. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo</li> </ul>

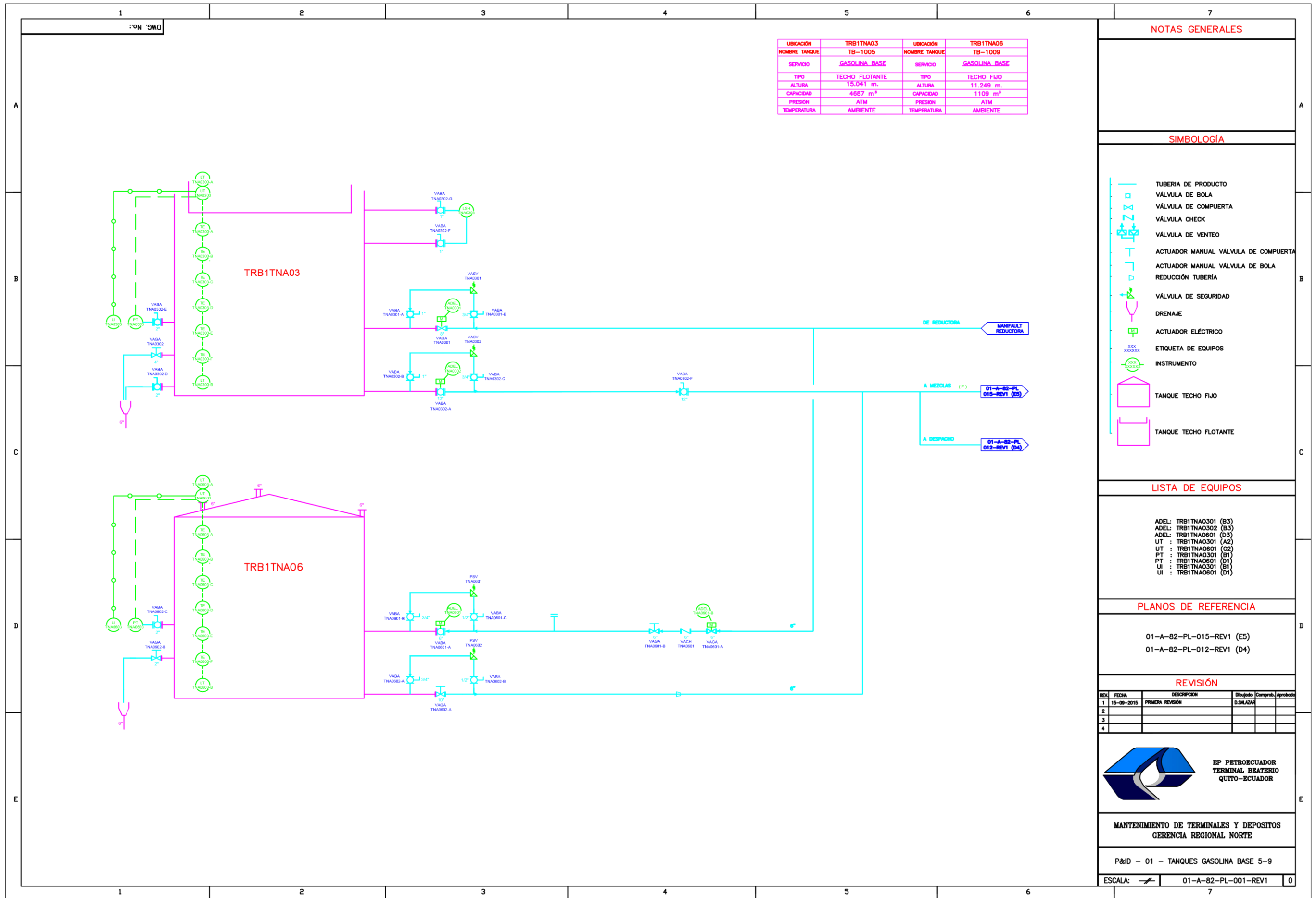
			<p>escalera. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva horizontal 90° de bandeja porta cables tipo escalera. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> </ul>
22	121	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalera de 12" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalera. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalera. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalera. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio.</li> </ul>
23	18	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalera de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalera. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACION A 6"</li> <li>✓</li> </ul>
24	15	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalera de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalera. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalera. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalera. 12" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio. DERIVACION A 6"</li> </ul>
25	55	<p>Tramo recto de bandeja portacables tipo escalera de 6" de ancho x 6" de alto. Capacidad de carga según norma NEMA 20C. Longitud 6 metros. Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Curva vertical interna 90° de bandeja porta cables tipo escalera. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Curva vertical externa 90° de bandeja porta cables tipo escalera. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio</li> <li>✓ Tee horizontal de bandeja porta cables tipo escalera. 6" de ancho x 6" de alto. Radio 24". Aluminio.</li> </ul>

## Anexo 6

### Dimensiones de cables, breakers y distancias.

Tablero	Breaker Principal	Distancia desde CC-Tablero	Cable	Actuador de Servicio Derivado	IQT	Distancia Tablero-Actuador	Corriente Nominal de Actuador	Consumo de contacto interno	Cable	Breaker Secundario
-A2	16 [A]	85 [m]	8 AWG	TNA-06-IN	500	44 [m]	0,9 [A]	5[A]	14 AWG	5 [A]
				TNA-06-OUT	500		0,9 [A]			
				TNA-05-IN	500	20 [m]	0,9 [A]			
				TNA-05-OUT	1000		1,0 [A]			
				TNA-04-IN	2000	68 [m]	1,1 [A]			
				TNA-04-OUT	2000		1,1 [A]			
				TNA-03-IN	1000	124 [m]	1,0 [A]			
				TNA-03-OUT	2000		1,1 [A]			
				TNA-11-IN	500	122 [m]	0,9 [A]			
TNA-11-OUT	500	0,9 [A]								
-A3	16 [A]	285 [m]	8 AWG	TNA-09-IN	2000	40 [m]	1,1 [A]	5 [A]	14 AWG	5 [A]
				TNA-09-OUT	2000		1,1 [A]			
				TNA-10-IN	1000	22 [m]	1,0 [A]			
				TNA-10-OUT	1000		1,0 [A]			
				TNA-08-IN	1000	86 [m]	1,0 [A]			
				TNA-08-OUT	1000		1,0 [A]			
				TNA-07-IN	2000	156 [m]	1,1 [A]			
				TNA-07-OUT	2000		1,1 [A]			
				TNA-17-IN	1000	236 [m]	1,0 [A]			
TNA-17-OUT	1000	1,0 [A]								
-A4	16 [A]	500 [m]	8 AWG	TNA-18-IN	500	133 [m]	0,9 [A]	5 [A]	14 AWG	5[A]
				TNA-18-OUT	1000		1,0 [A]			
				TNA-19-IN	2000	118 [m]	1,1 [A]			
				TNA-19-OUT	2000		1,1 [A]			
				TNA-20-IN	2000	100 [m]	1,1 [A]			
				TNA-20-OUT	2000		1,1 [A]			
				TNA-01-IN	1000	110 [m]	1,0 [A]			
				TNA-01-OUT	2000	141 [m]	1,1 [A]			
				TNA-02-IN	2000	50 [m]	1,1 [A]			
TNA-02-OUT	2000	1,1 [A]								
-A5	16 [A]	30 [m]	8 AWG	TNA-15-IN	500	55 [m]	0,9 [A]	5 [A]	14 AWG	5[A]
				TNA-15-OUT	1000		0,9 [A]			
				TNA-14-IN	500	20 [m]	0,9 [A]			
				TNA-14-OUT	1000		1,0 [A]			
				TNA-13-IN	1000	75 [m]	1,1 [A]			
				TNA-13-OUT	1000		1,1 [A]			
				TNA-12-IN	1000	108 [m]	1,0 [A]			
				TNA-12-OUT	1000		1,1 [A]			
				TNA-16-IN	2000	171 [m]	0,9 [A]			
TNA-16-OUT	2000	0,9 [A]								

**ANEXO 7**  
**PLANOS P&ID**



UBICACIÓN	TRB1TNA03	UBICACIÓN	TRB1TNA06
NOMBRE TANQUE	TB-1005	NOMBRE TANQUE	TB-1009
SERVICIO	GASOLINA BASE	SERVICIO	GASOLINA BASE
TIPO	TECHO FLOTANTE	TIPO	TECHO FIJO
ALTURA	15.041 m.	ALTURA	11.249 m.
CAPACIDAD	4687 m <sup>3</sup>	CAPACIDAD	1109 m <sup>3</sup>
PRESIÓN	ATM	PRESIÓN	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- TANQUE TECHO FIJO
- TANQUE TECHO FLOTANTE

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA0301 (B3)
- ADEL: TRB1TNA0302 (B3)
- ADEL: TRB1TNA0601 (D3)
- UT : TRB1TNA0301 (A2)
- UT : TRB1TNA0601 (C2)
- PT : TRB1TNA0301 (B1)
- PT : TRB1TNA0601 (D1)
- LI : TRB1TNA0301 (B1)
- LI : TRB1TNA0601 (D1)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-015-REV1 (E5)
- 01-A-82-PL-012-REV1 (D4)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

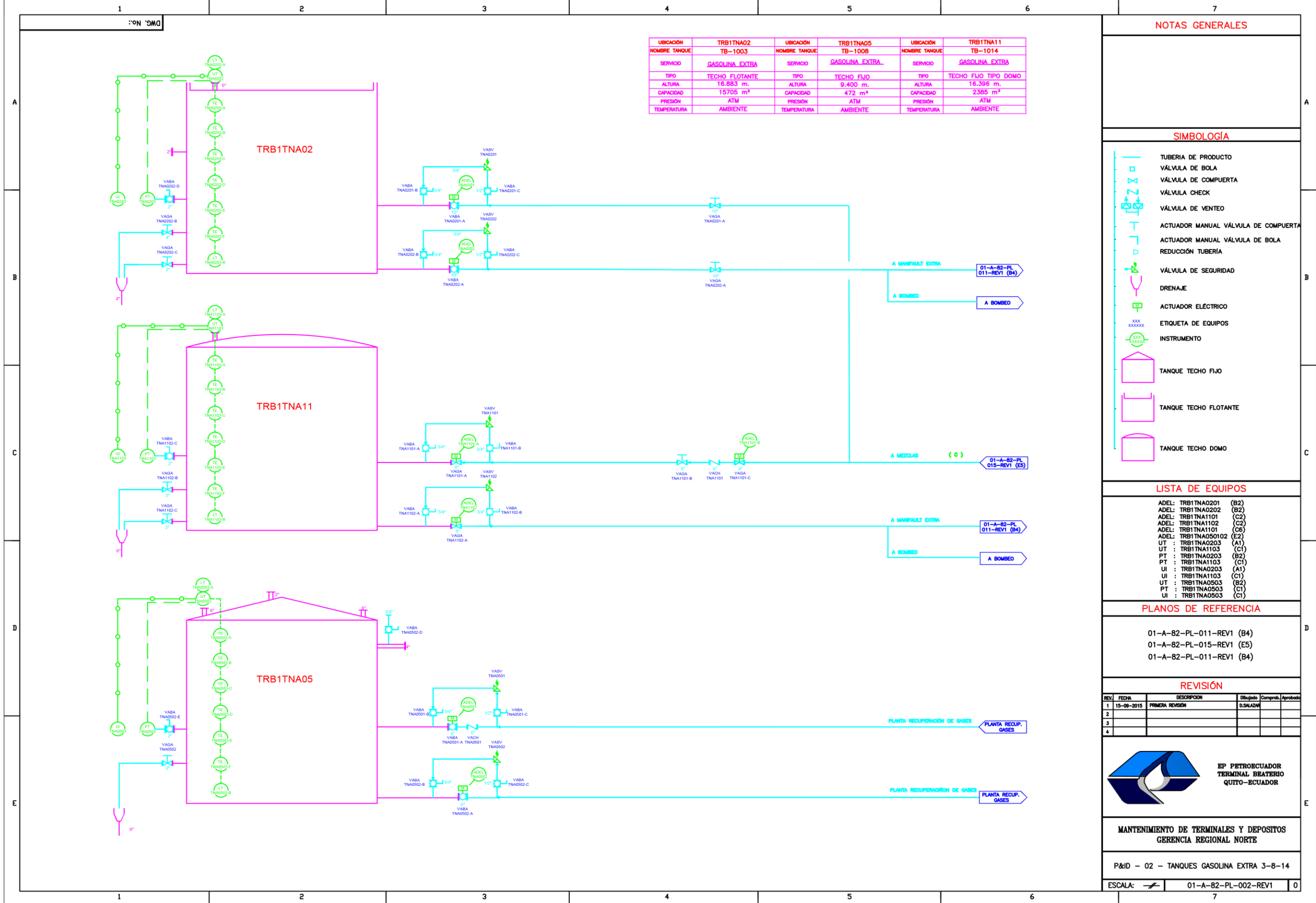


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BRATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 01 - TANQUES GASOLINA BASE 5-9

ESCALA: 01-A-82-PL-001-REV1 0



UBICACION	TRB1TNA02	UBICACION	TRB1TNA05	UBICACION	TRB1TNA11
NOMBRE TANQUE	TB-1003	NOMBRE TANQUE	TB-1008	NOMBRE TANQUE	TB-1014
SERVICIO	GASOLINA EXTRA	SERVICIO	GASOLINA EXTRA	SERVICIO	GASOLINA EXTRA
TIPO	TECHO FLOTANTE	TIPO	TECHO FIJO	TIPO	TECHO FIJO TIPO DOMO
ALTURA	16.883 m.	ALTURA	9.400 m.	ALTURA	16.396 m.
CAPACIDAD	15705 m³	CAPACIDAD	472 m³	CAPACIDAD	2385 m³
PRESION	ATM	PRESION	ATM	PRESION	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGIA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- TANQUE TECHO FIJO
- TANQUE TECHO FLOTANTE
- TANQUE TECHO DOMO

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA0201 (B2)
- ADEL: TRB1TNA0202 (B2)
- ADEL: TRB1TNA1101 (C2)
- ADEL: TRB1TNA1102 (C2)
- ADEL: TRB1TNA1101 (C6)
- ADEL: TRB1TNA050102 (E2)
- UT : TRB1TNA0203 (A1)
- UT : TRB1TNA1103 (C1)
- PT : TRB1TNA0203 (B2)
- PT : TRB1TNA1103 (C1)
- UI : TRB1TNA0203 (A1)
- UI : TRB1TNA1103 (C1)
- UT : TRB1TNA0503 (B2)
- PT : TRB1TNA0503 (C1)
- UI : TRB1TNA0503 (C1)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-011-REV1 (B4)
- 01-A-82-PL-015-REV1 (E5)
- 01-A-82-PL-011-REV1 (B4)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

