



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

**ING. ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

Mención en Gestión Empresarial

**TÍTULO:**

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PARA  
EL ALMACENAMIENTO DE GLP EN LA TERMINAL CHORRILLO  
PROVINCIA DEL GUAYAS**

**AUTOR:**

**Walter Josué Macías Cansing.**

**TUTOR:**

**Ing. Luis Córdova Rivadeneira**

**Guayaquil, Ecuador**

**2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
ING. ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Walter Josué Macías Cansing**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ing. Electrónico en Control y Automatismo con mención en Gestión Empresarial**.

**TUTOR**

---

**Ing. Luis Córdova**

**REVISORES**

---

**Ing. Efrén Herrera**

---

**Ing. Judith Galvez**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Armando Heras**

**Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
ING. ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Walter Josué Macías Cansing**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL ALMACENAMIENTO DE GLP EN LA TERMINAL CHORRILLO PROVINCIA DEL GUAYAS** previa a la obtención del Título de **Ing. Electrónico en Control y Automatismo con Mención en Gestión Empresarial**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2014**

**EL AUTOR**

---

**Walter Josué Macías Cansing**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
ING. ELECTRONICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, **Walter Josué Macías Cansing**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL ALMACENAMIENTO DE GLP EN LA TERMINAL CHORRILLO PROVINCIA DEL GUAYAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 18 días del mes de febrero del año 2014**

**EL AUTOR:**

---

**Walter Josué Macías Cansing**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme dado la fuerza y sabiduría para culminar esta etapa de mi vida.

A mi director de tesis el Ing. Luis Córdova Rivadeneira así como al director de la carrera al Ing. Armando Heras por su colaboración durante este proceso y por todos sus consejos, los cuales fueron vitales para el desarrollo de este trabajo.

A todos los docentes de la carrera, quienes han sabido compartir de la mejor manera sus conocimientos académicos, así como también sus experiencias dentro del campo laboral lo cual me ha formado íntegramente como un profesional capaz de afrontar los grandes retos que me esperan, poniendo muy en alto el nombre de mi querida institución la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Walter y Kikey, a mis hermanos menores Pamela y Edú, quienes fueron ese motor fundamental que siempre me impulsó a salir adelante, apoyándome en lo que fuera necesario para que logre esta meta: la de ser un profesional, sin su apoyo nada de esto fuera posible, los amo con todo mi ser.

A mi esposa Iliana y a mis hijos: José Santiago y Marcel Josué quienes son esa motivación extra en mi vida para ser alguien mejor.

Una dedicatoria muy especial para Marcel Xavier Pérez Balelo (+) hermano y compañero con quien comenzamos un sueño allá por el año 2007, el de ser grandes profesionales, pero el destino caprichoso hizo que se adelantara a ese encuentro eterno con Dios. He aquí mi parte de nuestra promesa y sé que desde el cielo vos estas orgulloso de mí por este logro que he conseguido.

## **RESUMEN**

La ingeniería constructiva de automatización y control de la Terminal El Chorrillo necesita de una revisión integral y de una evaluación total del sistema de operaciones.

El tema central de este documento de graduación se enfoca en un estudio franco y concreto de la ingeniería existente dentro de la Terminal El Chorrillo, dando un resumen de su construcción y de cómo se encuentran conformadas las áreas operativas de la terminal. Además de proponer una automatización de los tanques de almacenamiento de GLP ubicados en el parque norte y parque sur de dicha terminal, dando una filosofía de control con la cual operará la planta, la cual estaría lista a ser implementada en el sistema SCADA actual con el cual se encuentra operando.

## **ABSTRACT**

The construction engineering automation and control of Terminal Chorrillo needs a comprehensive review and evaluation of a full operating system.

The focus of this paper focuses on graduation frank and concrete study of the existing engineering inside Terminal Chorrillo, giving a summary of its construction and how they are shaped the operational areas of the terminal. Besides proposing automation of LPG storage tanks located in the north park and south of the terminal park, giving a control philosophy with which operate the plant, which would be ready to be implemented in the current SCADA system with which is currently operational.

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| AGRADECIMIENTO.....                                | V    |
| DEDICATORIA .....                                  | VI   |
| RESUMEN.....                                       | VII  |
| ABSTRACT.....                                      | VII  |
| ÍNDICE GENERAL.....                                | VIII |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                             | XI   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                             | XII  |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS.....                          | XV   |
| CAPÍTULO I.....                                    | 17   |
| 1. GENERALIDADES.....                              | 17   |
| 1.1. ANTECEDENTES.....                             | 17   |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....               | 18   |
| 1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....                | 19   |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN.....                            | 19   |
| 1.5. OBJETIVOS.....                                | 20   |
| 1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....                      | 20   |
| 1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                 | 20   |
| 1.6. METODOLOGÍA .....                             | 20   |
| 1.7. HIPÓTESIS .....                               | 21   |
| CAPÍTULO II .....                                  | 22   |
| 2. MARCO TEÓRICO.....                              | 22   |
| 2.1. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).....            | 22   |
| 2.1.1. PROPIEDADES:.....                           | 23   |
| 2.1.2. USOS DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)..... | 25   |
| 2.1.2.1. USO DOMÉSTICO.....                        | 25   |
| 2.1.2.2. USO COMERCIAL .....                       | 25   |
| 2.1.2.3. USO INDUSTRIAL.....                       | 26   |
| 2.1.3. RIESGOS EN SU MANIPULACIÓN.....             | 27   |
| 2.2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....     | 29   |
| 2.2.1. CAMPOS DE APLICACIÓN .....                  | 31   |
| 2.2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....                 | 32   |