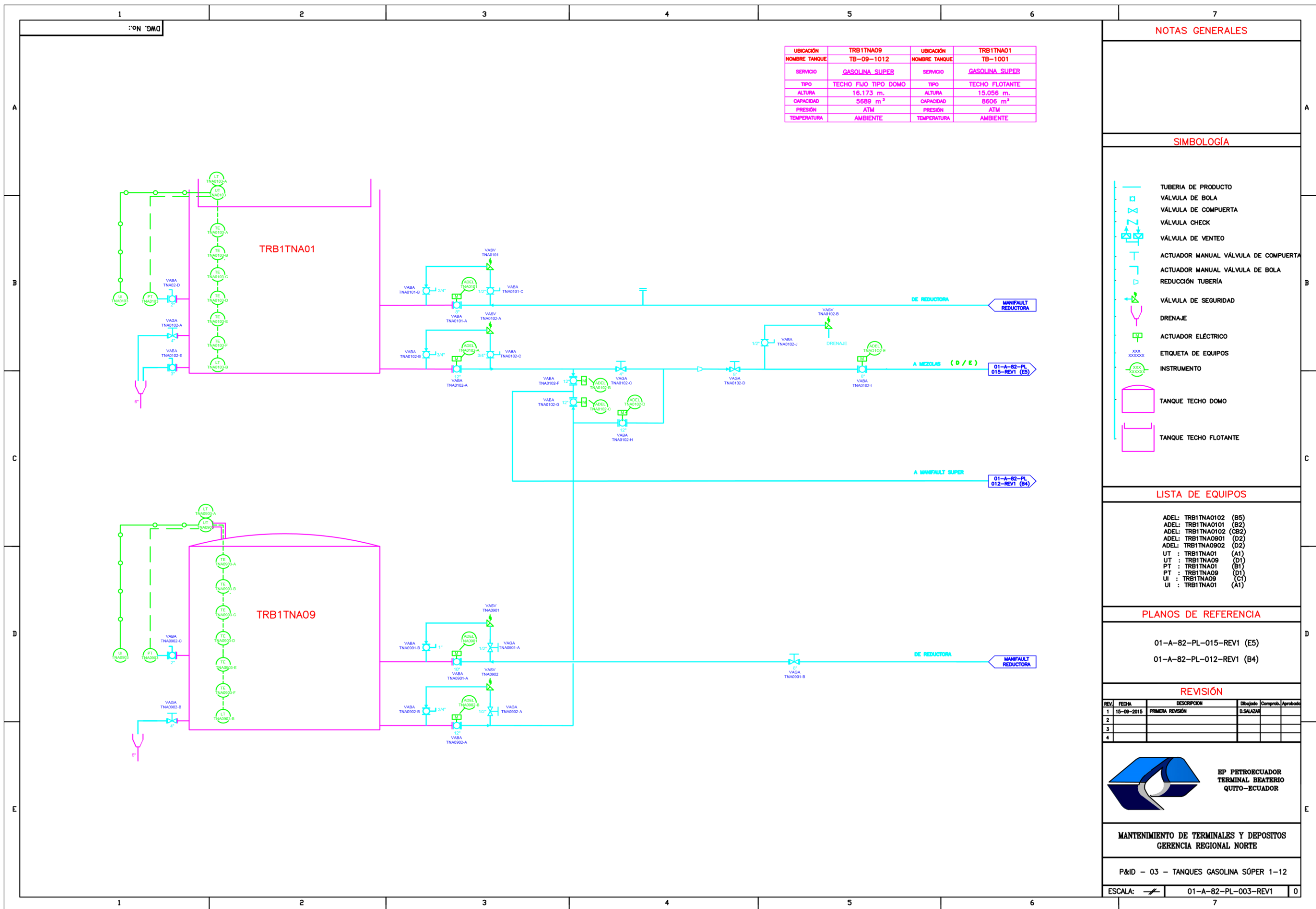


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 02 - TANQUES GASOLINA EXTRA 3-8-14

ESCALA: 01-A-82-PL-002-REV1 0



UBICACION	TRB1TNA09	UBICACION	TRB1TNA01
NOMBRE TANQUE	TB-09-1012	NOMBRE TANQUE	TB-1001
SERVICIO	GASOLINA SUPER	SERVICIO	GASOLINA SUPER
TIPO	TECHO FIJO TIPO DOMO	TIPO	TECHO FLOTANTE
ALTURA	16.173 m.	ALTURA	15.056 m.
CAPACIDAD	5689 m <sup>3</sup>	CAPACIDAD	8606 m <sup>3</sup>
PRESION	ATM	PRESION	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGIA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- TANQUE TECHO DOMO
- TANQUE TECHO FLOTANTE

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA0102 (B5)
- ADEL: TRB1TNA0101 (B2)
- ADEL: TRB1TNA0102 (CB2)
- ADEL: TRB1TNA0901 (D2)
- ADEL: TRB1TNA0902 (D2)
- UT : TRB1TNA01 (A1)
- UT : TRB1TNA09 (D1)
- PT : TRB1TNA01 (B1)
- PT : TRB1TNA09 (D1)
- UI : TRB1TNA09 (C1)
- UI : TRB1TNA01 (A1)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-015-REV1 (E5)
- 01-A-82-PL-012-REV1 (B4)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

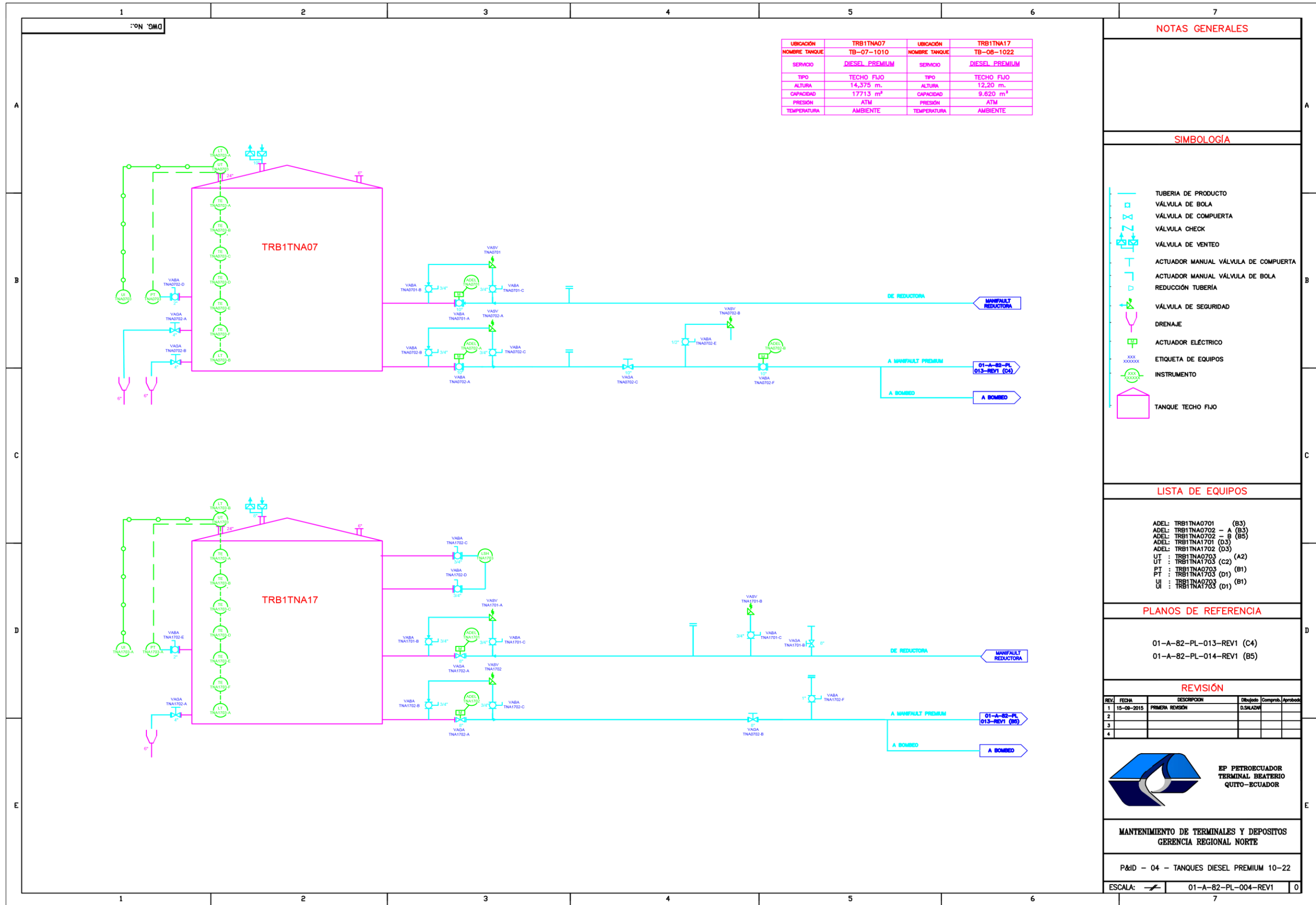


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 03 - TANQUES GASOLINA SÚPER 1-12

ESCALA: 01-A-82-PL-003-REV1 0



UBICACIÓN	TRB1TNA07	UBICACIÓN	TRB1TNA17
NOMBRE TANQUE	TB-07-1010	NOMBRE TANQUE	TB-08-1022
SERVICIO	DIESEL PREMIUM	SERVICIO	DIESEL PREMIUM
TIPO	TECHO FIJO	TIPO	TECHO FIJO
ALTURA	14,375 m.	ALTURA	12,20 m.
CAPACIDAD	17713 m <sup>3</sup>	CAPACIDAD	9.620 m <sup>3</sup>
PRESION	ATM	PRESION	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- TANQUE TECHO FIJO

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA0701 (B3)
- ADEL: TRB1TNA0702 - A (B3)
- ADEL: TRB1TNA0702 - B (B5)
- ADEL: TRB1TNA1701 (D3)
- ADEL: TRB1TNA1702 (D3)
- UT : TRB1TNA0703 (A2)
- UT : TRB1TNA1703 (C2)
- PT : TRB1TNA1703 (B1)
- UI : TRB1TNA0703 (B1)
- UI : TRB1TNA1703 (D1)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-013-REV1 (C4)
- 01-A-82-PL-014-REV1 (B5)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujista	Comprob.	Aprobada
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

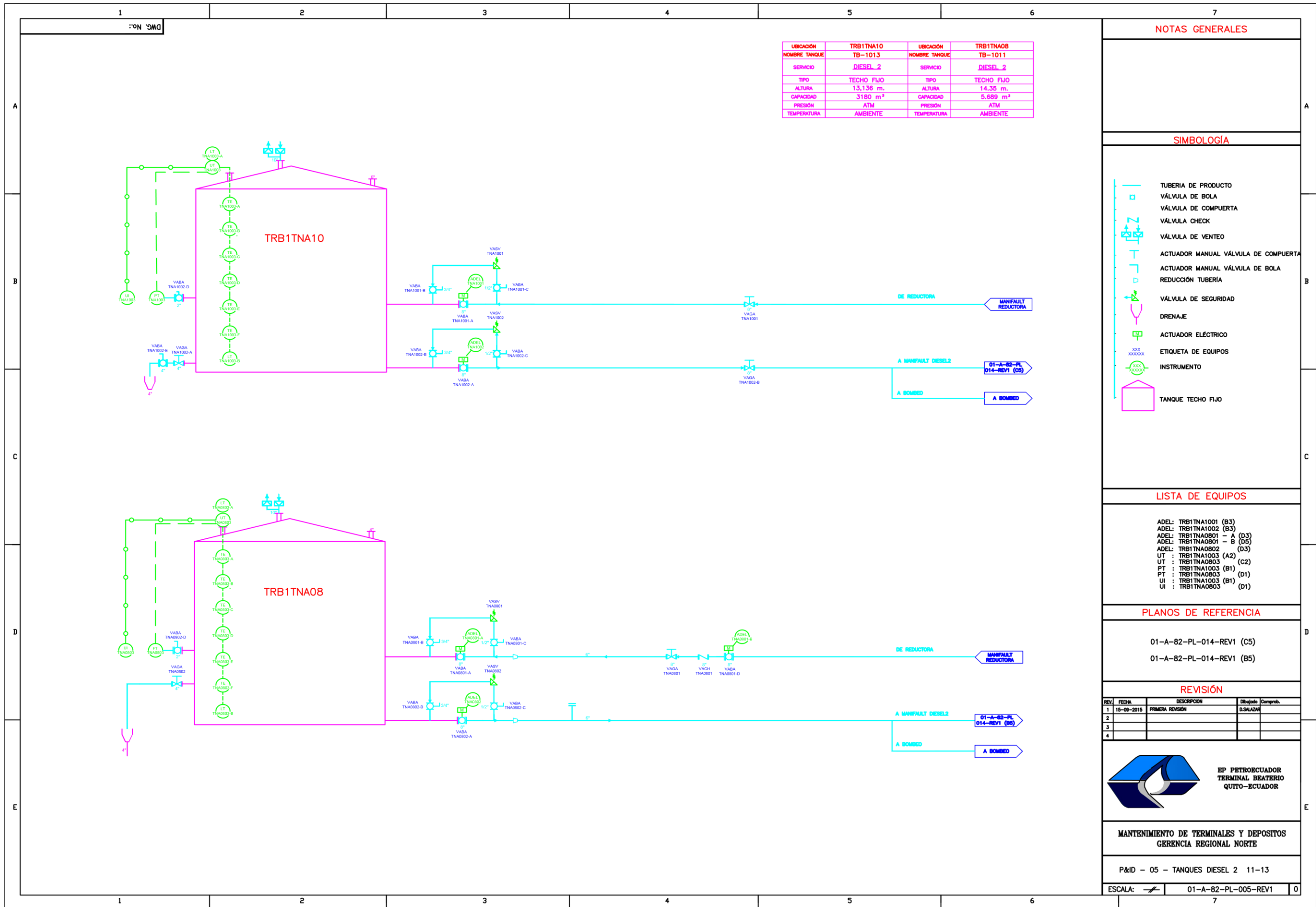


MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 04 - TANQUES DIESEL PREMIUM 10-22

ESCALA: 01-A-82-PL-004-REV1 0





UBICACIÓN	TRB1TNA10	UBICACIÓN	TRB1TNA08
NOMBRE TANQUE	TB-1013	NOMBRE TANQUE	TB-1011
SERVICIO	DIESEL_2	SERVICIO	DIESEL_2
TIPO	TECHO FIJO	TIPO	TECHO FIJO
ALTURA	13,136 m.	ALTURA	14,35 m.
CAPACIDAD	3180 m³	CAPACIDAD	5,689 m³
PRESIÓN	ATM	PRESIÓN	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- TANQUE TECHO FIJO

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA1001 (B3)
- ADEL: TRB1TNA1002 (B3)
- ADEL: TRB1TNA0801 - A (D3)
- ADEL: TRB1TNA0801 - B (D5)
- ADEL: TRB1TNA0802 (D3)
- UT : TRB1TNA1003 (A2)
- UT : TRB1TNA0803 (C2)
- PT : TRB1TNA1003 (B1)
- PT : TRB1TNA0803 (D1)
- UI : TRB1TNA1003 (B1)
- UI : TRB1TNA0803 (D1)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-014-REV1 (C5)
- 01-A-82-PL-014-REV1 (B5)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR	
2				
3				
4				

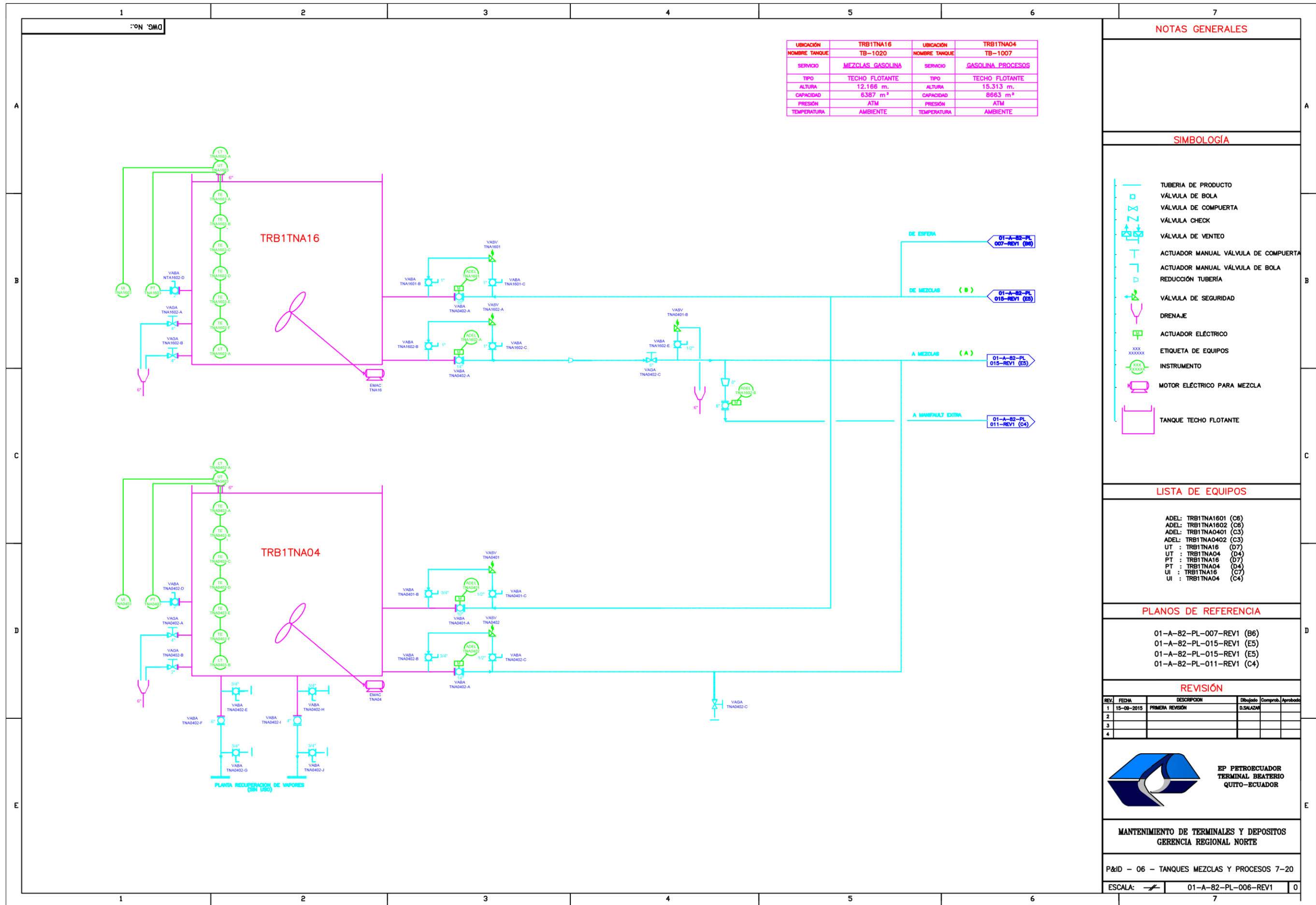


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 05 - TANQUES DIESEL 2 11-13

ESCALA: 01-A-82-PL-005-REV1 0



UBICACIÓN	TRB1TNA16	UBICACIÓN	TRB1TNA04
NOMBRE TANQUE	TB-1020	NOMBRE TANQUE	TB-1007
SERVICIO	MEZCLAS_GASOLINA	SERVICIO	GASOLINA_PROCESOS
TIPO	TECHO FLOTANTE	TIPO	TECHO FLOTANTE
ALTURA	12.186 m.	ALTURA	15.313 m.
CAPACIDAD	6387 m <sup>3</sup>	CAPACIDAD	8663 m <sup>3</sup>
PRESIÓN	ATM	PRESIÓN	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- MOTOR ELÉCTRICO PARA MEZCLA
- TANQUE TECHO FLOTANTE

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA1601 (C6)
- ADEL: TRB1TNA1602 (C6)
- ADEL: TRB1TNA0401 (C3)
- ADEL: TRB1TNA0402 (C3)
- UT : TRB1TNA16 (D7)
- UT : TRB1TNA04 (D4)
- PT : TRB1TNA16 (D7)
- PT : TRB1TNA04 (D4)
- UI : TRB1TNA16 (C7)
- UI : TRB1TNA04 (C4)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-007-REV1 (B6)
- 01-A-82-PL-015-REV1 (E5)
- 01-A-82-PL-015-REV1 (E5)
- 01-A-82-PL-011-REV1 (C4)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN			
2					
3					
4					

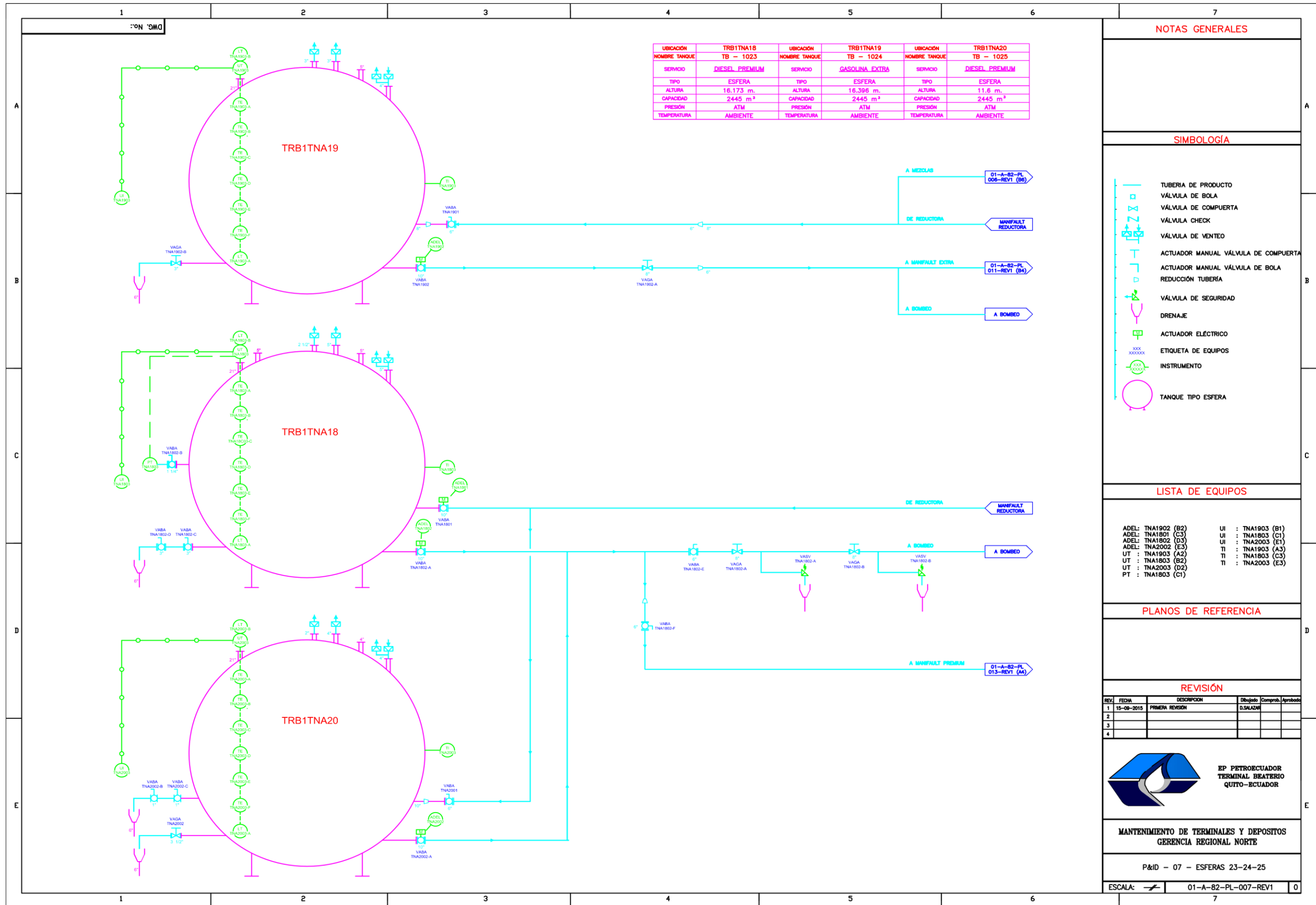


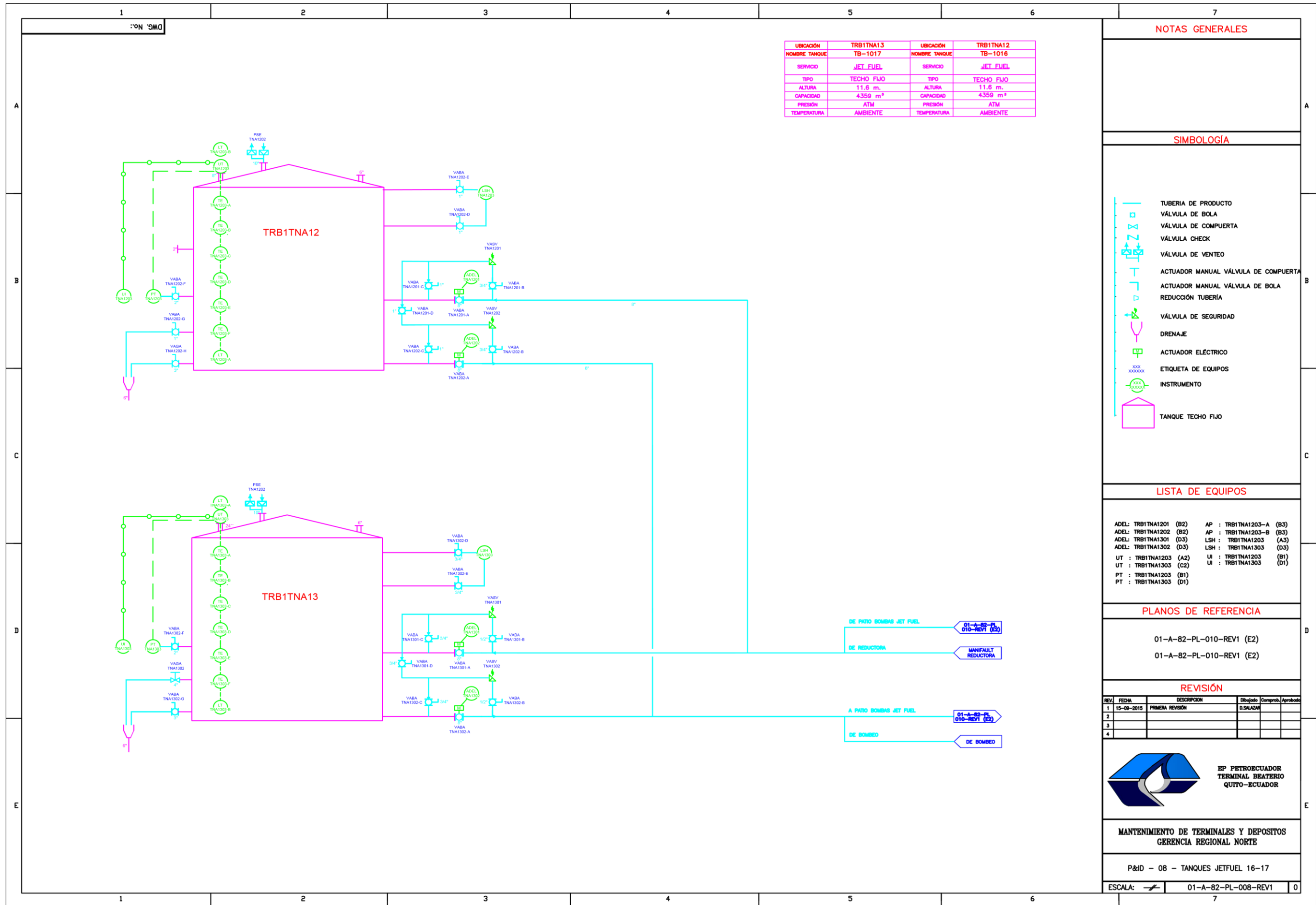
EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 06 - TANQUES MEZCLAS Y PROCESOS 7-20

ESCALA: 01-A-82-PL-006-REV1 0





UBICACIÓN	TRB1TNA13	UBICACIÓN	TRB1TNA12
NOMBRE TANQUE	TB-1017	NOMBRE TANQUE	TB-1016
SERVICIO	JET_FUEL	SERVICIO	JET_FUEL
TIPO	TECHO FIJO	TIPO	TECHO FIJO
ALTURA	11.6 m.	ALTURA	11.6 m.
CAPACIDAD	4359 m³	CAPACIDAD	4359 m³
PRESIÓN	ATM	PRESIÓN	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- TANQUE TECHO FIJO

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA1201 (B2)
- ADEL: TRB1TNA1202 (B2)
- ADEL: TRB1TNA1301 (D3)
- ADEL: TRB1TNA1302 (D3)
- UT : TRB1TNA1203 (A2)
- UT : TRB1TNA1303 (C2)
- PT : TRB1TNA1203 (B1)
- PT : TRB1TNA1303 (D1)
- AP : TRB1TNA1203-A (B3)
- AP : TRB1TNA1203-B (B3)
- LSH : TRB1TNA1303 (A3)
- LSH : TRB1TNA1303 (D3)
- UI : TRB1TNA1203 (B1)
- UI : TRB1TNA1303 (D1)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-010-REV1 (E2)
- 01-A-82-PL-010-REV1 (E2)

**REVISIÓN**

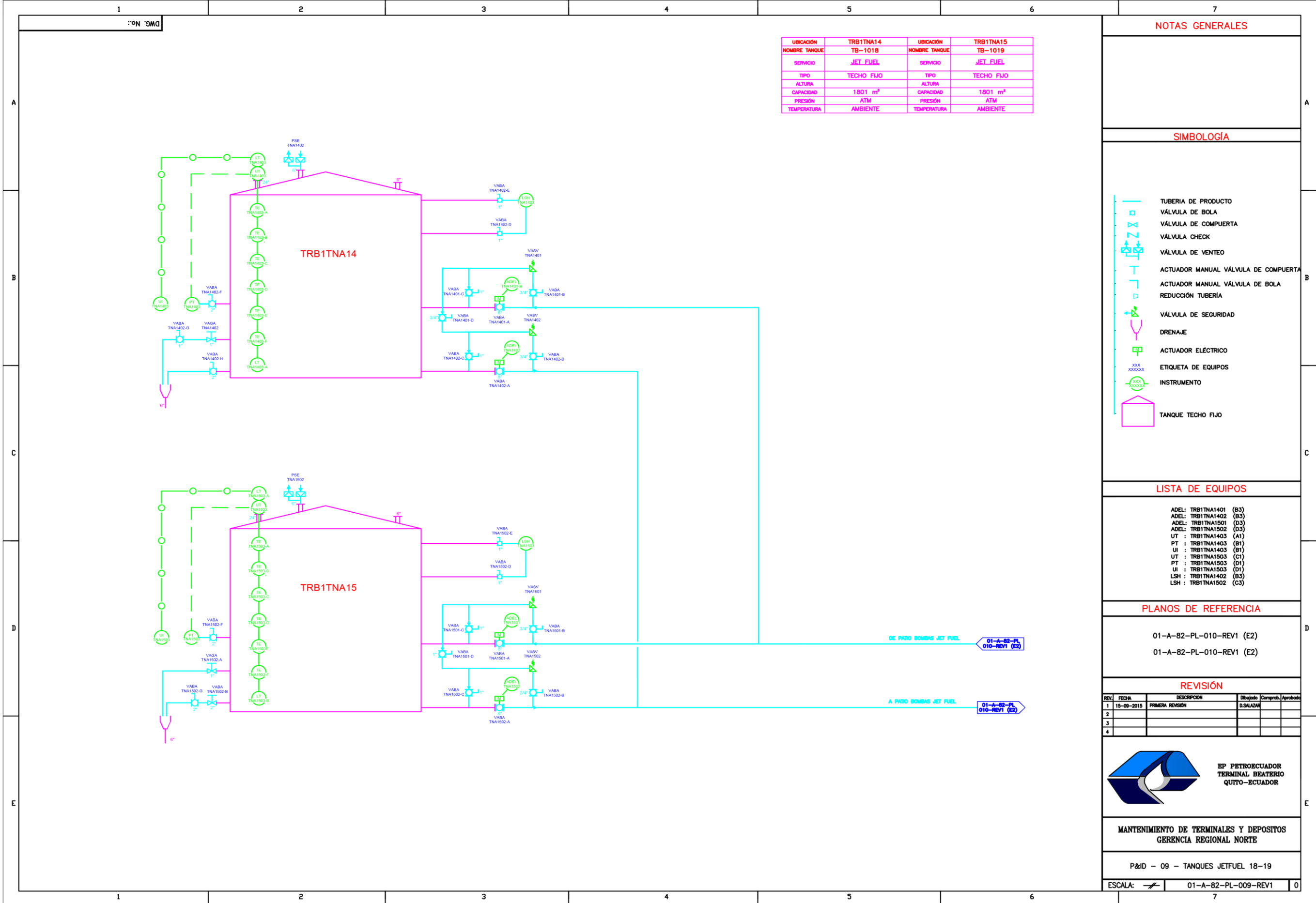
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN			
2					
3					
4					



MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 08 - TANQUES JETFUEL 16-17

ESCALA: 01-A-82-PL-008-REV1 0



UBICACION	TRB1TNA14	UBICACION	TRB1TNA15
NOMBRE TANQUE	TB-1018	NOMBRE TANQUE	TB-1019
SERVICIO	JET FUEL	SERVICIO	JET FUEL
TIPO	TECHO FIJO	TIPO	TECHO FIJO
ALTURA		ALTURA	
CAPACIDAD	1801 m <sup>3</sup>	CAPACIDAD	1801 m <sup>3</sup>
PRESION	ATM	PRESION	ATM
TEMPERATURA	AMBIENTE	TEMPERATURA	AMBIENTE

**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- VÁLVULA DE VENTEO
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- TANQUE TECHO FIJO

**LISTA DE EQUIPOS**

- ADEL: TRB1TNA1401 (B3)
- ADEL: TRB1TNA1402 (B3)
- ADEL: TRB1TNA1501 (D3)
- ADEL: TRB1TNA1502 (D3)
- UT : TRB1TNA1403 (A1)
- PT : TRB1TNA1403 (B1)
- UI : TRB1TNA1403 (B1)
- UI : TRB1TNA1503 (C1)
- PT : TRB1TNA1503 (D1)
- UI : TRB1TNA1503 (D1)
- LSH : TRB1TNA1402 (B3)
- LSH : TRB1TNA1502 (C3)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-010-REV1 (E2)
- 01-A-82-PL-010-REV1 (E2)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

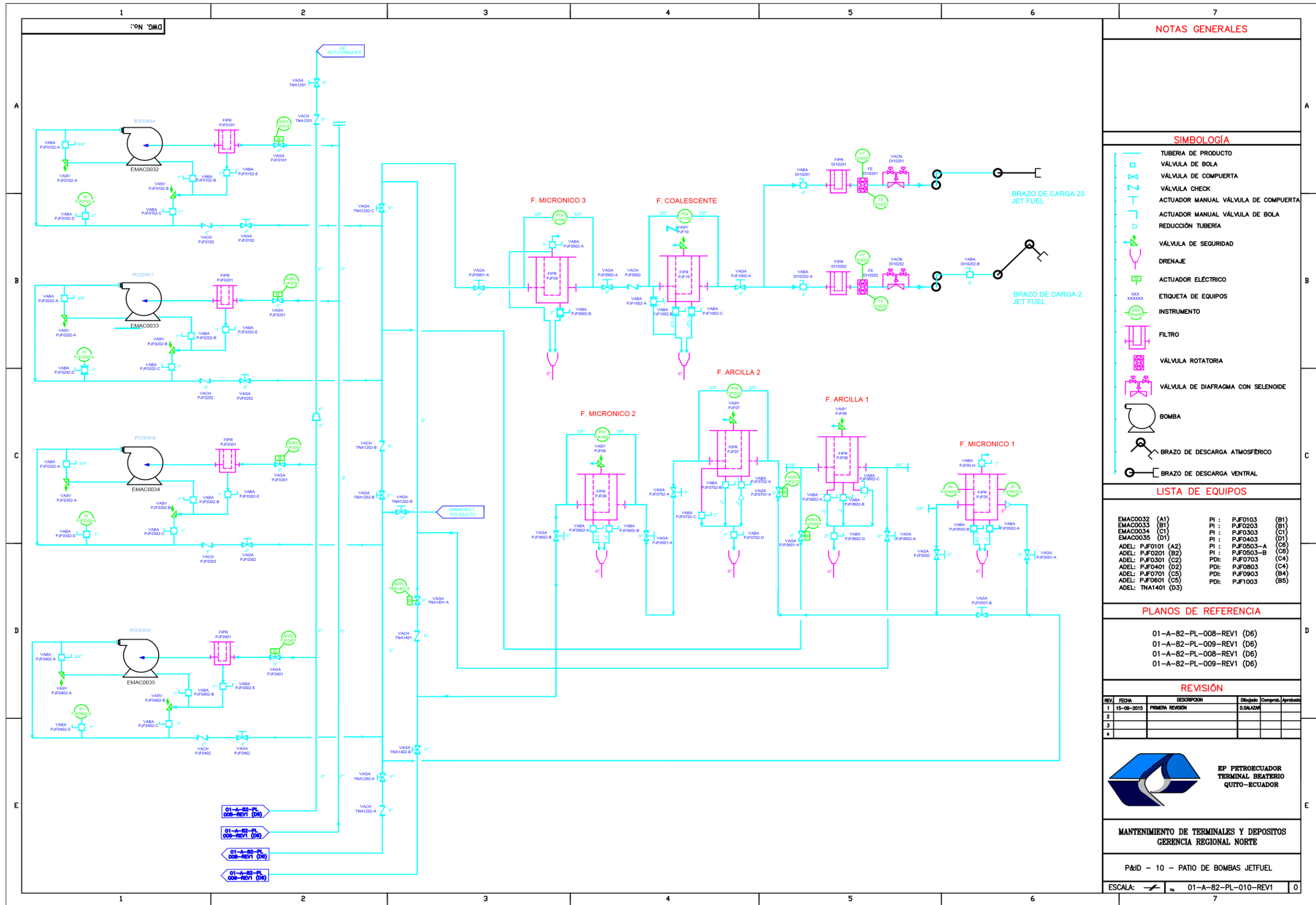


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 09 - TANQUES JETFUEL 18-19

ESCALA: 01-A-82-PL-009-REV1 0



**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- FILTRO
- VÁLVULA ROTATORIA
- VÁLVULA DE DIAFRAGMA CON SELENOIDE
- BOMBA
- BRAZO DE DESCARGA ATMOSFÉRICO
- BRAZO DE DESCARGA VENTRAL

**LISTA DE EQUIPOS**

EMAC0032 (A1)	PI : P.JF0103 (B1)
EMAC0033 (B1)	PI : P.JF0203 (B1)
EMAC0034 (C1)	PI : P.JF0303 (C1)
EMAC0035 (D1)	PI : P.JF0403 (D1)
ADEL: P.JF0101 (A2)	PI : P.JF0503-A (C6)
ADEL: P.JF0201 (B2)	PI : P.JF0503-B (C6)
ADEL: P.JF0301 (C2)	PDI: P.JF0703 (C4)
ADEL: P.JF0401 (D2)	PDI: P.JF0803 (C4)
ADEL: P.JF0701 (C5)	PDI: P.JF0903 (B4)
ADEL: P.JF0601 (C5)	PDI: P.JF1003 (B5)
ADEL: TNA1401 (D3)	

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-008-REV1 (D6)
- 01-A-82-PL-009-REV1 (D6)
- 01-A-82-PL-008-REV1 (D6)
- 01-A-82-PL-009-REV1 (D6)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN			
2					
3					
4					



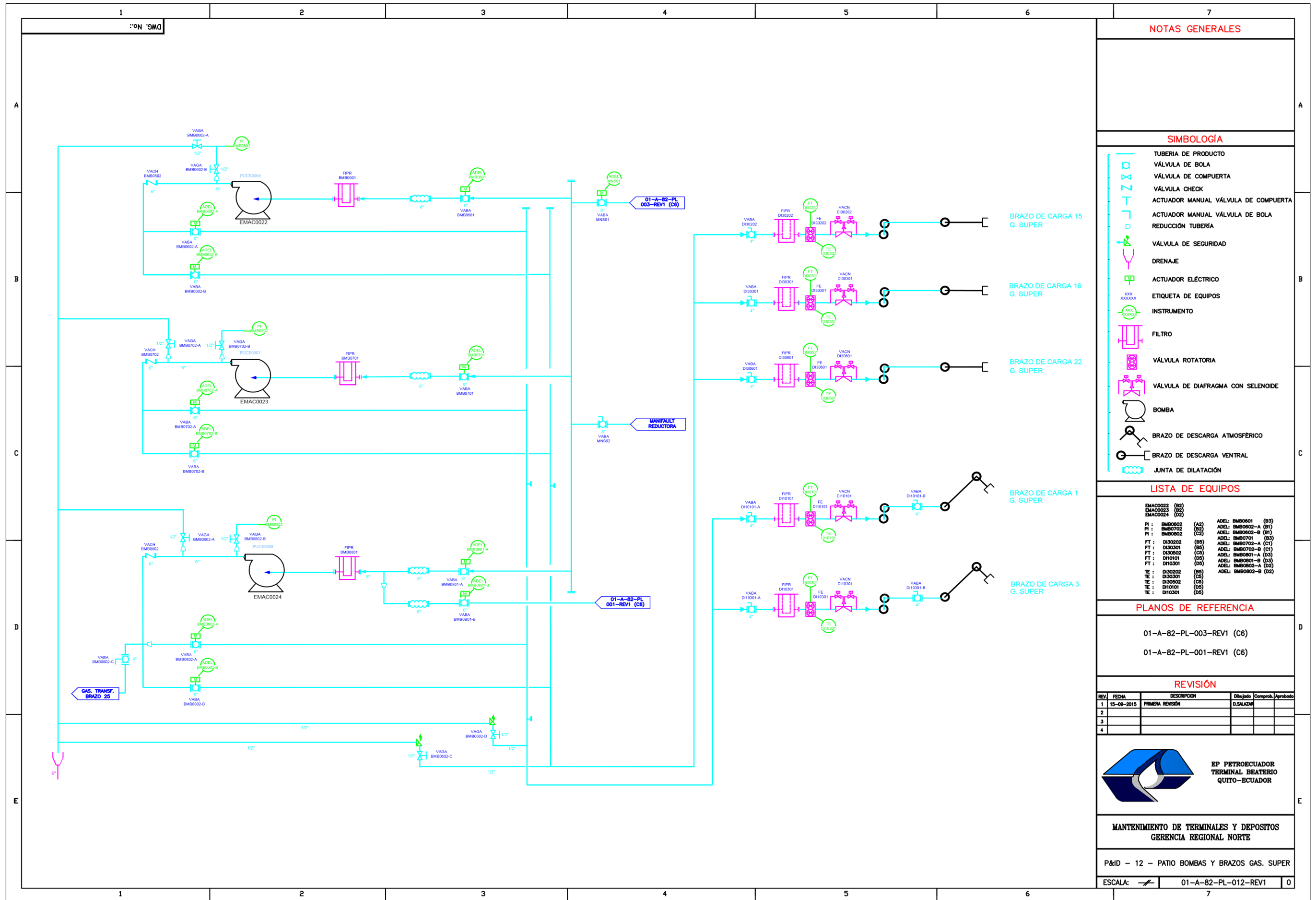
**EP PETROECUADOR**  
TERMINAL BEATRIGO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 10 - PATIO DE BOMBAS JETFUEL

ESCALA: 1/16 01-A-82-PL-010-REV1 0





**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- FILTRO
- VÁLVULA ROTATORIA
- VÁLVULA DE DIAFRAGMA CON SELENOIDE
- BOMBA
- BRAZO DE DESCARGA ATMOSFÉRICO
- BRAZO DE DESCARGA VENTRAL
- JUNTA DE DILATACIÓN

**LISTA DE EQUIPOS**

EMAC0022	(B2)		
EMAC0023	(B2)		
EMAC0024	(B2)		
PI :	BMB0602	(A2)	ADEL: BMB0801
PI :	BMB0702	(B2)	ADEL: BMB0802-A
PI :	BMB0802	(C2)	ADEL: BMB0802-B
FT :	D130202	(B5)	ADEL: BMB0701
FT :	D130301	(B5)	ADEL: BMB0702-A
FT :	D130502	(C5)	ADEL: BMB0702-B
FT :	D110101	(D5)	ADEL: BMB0801-A
FT :	D110301	(D5)	ADEL: BMB0801-B
TE :	D130202	(B5)	ADEL: BMB0802-A
TE :	D130301	(C5)	ADEL: BMB0802-B
TE :	D110101	(D5)	
TE :	D110301	(D5)	

**PLANOS DE REFERENCIA**

01-A-82-PL-003-REV1 (C6)  
 01-A-82-PL-001-REV1 (C6)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Compr.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN		D.SALAZAR	
2					
3					
4					



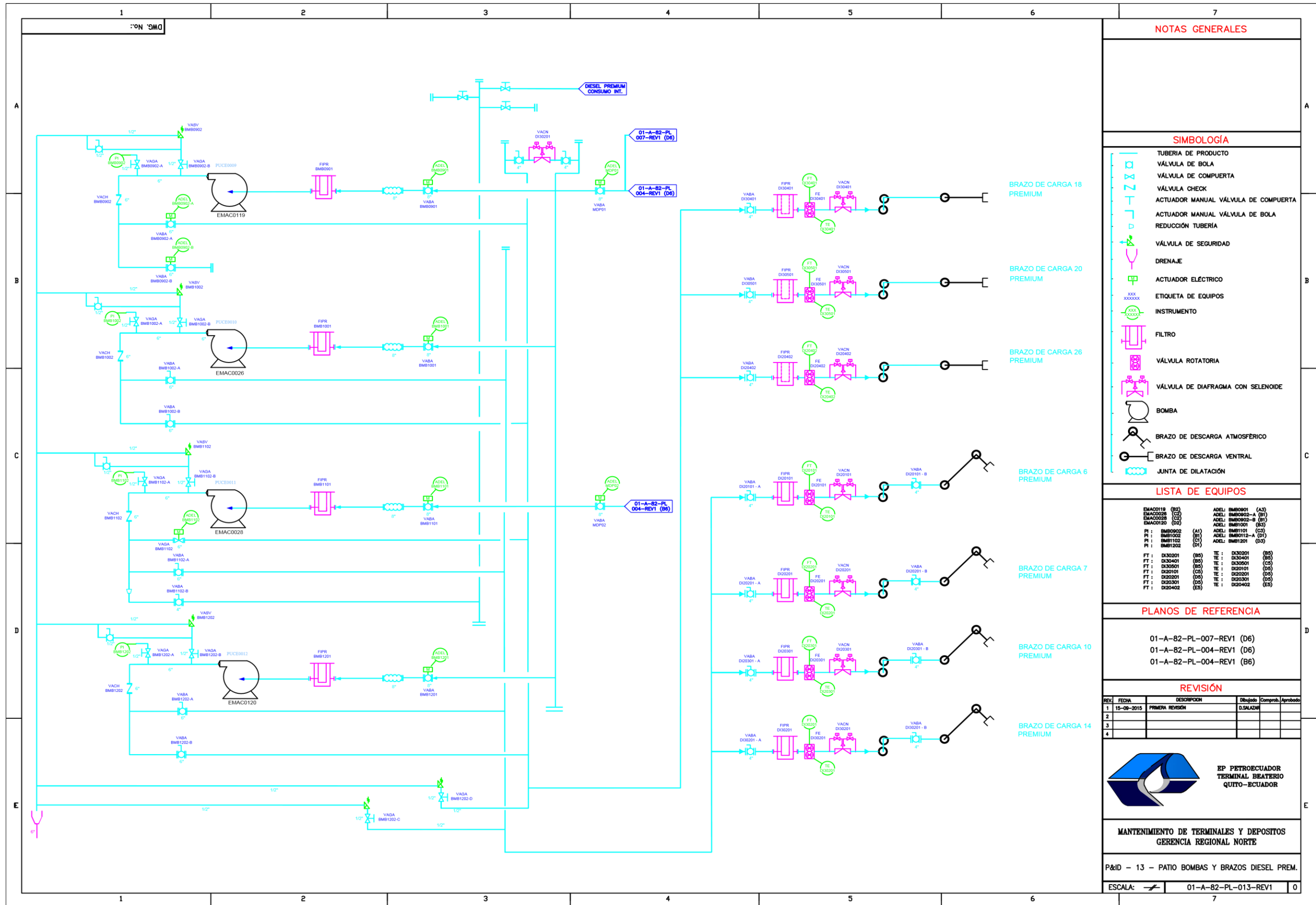
EP PETROECUADOR  
 TERMINAL BEATERIO  
 QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
 GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 12 - PATIO BOMBAS Y BRAZOS GAS. SUPER

ESCALA: 01-A-82-PL-012-REV1 0





**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- FILTRO
- VÁLVULA ROTATORIA
- VÁLVULA DE DIAFRAGMA CON SELENOIDE
- BOMBA
- BRAZO DE DESCARGA ATMOSFERICO
- BRAZO DE DESCARGA VENTRAL
- JUNTA DE DILATACIÓN

**LISTA DE EQUIPOS**

EMAC00119 (B2)	ADEL: BMB0901 (A3)
EMAC00228 (C2)	ADEL: BMB0902-A (B1)
EMAC00228 (C2)	ADEL: BMB0902-B (B1)
EMAC0120 (D2)	ADEL: BMB1001 (B3)
PI : BMB0902 (A1)	ADEL: BMB1101 (C3)
PI : BMB1002 (B1)	ADEL: BMB112-A (D1)
PI : BMB1102 (C1)	ADEL: BMB1201 (D3)
PI : BMB1202 (D1)	
FT : D30201 (B5)	TE : D30201 (B5)
FT : D30401 (B5)	TE : D30401 (B5)
FT : D30501 (B5)	TE : D30501 (C5)
FT : D30101 (D5)	TE : D30101 (D5)
FT : D30201 (C5)	TE : D30201 (D5)
FT : D30301 (D5)	TE : D30301 (D5)
FT : D30402 (E5)	TE : D30402 (E5)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-007-REV1 (D6)
- 01-A-82-PL-004-REV1 (D6)
- 01-A-82-PL-004-REV1 (B6)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

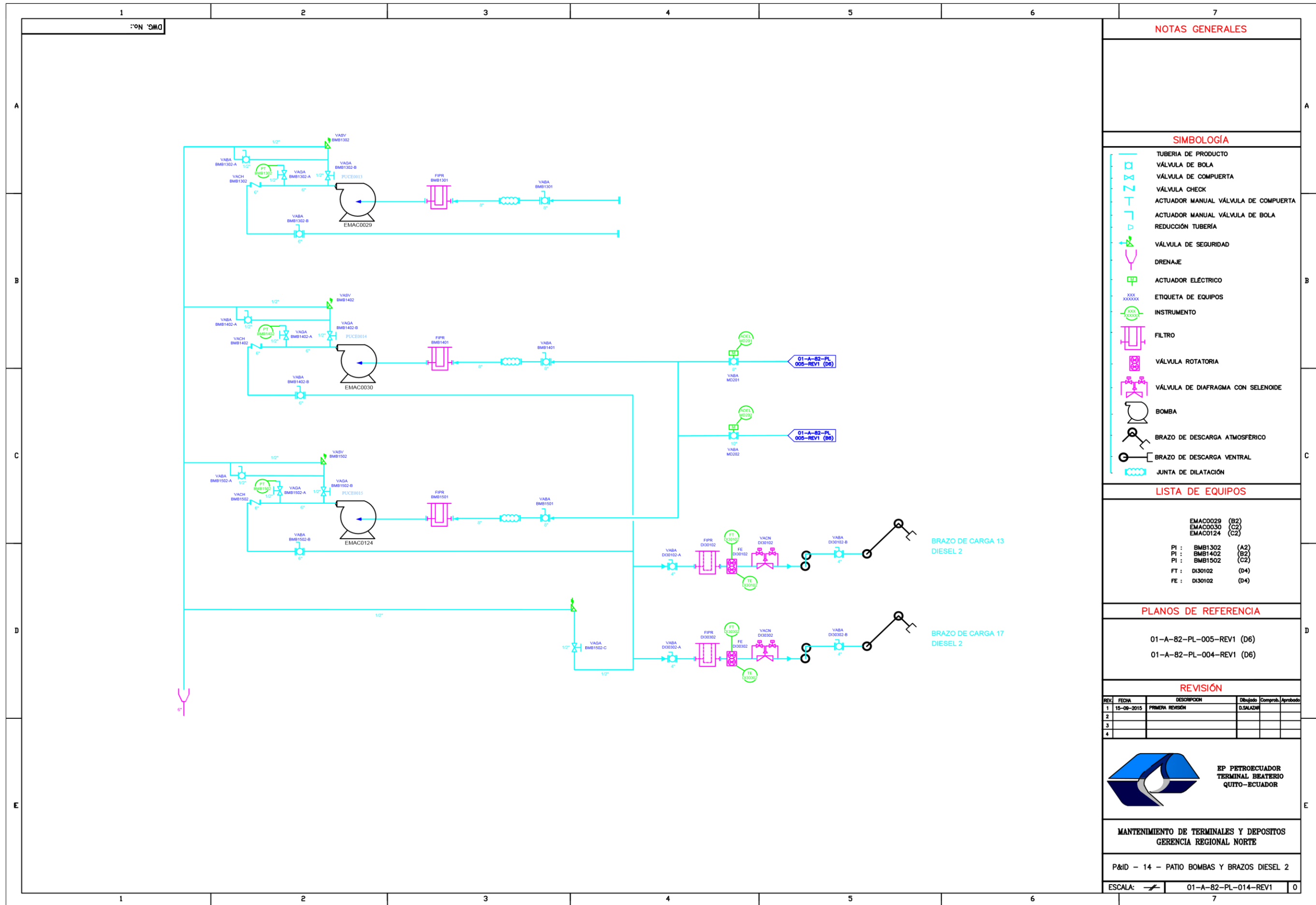


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 13 - PATIO BOMBAS Y BRAZOS DIESEL PREM.

ESCALA: 01-A-82-PL-013-REV1 0



**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- FILTRO
- VÁLVULA ROTATORIA
- VÁLVULA DE DIAFRAGMA CON SELENOIDE
- BOMBA
- BRAZO DE DESCARGA ATMOSFÉRICO
- BRAZO DE DESCARGA VENTRAL
- JUNTA DE DILATACIÓN

**LISTA DE EQUIPOS**

- EMAC0029 (B2)
- EMAC0030 (C2)
- EMAC0124 (C2)
- PI : BMB1302 (A2)
- PI : BMB1402 (B2)
- PI : BMB1502 (C2)
- FT : DI30102 (D4)
- FE : DI30102 (D4)

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-005-REV1 (D6)
- 01-A-82-PL-004-REV1 (D6)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

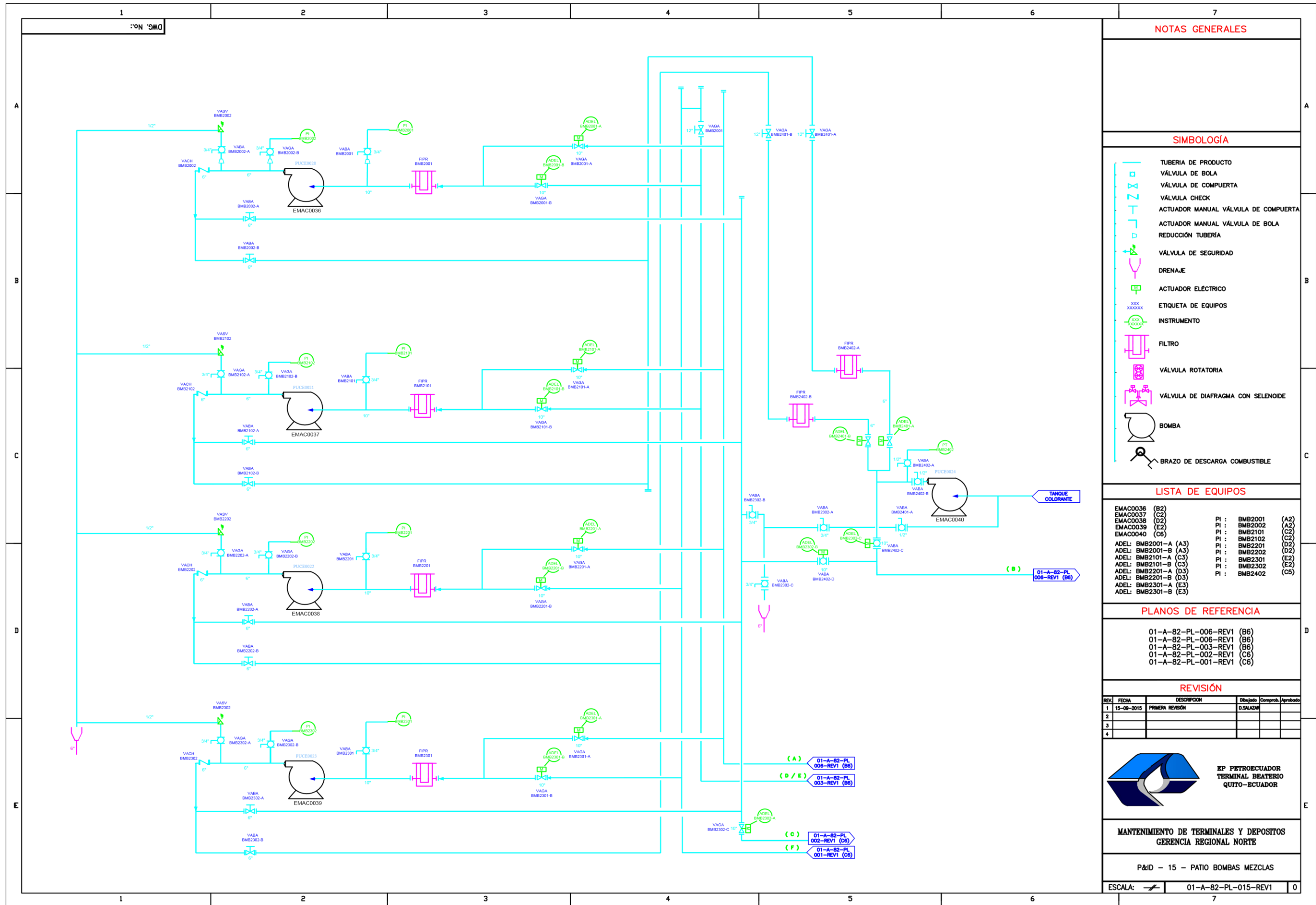


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 14 - PATIO BOMBAS Y BRAZOS DIESEL 2

ESCALA: 01-A-82-PL-014-REV1 0



**NOTAS GENERALES**

**SIMBOLOGÍA**

- TUBERIA DE PRODUCTO
- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- VÁLVULA CHECK
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR MANUAL VÁLVULA DE BOLA
- REDUCCIÓN TUBERÍA
- VÁLVULA DE SEGURIDAD
- DRENAJE
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- ETIQUETA DE EQUIPOS
- INSTRUMENTO
- FILTRO
- VÁLVULA ROTATORIA
- VÁLVULA DE DIAFRAGMA CON SELENOIDE
- BOMBA
- BRAZO DE DESCARGA COMBUSTIBLE

**LISTA DE EQUIPOS**

EMAC0036 (B2)	PI : BMB2001 (A2)
EMAC0037 (C2)	PI : BMB2002 (A2)
EMAC0038 (D2)	PI : BMB2101 (C2)
EMAC0039 (E2)	PI : BMB2102 (C2)
EMAC0040 (C6)	PI : BMB2201 (D2)
ADEL: BMB2001-A (A3)	PI : BMB2301 (E2)
ADEL: BMB2001-B (A3)	PI : BMB2302 (E2)
ADEL: BMB2101-A (C3)	PI : BMB2402 (C5)
ADEL: BMB2101-B (C3)	
ADEL: BMB2201-A (D3)	
ADEL: BMB2201-B (D3)	
ADEL: BMB2301-A (E3)	
ADEL: BMB2301-B (E3)	

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 01-A-82-PL-006-REV1 (B6)
- 01-A-82-PL-006-REV1 (B6)
- 01-A-82-PL-003-REV1 (B6)
- 01-A-82-PL-002-REV1 (C6)
- 01-A-82-PL-001-REV1 (C6)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Compr.	Aprobado
1	15-09-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					



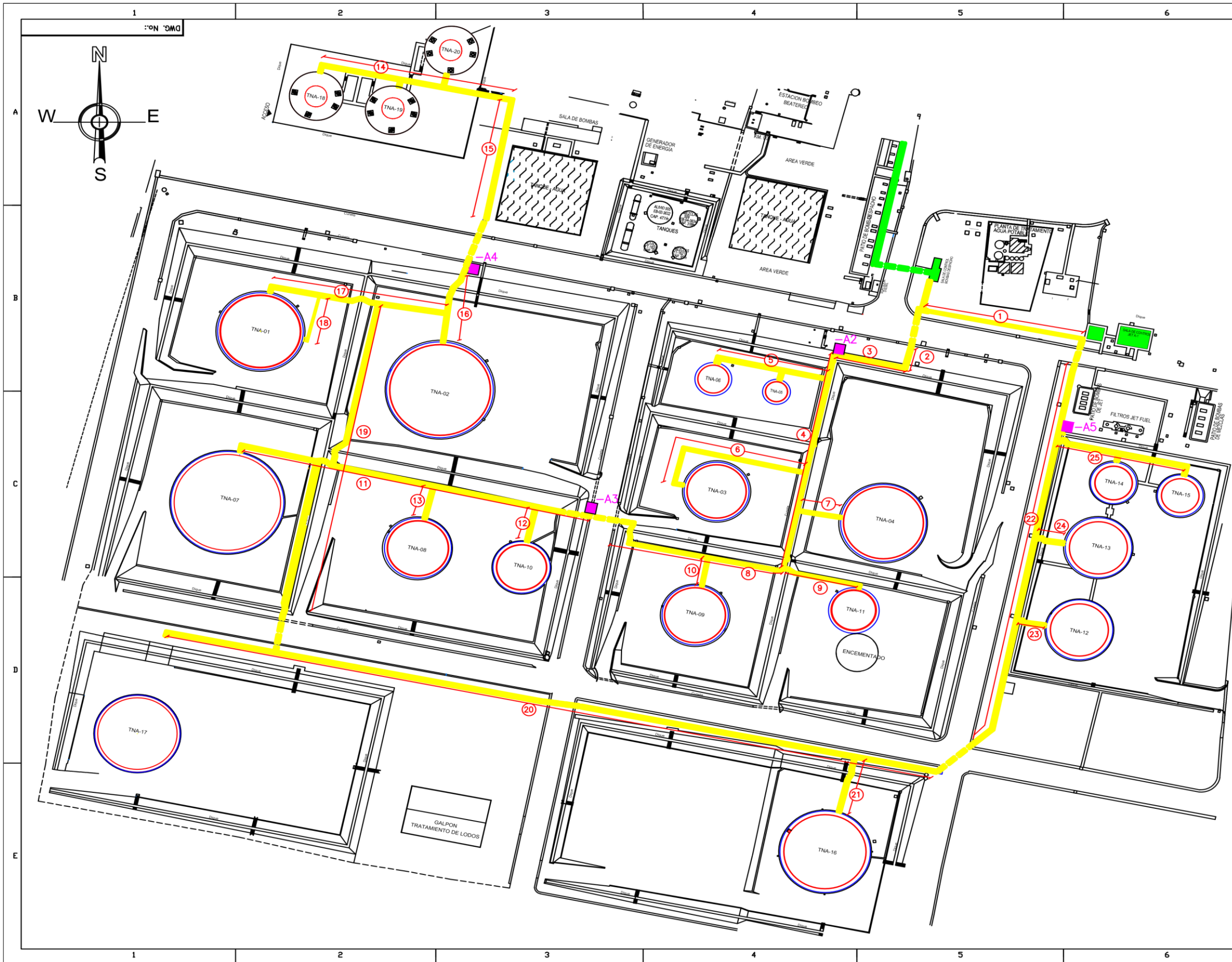
EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

P&ID - 15 - PATIO BOMBAS MEZCLAS

ESCALA: 01-A-82-PL-015-REV1 0

**ANEXO 8-9-10**  
**RECORRIDO CANALETA**  
**&**  
**DISEÑO DE LAZO PAKSCAN TQ Y PB**



**SIMBOLOGÍA**

- RECORRIDO CANALETA NUEVA PARA LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN TANQUES DE ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE
- RECORRIDO CANALETA ANTIGUA PARA LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PATIO DE BOMBAS DE DESPACHO
- CUARTOS DE CONTROL
- TABLEROS DE PROTECCIÓN

**RECORRIDOS**

RECORRIDO #1	: 57 [m]
RECORRIDO #2	: 10 [m]
RECORRIDO #3	: 30 [m]
RECORRIDO #4	: 100 [m]
RECORRIDO #5	: 44 [m]
RECORRIDO #6	: 64 [m]
RECORRIDO #7	: 18 [m]
RECORRIDO #8	: 100 [m]
RECORRIDO #9	: 22 [m]
RECORRIDO #10	: 6 [m]
RECORRIDO #11	: 96 [m]
RECORRIDO #12	: 16 [m]
RECORRIDO #13	: 16 [m]
RECORRIDO #14	: 70 [m]
RECORRIDO #15	: 53 [m]
RECORRIDO #16	: 37 [m]
RECORRIDO #17	: 60 [m]
RECORRIDO #18	: 31 [m]
RECORRIDO #19	: 138 [m]
RECORRIDO #20	: 248 [m]
RECORRIDO #21	: 30 [m]
RECORRIDO #22	: 121 [m]
RECORRIDO #23	: 18 [m]
RECORRIDO #24	: 15 [m]
RECORRIDO #25	: 55 [m]

**PLANOS DE REFERENCIA**

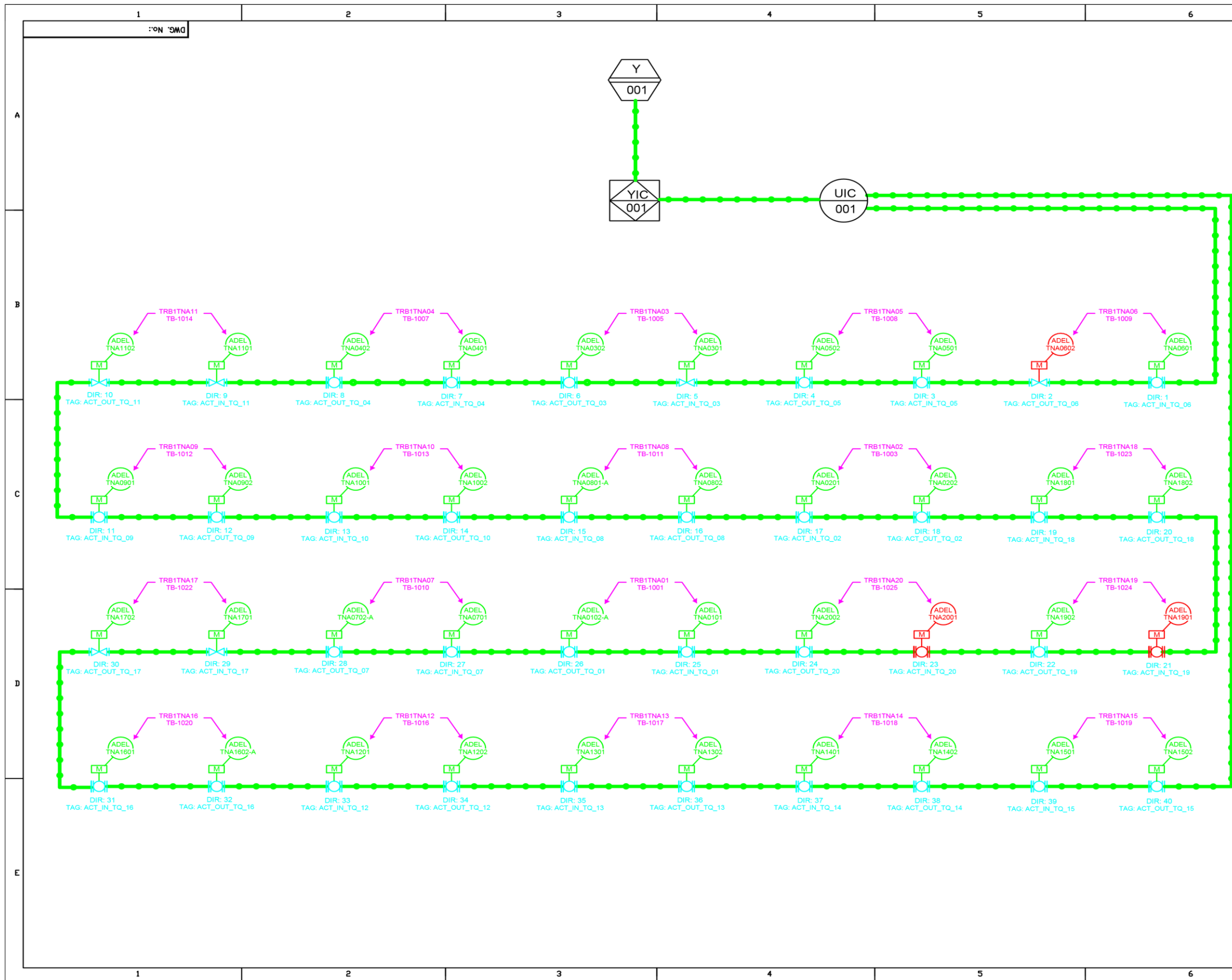
**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	15-08-2015	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					



MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS GERENCIA REGIONAL NORTE

RECORRIDO DE CANALETAS Y UBICACIONES DE TABLEROS  
 ESCALA: 1:100 01-C-69-PL-001-REV1 0



**NOTAS GENERALES**

LOS ELEMENTOS NO EXISTENTES EN CAMPO SERAN ADQUIRIDOS, POR LO TANTO TOMADOS EN CUENTA

**SIMBOLOGÍA**

- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- DIR. Y TAG DE ACTUADOR
- INSTRUMENTO
- LINEA DE COMUNICACIÓN
- PLC ACCESIBLE AL OPERADOR (MONTADO EN TABLERO)
- MASTER STATION ACCESIBLE AL OPERADOR (MONTADO EN TABLERO)
- COMPUTADOR ACCESIBLE AL OPERADOR (UBICACIÓN AUXILIAR)
- NO EXISTENTE EN CAMPO

**LISTA DE EQUIPOS**

- FILA 1**
- ADEL: TRB1TNA0601 (B6)
  - ADEL: TRB1TNA0602 (B5)
  - ADEL: TRB1TNA0501 (B5)
  - ADEL: TRB1TNA0502 (B4)
  - ADEL: TRB1TNA0301 (B4)
  - ADEL: TRB1TNA0302 (B3)
  - ADEL: TRB1TNA0401 (B3)
  - ADEL: TRB1TNA0402 (B2)
  - ADEL: TRB1TNA1101 (B1)
  - ADEL: TRB1TNA1102 (B1)
- FILA 2**
- ADEL: TRB1TNA0901 (C6)
  - ADEL: TRB1TNA0902 (C5)
  - ADEL: TRB1TNA1001 (C5)
  - ADEL: TRB1TNA1002 (C4)
  - ADEL: TRB1TNA0801-A (C4)
  - ADEL: TRB1TNA0802 (C3)
  - ADEL: TRB1TNA2201 (C3)
  - ADEL: TRB1TNA0202 (C2)
  - ADEL: TRB1TNA1801 (C1)
  - ADEL: TRB1TNA1802 (C1)
- FILA 3**
- ADEL: TRB1TNA1901 (D6)
  - ADEL: TRB1TNA1902 (D6)
  - ADEL: TRB1TNA2001 (D5)
  - ADEL: TRB1TNA2002 (D4)
  - ADEL: TRB1TNA0101 (D4)
  - ADEL: TRB1TNA0102-A (D3)
  - ADEL: TRB1TNA0701 (D3)
  - ADEL: TRB1TNA0702 (D2)
  - ADEL: TRB1TNA1701 (D1)
  - ADEL: TRB1TNA1702 (D1)
- FILA 4**
- ADEL: TRB1TNA1601 (E6)
  - ADEL: TRB1TNA1602-A (E6)
  - ADEL: TRB1TNA1201 (E5)
  - ADEL: TRB1TNA1202 (E5)
  - ADEL: TRB1TNA1301 (E4)
  - ADEL: TRB1TNA1302 (E4)
  - ADEL: TRB1TNA1401 (E3)
  - ADEL: TRB1TNA1402 (E2)
  - ADEL: TRB1TNA1501 (E1)
  - ADEL: TRB1TNA1502 (E1)

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Compr.	Aprobado
1	04-01-2016	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

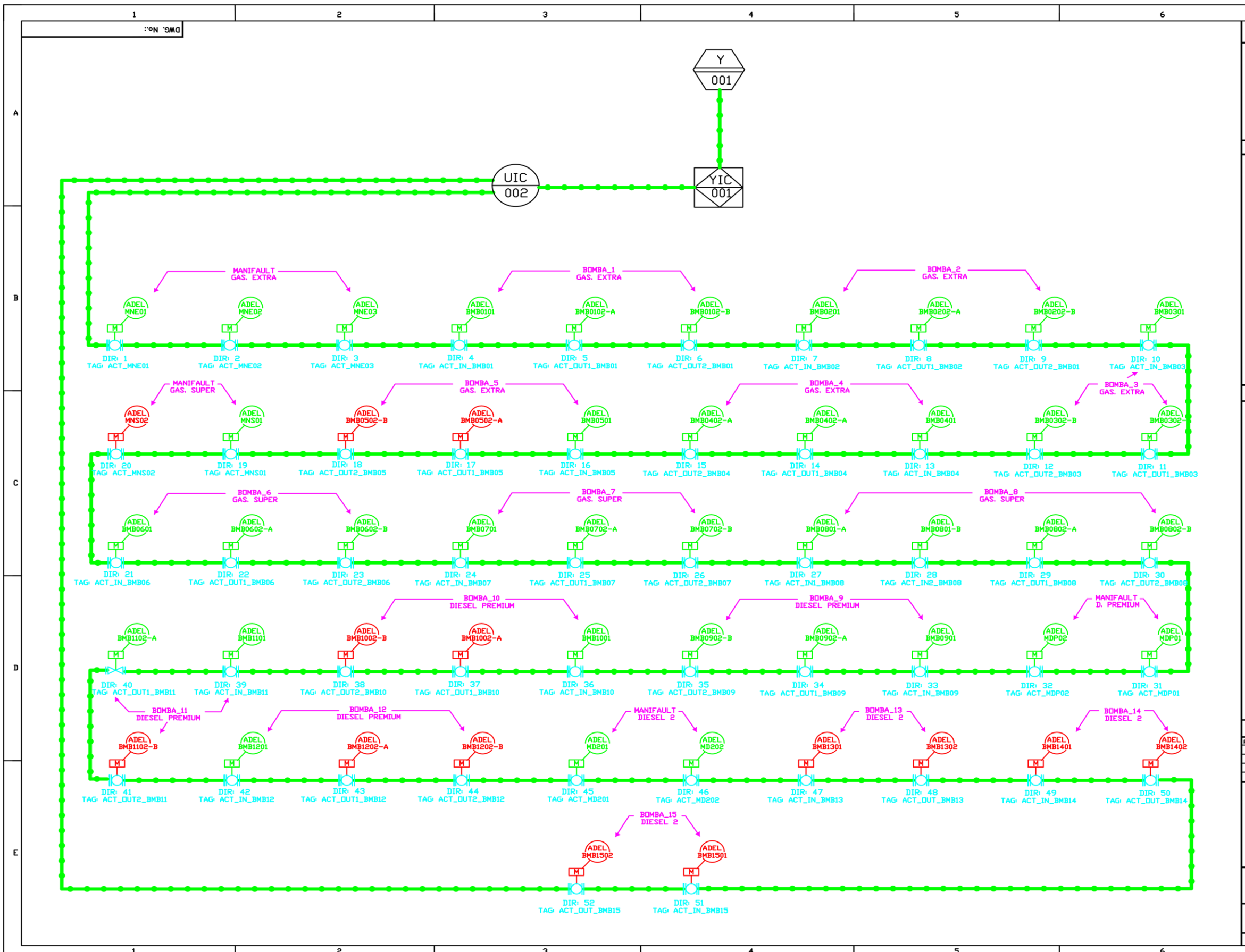


EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN TANQUES

ESCALA: 01-C-82-PL-001-REV1 0



**NOTAS GENERALES**

LOS ELEMENTOS NO EXISTENTES EN CAMPO SERAN ADQUIRIDOS, POR LO TANTO TOMADOS EN CUENTA PARA DIRECCIÓN PAKSCAN Y TAG

**SIMBOLOGÍA**

- VÁLVULA DE BOLA
- VÁLVULA DE COMPUERTA
- ACTUADOR ELÉCTRICO
- DIR. Y TAG DE ACTUADOR
- INSTRUMENTO
- LINEA DE COMUNICACIÓN
- PLC ACCESIBLE AL OPERADOR (MONTADO EN TABLERO)
- MASTER STATION ACCESIBLE AL OPERADOR (MONTADO EN TABLERO)
- COMPUTADOR ACCESIBLE AL OPERADOR (UBICACIÓN AUXILIAR)
- NO EXISTENTE EN CAMPO

**LISTA DE EQUIPOS**

<b>FILA 1</b>	<b>FILA 2</b>
ADEL: TRB1MNE01 (B1)	ADEL: TRB1BMB0302-A (C8)
ADEL: TRB1MNE02 (B1)	ADEL: TRB1BMB0302-B (C5)
ADEL: TRB1MNE03 (B2)	ADEL: TRB1BMB0401 (C5)
ADEL: TRB1BMB0101 (B3)	ADEL: TRB1BMB0402-A (C4)
ADEL: TRB1BMB0102-A (B3)	ADEL: TRB1BMB0402-B (C4)
ADEL: TRB1BMB0102-B (B4)	ADEL: TRB1BMB0501 (C3)
ADEL: TRB1BMB0201 (B4)	ADEL: TRB1BMB0502-A (C3)
ADEL: TRB1BMB0202-A (B5)	ADEL: TRB1BMB0502-B (C2)
ADEL: TRB1BMB0202-B (B5)	ADEL: TRB1MNS01 (C1)
ADEL: TRB1BMB0301 (B6)	ADEL: TRB1MNS02 (C1)
<b>FILA 3</b>	<b>FILA 4</b>
ADEL: TRB1BMB0601 (C1)	ADEL: TRB1MDP01 (D6)
ADEL: TRB1BMB0602-A (C1)	ADEL: TRB1MDP02 (D5)
ADEL: TRB1BMB0602-B (C2)	ADEL: TRB1BMB0901 (D5)
ADEL: TRB1BMB0701 (C3)	ADEL: TRB1BMB0902-A (D4)
ADEL: TRB1BMB0702-A (C3)	ADEL: TRB1BMB0902-B (D4)
ADEL: TRB1BMB0702-B (C4)	ADEL: TRB1BMB1001 (D3)
ADEL: TRB1BMB0801-A (C4)	ADEL: TRB1BMB1002-A (D3)
ADEL: TRB1BMB0801-B (C5)	ADEL: TRB1BMB1002-B (D2)
ADEL: TRB1BMB0802-A (C5)	ADEL: TRB1BMB1101 (D1)
ADEL: TRB1BMB0802-B (C6)	ADEL: TRB1BMB1102-A (D1)
<b>FILA 5</b>	<b>FILA 6</b>
ADEL: TRB1BMB1102-B (E1)	ADEL: TRB1BMB1501 (E4)
ADEL: TRB1BMB1201 (E1)	ADEL: TRB1BMB1502 (E5)
ADEL: TRB1BMB1202-A (E2)	
ADEL: TRB1BMB1202-B (E3)	
ADEL: TRB1MD201 (E3)	
ADEL: TRB1MD202 (E4)	
ADEL: TRB1BMB1301 (E4)	
ADEL: TRB1BMB1302 (E5)	
ADEL: TRB1BMB1401 (E5)	
ADEL: TRB1BMB1402 (E6)	

**REVISIÓN**

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	04-01-2016	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					



EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

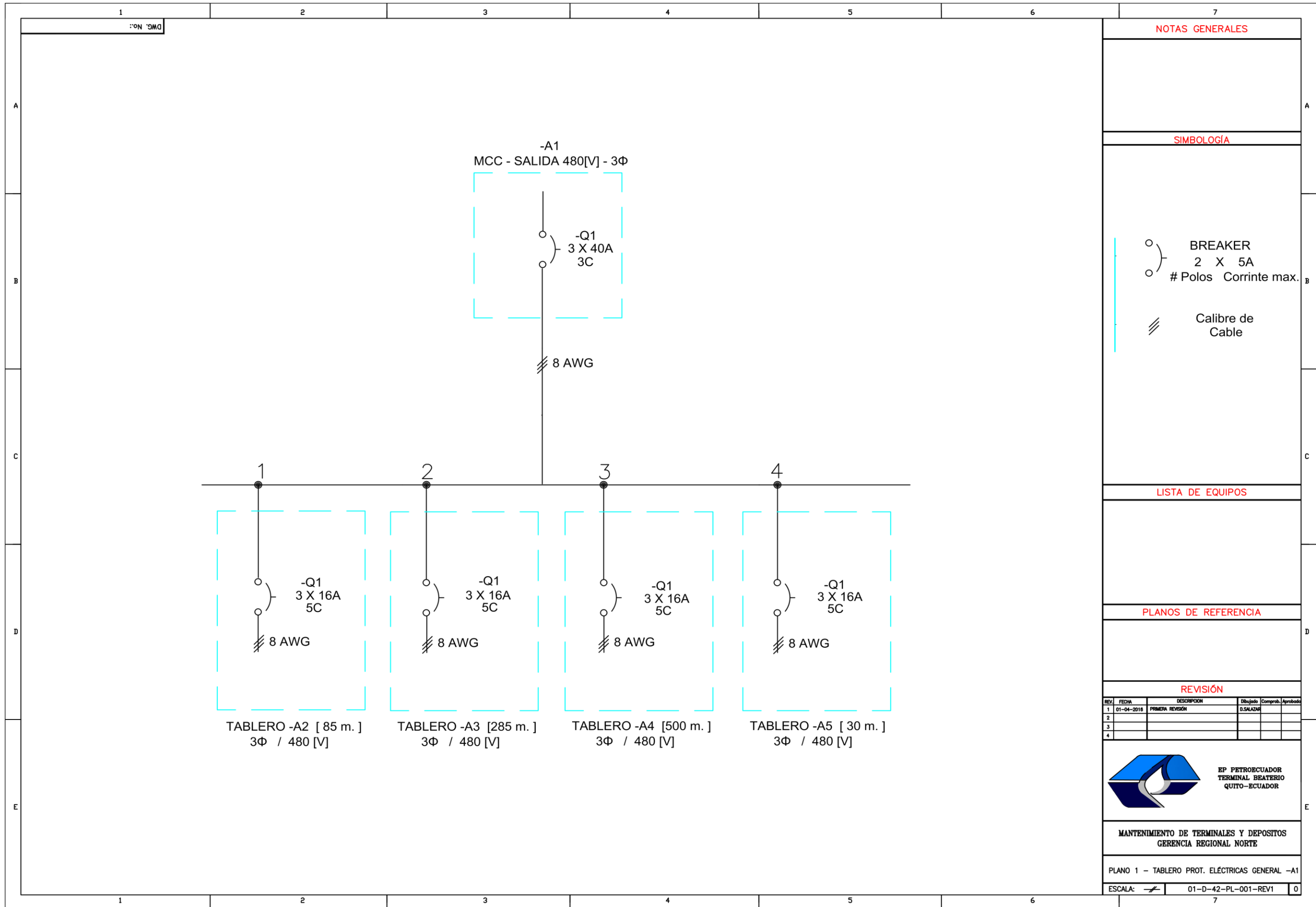
MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

LAZO DE COMUNICACIÓN PAKSCAN PATIO DE BOMBAS

ESCALA: 01-C-82-PL-002-REV1 0

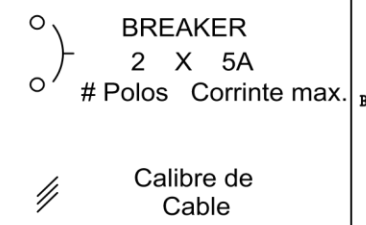
**ANEXO 11**  
**PLANOS PROTECCIONES ELÉCTRICAS**





NOTAS GENERALES

SIMBOLOGÍA



LISTA DE EQUIPOS

PLANOS DE REFERENCIA

REVISIÓN

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	01-04-2016	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

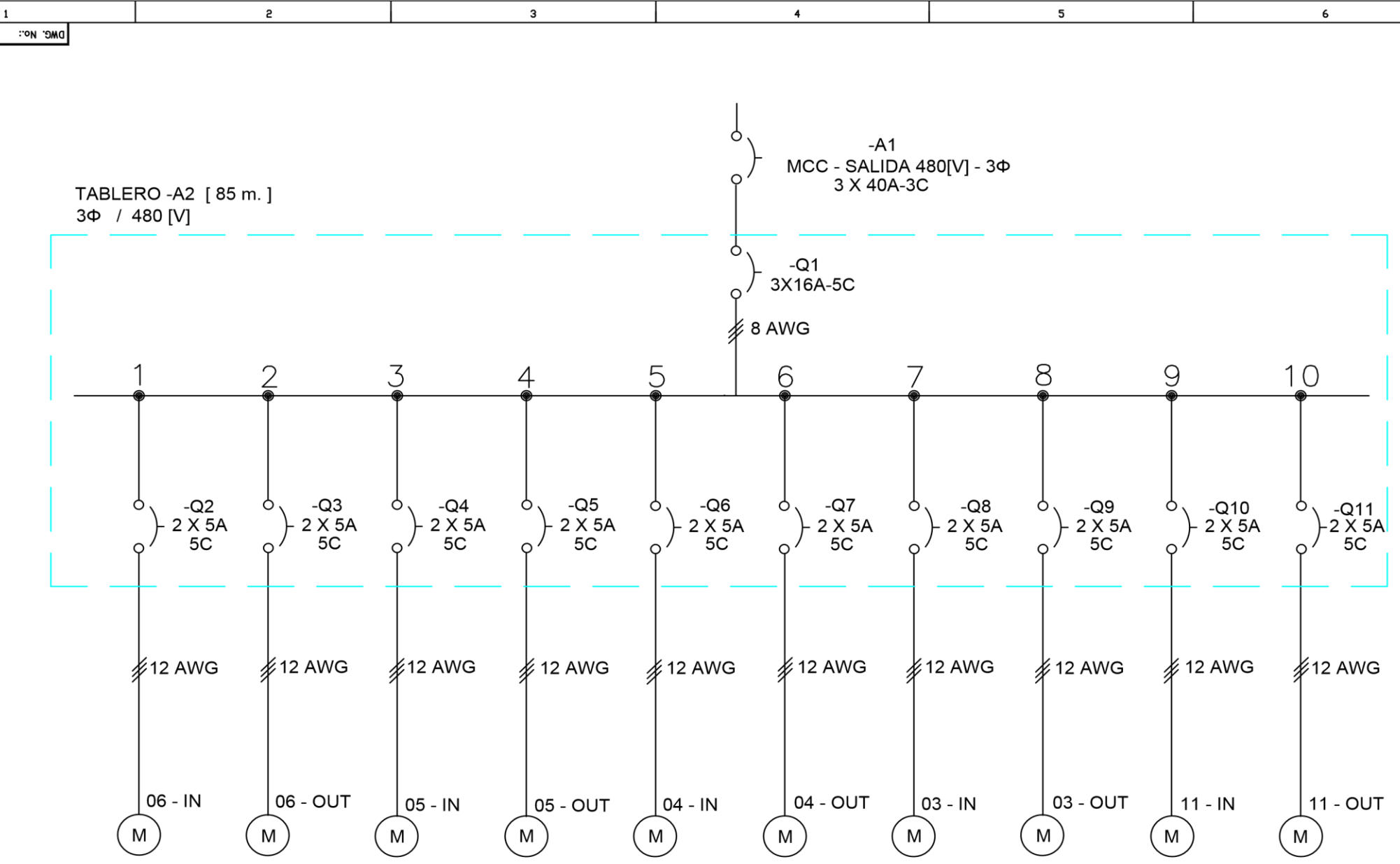


EP PETROECUADOR  
 TERMINAL BEATERIO  
 QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
 GERENCIA REGIONAL NORTE

PLANO 1 - TABLERO PROT. ELÉCTRICAS GENERAL -A1

ESCALA:  $\frac{1}{1}$  01-D-42-PL-001-REV1 0

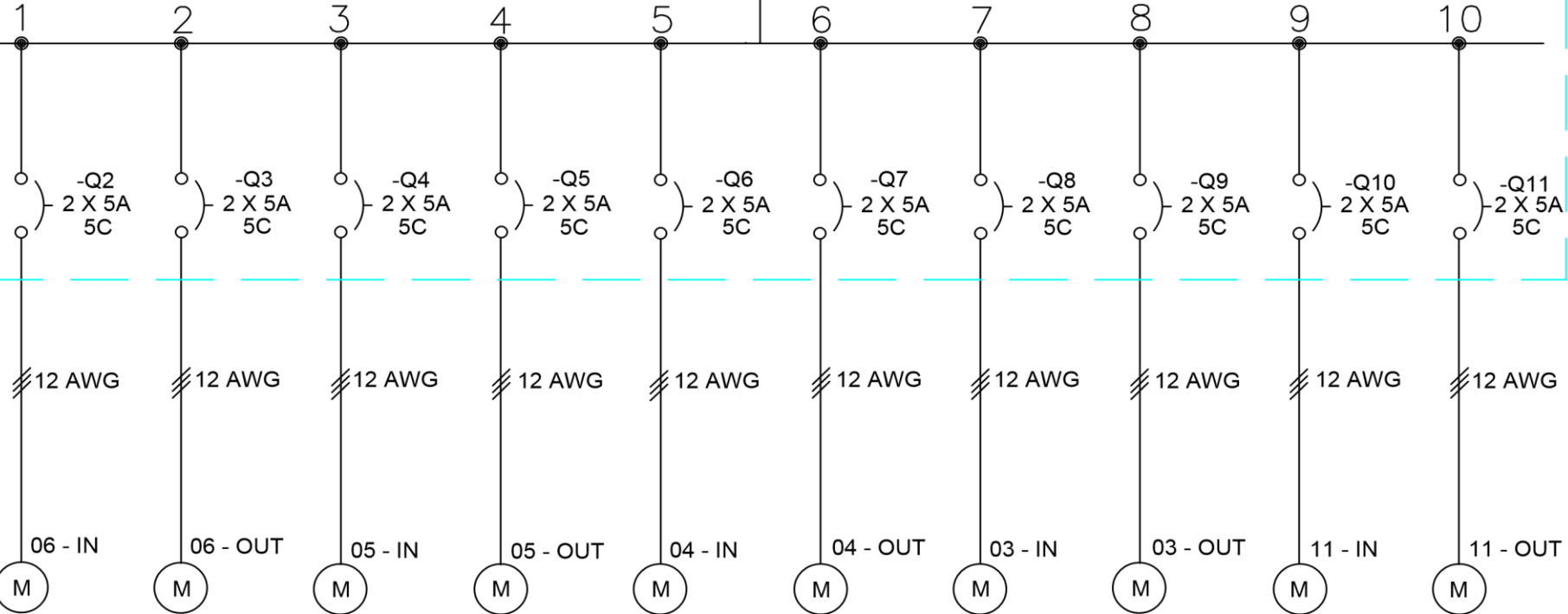


TABLERO -A2 [ 85 m. ]  
3Φ / 480 [V]

-A1  
MCC - SALIDA 480[V] - 3Φ  
3 X 40A-3C

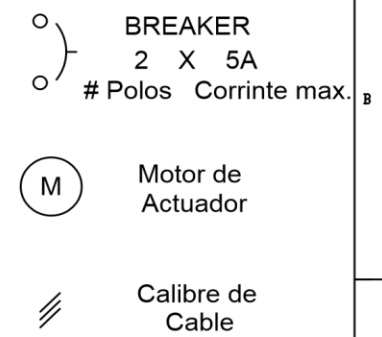
-Q1  
3X16A-5C

8 AWG



NOTAS GENERALES

SIMBOLOGÍA



LISTA DE EQUIPOS

PLANOS DE REFERENCIA

REVISIÓN

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	01-04-2018	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

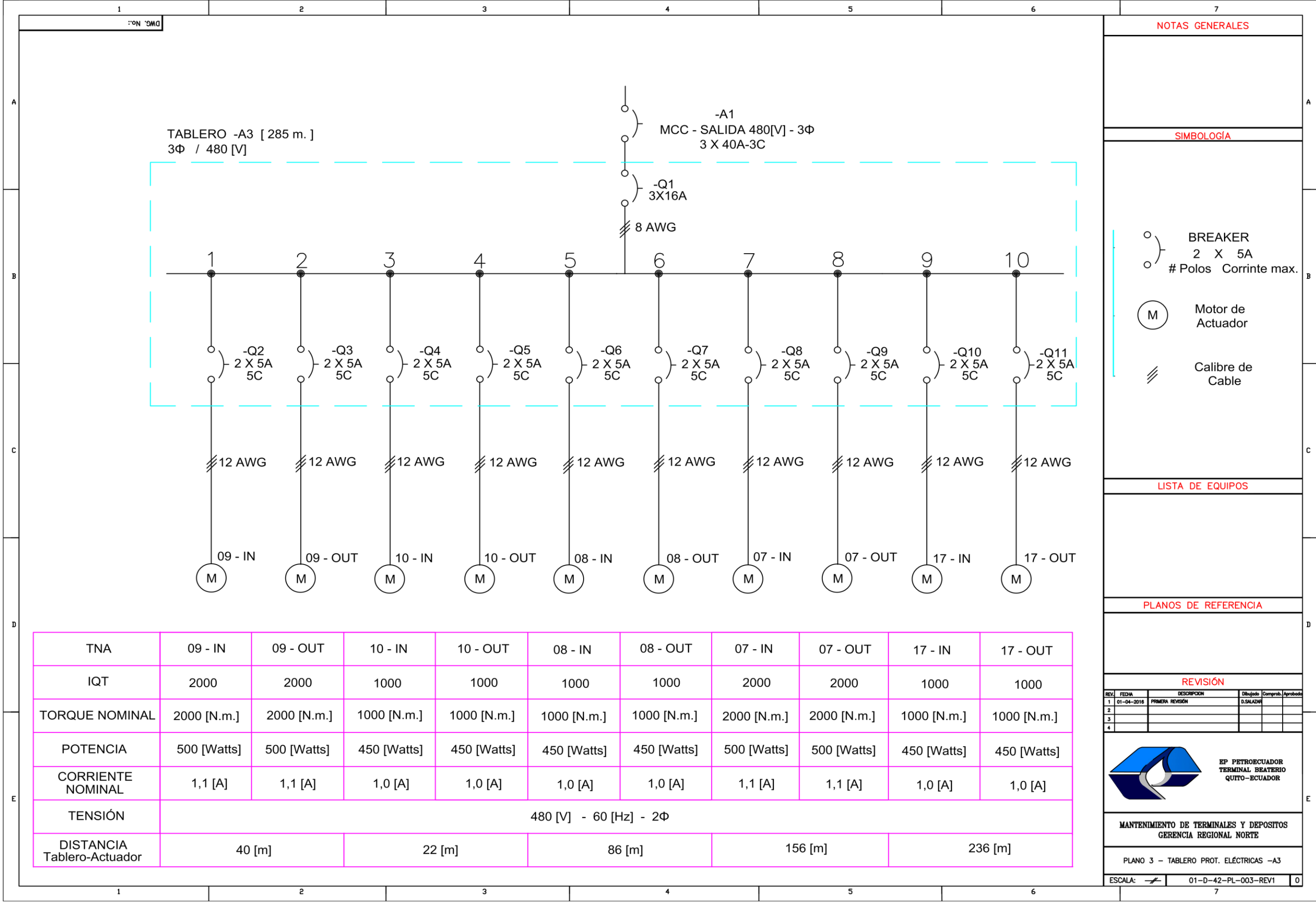


MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

PLANO 2 - TABLERO PROT. ELÉCTRICAS -A2

ESCALA: 01-D-42-PL-002-REV1 0

TNA	06 - IN	06 - OUT	05 - IN	05 - OUT	04 - IN	04 - OUT	03 - IN	03 - OUT	11 - IN	11 - OUT
IQT	500	500	500	1000	2000	2000	1000	2000	500	500
TORQUE NOMINAL	500 [N.m.]	500 [N.m.]	500 [N.m.]	1000 [N.m.]	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]	1000 [N.m.]	2000 [N.m.]	500 [N.m.]	500 [N.m.]
POTENCIA	430 [Watts]	430 [Watts]	430 [Watts]	450 [Watts]	500 [Watts]	500 [Watts]	450 [Watts]	500 [Watts]	430 [Watts]	430 [Watts]
CORRIENTE NOMINAL	0,9 [A]	0,9 [A]	0,9 [A]	1,0 [A]	1,1 [A]	1,1 [A]	1,0 [A]	1,1 [A]	0,9 [A]	0,9 [A]
TENSIÓN	480 [V] - 60 [Hz] - 2Φ									
DISTANCIA Tablero-Actuador	44 [m]		20 [m]		68 [m]		124 [m]		122 [m]	



NOTAS GENERALES

SIMBOLOGÍA

- BREAKER  
2 X 5A  
# Polos Corriente max.
- Motor de Actuador
- Calibre de Cable

LISTA DE EQUIPOS

PLANOS DE REFERENCIA

REVISIÓN

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	01-04-2018	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

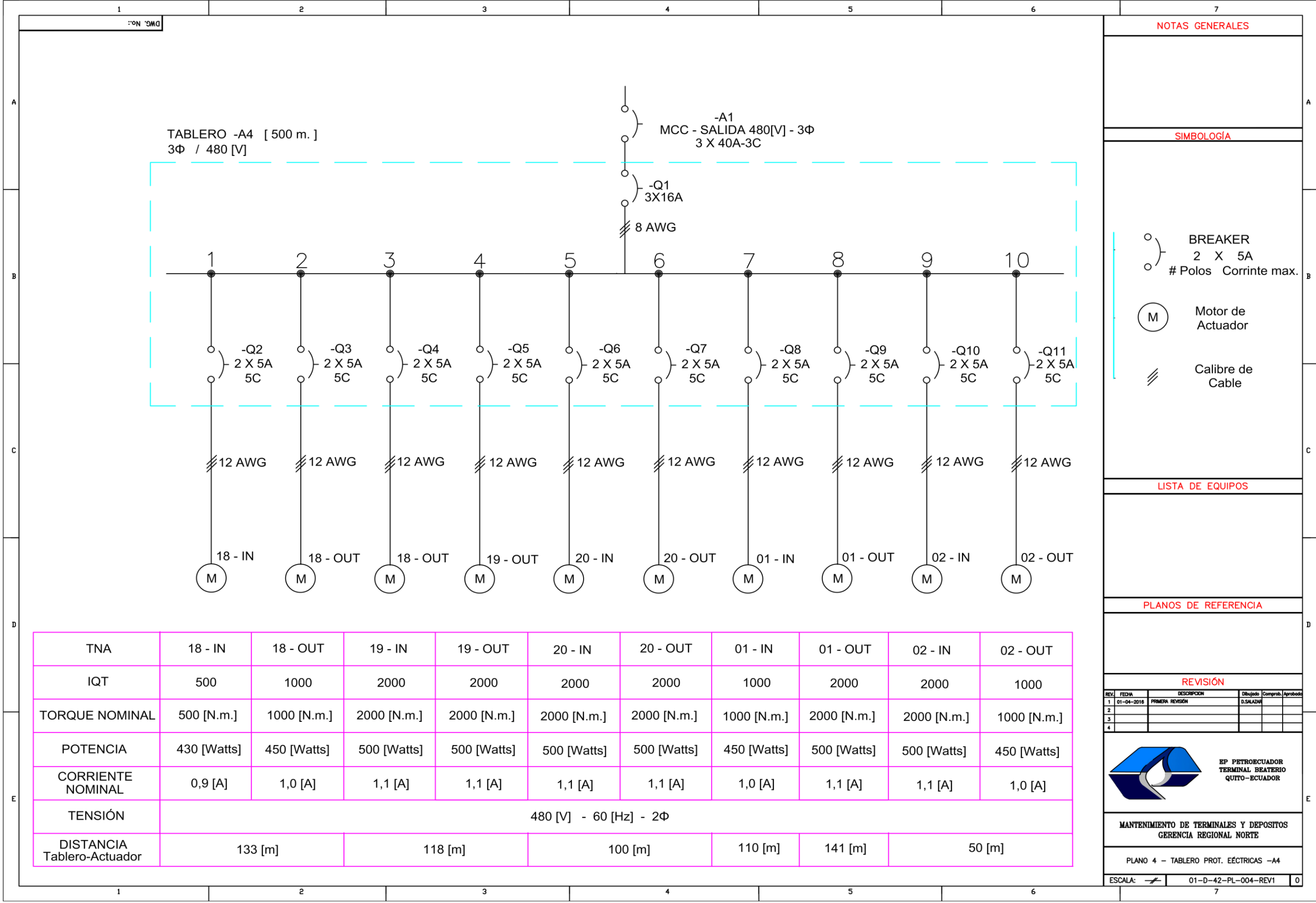


MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

PLANO 3 - TABLERO PROT. ELÉCTRICAS -A3

ESCALA: 01-D-42-PL-003-REV1 0

TNA	09 - IN	09 - OUT	10 - IN	10 - OUT	08 - IN	08 - OUT	07 - IN	07 - OUT	17 - IN	17 - OUT
IQT	2000	2000	1000	1000	1000	1000	2000	2000	1000	1000
TORQUE NOMINAL	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]
POTENCIA	500 [Watts]	500 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]	500 [Watts]	500 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]
CORRIENTE NOMINAL	1,1 [A]	1,1 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]	1,1 [A]	1,1 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]
TENSIÓN	480 [V] - 60 [Hz] - 2Φ									
DISTANCIA Tablero-Actuador	40 [m]		22 [m]		86 [m]		156 [m]		236 [m]	



TABLERO -A4 [ 500 m. ]  
3Φ / 480 [V]

-A1  
MCC - SALIDA 480[V] - 3Φ  
3 X 40A-3C

-Q1  
3X16A

8 AWG

NOTAS GENERALES

SIMBOLOGÍA

- BREAKER  
2 X 5A  
# Polos Corriente max.
- Motor de Actuator
- Calibre de Cable

LISTA DE EQUIPOS

PLANOS DE REFERENCIA

REVISIÓN

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	01-04-2018	PRIMERA REVISIÓN	D.SALAZAR		
2					
3					
4					

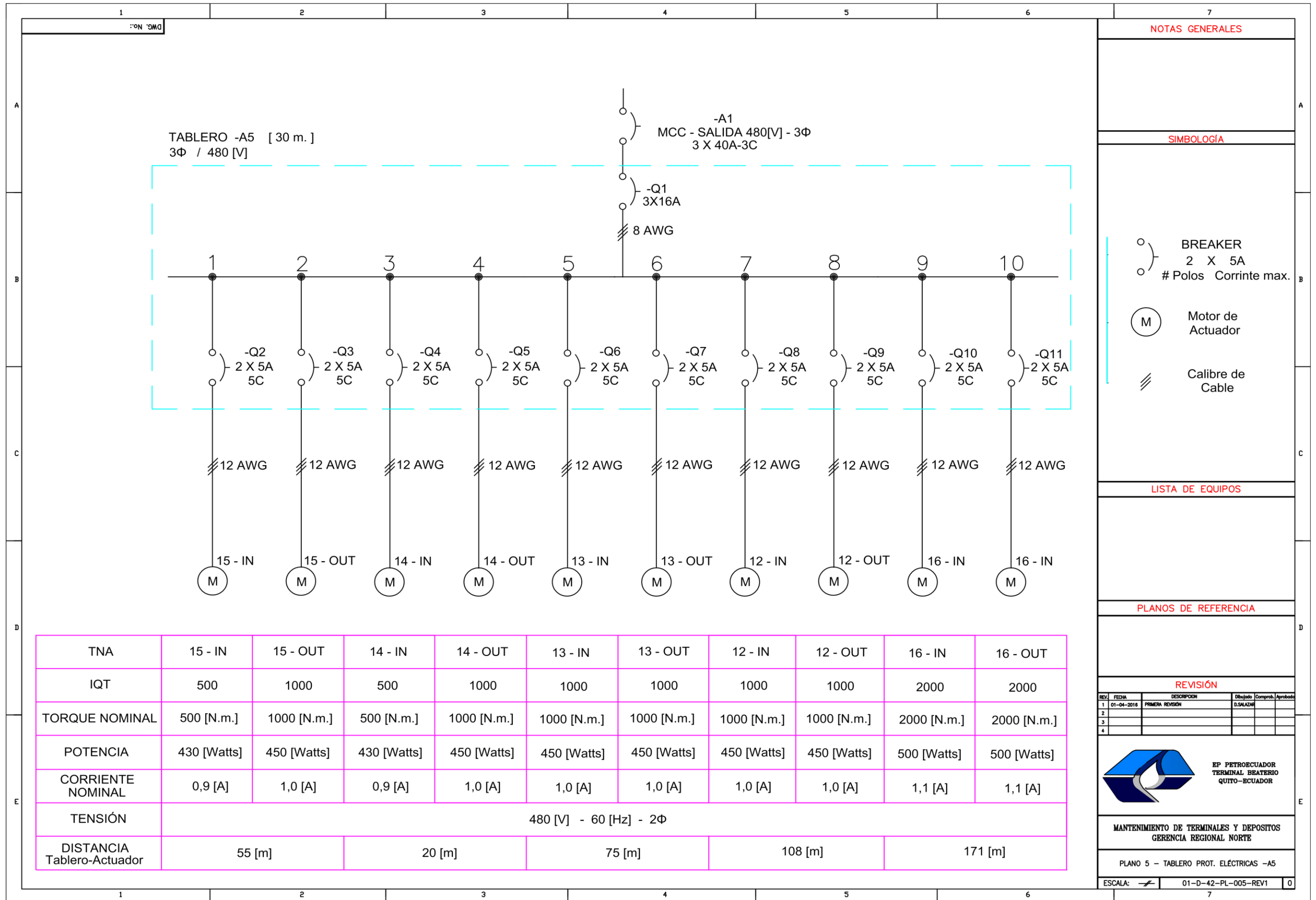


MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

PLANO 4 - TABLERO PROT. EÉCTRICAS -A4

ESCALA: 01-D-42-PL-004-REV1 0

TNA	18 - IN	18 - OUT	19 - IN	19 - OUT	20 - IN	20 - OUT	01 - IN	01 - OUT	02 - IN	02 - OUT
IQT	500	1000	2000	2000	2000	2000	1000	2000	2000	1000
TORQUE NOMINAL	500 [N.m.]	1000 [N.m.]	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]	1000 [N.m.]	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]	1000 [N.m.]
POTENCIA	430 [Watts]	450 [Watts]	500 [Watts]	500 [Watts]	500 [Watts]	500 [Watts]	450 [Watts]	500 [Watts]	500 [Watts]	450 [Watts]
CORRIENTE NOMINAL	0,9 [A]	1,0 [A]	1,1 [A]	1,1 [A]	1,1 [A]	1,1 [A]	1,0 [A]	1,1 [A]	1,1 [A]	1,0 [A]
TENSIÓN	480 [V] - 60 [Hz] - 2Φ									
DISTANCIA Tablero-Actuator	133 [m]		118 [m]		100 [m]		110 [m]	141 [m]	50 [m]	



NOTAS GENERALES

SIMBOLOGÍA

- BREAKER  
2 X 5A  
# Polos Corriente max.
- Motor de Actuator
- Calibre de Cable

LISTA DE EQUIPOS

PLANOS DE REFERENCIA

REVISIÓN

REV.	FECHA	DESCRIPCION	Dibujado	Comprob.	Aprobado
1	01-04-2016	PRIMERA REVISION	D.SALAZAR		
2					
3					
4					



EP PETROECUADOR  
TERMINAL BEATERIO  
QUITO-ECUADOR

MANTENIMIENTO DE TERMINALES Y DEPOSITOS  
GERENCIA REGIONAL NORTE

PLANO 5 - TABLERO PROT. ELÉCTRICAS -A5

ESCALA: 01-D-42-PL-005-REV1 0

TNA	15 - IN	15 - OUT	14 - IN	14 - OUT	13 - IN	13 - OUT	12 - IN	12 - OUT	16 - IN	16 - OUT
IQT	500	1000	500	1000	1000	1000	1000	1000	2000	2000
TORQUE NOMINAL	500 [N.m.]	1000 [N.m.]	500 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]	1000 [N.m.]	2000 [N.m.]	2000 [N.m.]
POTENCIA	430 [Watts]	450 [Watts]	430 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]	450 [Watts]	500 [Watts]	500 [Watts]
CORRIENTE NOMINAL	0,9 [A]	1,0 [A]	0,9 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]	1,0 [A]	1,1 [A]	1,1 [A]
TENSIÓN	480 [V] - 60 [Hz] - 2Φ									
DISTANCIA Tablero-Actuator	55 [m]		20 [m]		75 [m]		108 [m]		171 [m]	

## **ANEXO 12**

### **DIAGRAMA DE INSTRUMENTOS Y RED PAKSCAN**