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| 2.2.3.            | PLC SIEMENS S7-1200 .....                                  | 32 |
| 2.2.4.            | PLC SIEMENS S7-400 .....                                   | 36 |
| 2.2.5.            | COMPACTLOGIX ROCKWELL AUTOMATION.....                      | 40 |
| 2.2.6.            | PLC ROCKWELL CONTROL LOGIX .....                           | 43 |
| 2.3.              | SUPERVISIÓN DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA)..... | 45 |
| 2.3.1.            | PRESTACIONES.....  | 48 |
| 2.4.              | MEDICIÓN DE PRESIÓN .....                                  | 49 |
| 2.4.1.            | INDICADORES LOCALES DE PRESIÓN .....                       | 49 |
| 2.4.2.            | INTERRUPTORES DE PRESIÓN .....                             | 50 |
| 2.4.3.            | TRANSMISORES DE PRESIÓN.....                               | 50 |
| 2.5.              | MEDICIÓN DE TEMPERATURA .....                              | 51 |
| 2.6.              | MEDICIÓN DE NIVEL .....                                    | 52 |
| 2.7.              | ACCIONAMIENTO ELECTRONEUMÁTICO .....                       | 54 |
| 2.7.1.            | ELEMENTOS DE RETENCIÓN.....                                | 55 |
| 2.7.2.            | ELEMENTOS MECÁNICOS DE FINAL DE CARRERA .....              | 55 |
| 2.7.3.            | RELEVADORES .....  | 55 |
| 2.7.4.            | VÁLVULAS ELECTRONEUMÁTICAS.....                            | 55 |
| CAPÍTULO III..... |  | 57 |
| 3.                | TERMINAL EL CHORRILLO .....                                | 57 |
| 3.1.              | ÁREA DE RECEPCIÓN.....                                     | 58 |
| 3.2.              | ÁREA DE MEDICIÓN.....                                      | 60 |
| 3.3.              | ÁREA DE ALMACENAMIENTO.....                                | 61 |
| 3.4.              | ÁREA DE DESPACHO DE AUTOTANQUES .....                      | 63 |
| 3.5.              | UNIDADES DE RELICUEFACCIÓN.....                            | 65 |
| 3.6.              | SISTEMA DE DRENAJE CERRADO .....                           | 66 |
| 3.7.              | ÁREA DE ENVASADO.....                                      | 67 |
| CAPÍTULO IV.....  |  | 69 |
| 4.                | PROPUESTA DE MEJORA AL DISEÑO EXISTENTE .....              | 69 |
| 4.1.              | SEÑALES A CONTROLAR.....                                   | 69 |
| 4.1.1.            | ENTRADAS DIGITALES (DI).....                               | 69 |
| 4.1.2.            | SALIDAS DIGITALES (DO).....                                | 75 |
| 4.2.              | LISTADO DE MATERIALES .....                                | 80 |
| 4.3.              | TABLERO DE CONTROL.....                                    | 82 |
| 4.5.              | INTEGRACIÓN.....   | 99 |

|   |     |
|---|-----|
| CAPÍTULO V .....                        | 100 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... | 100 |
| <b>5.1. CONCLUSIONES</b> .....          | 100 |
| <b>5.2. RECOMENDACIONES</b> .....       | 101 |
| CAPÍTULO VI.....                        | 102 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA.....                    | 102 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Fig. 2.1: Obtención de GLP .....                                   | 23 |
| Fig. 2.2: Propiedades aproximadas del GLP .....                    | 24 |
| Fig. 2.3: GLP en medio de transporte .....                         | 27 |
| Fig. 2.4: Rótulo de seguridad para GLP .....                       | 28 |
| Fig. 2.5: PLC S7-1200 .....  | 33 |
| Fig. 2.6: Distribución de CPU PLC S7-1200 .....                    | 34 |
| Fig. 2.7: Sistema S7-400 .....                                     | 38 |
| Fig. 2.8: Características de modelos de CPU de un S7-400.....      | 39 |
| Fig. 2.9: Familia controladores Compactlogix .....                 | 41 |
| Fig. 2.10: Controlador de la familia Controllogix.....             | 43 |
| Fig. 2.11: Modelo de E/S de productor/consumidos Controllogix..... | 45 |
| Fig. 2.12: Conexionado señales de campo a E/S Controllogix .....   | 45 |
| Fig. 2.13: Estructura de un sistema SCADA.....                     | 46 |
| Fig. 2.14: Transmisor de presión.....                              | 51 |
| Fig. 2.15: Transmisores de temperatura .....                       | 52 |
| Fig. 2.16: Transmisor de nivel por radar .....                     | 54 |
| Fig. 2.17: Válvulas de accionamiento electroneumático.....         | 56 |
| Fig. 3.1: Vista General de la Terminal El Chorrillo.....           | 57 |
| Fig. 3.2: Recorrido del GLP desde la Estacion Monteverde.....      | 58 |
| Fig. 3.3: Válvula de entrada a Terminal El Chorrillo.....          | 59 |
| Fig. 4.1: Diseño de Tablero de Control de proceso propuesto. ....  | 83 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 2.1: Descripción de modelos CPU de PLC S7-1200.....                       | 35 |
| Tabla 2.2: Módulos de E/S para S7-1200.....                                     | 36 |
| Tabla 2.3: Procesadores de comunicaciones S7-400.....                           | 40 |
| Tabla 2.4: Características de controladores de la familia Compactlogix .....    | 42 |
| Tabla 2.5: Comparación de modelos Controllogix L7 y L6.....                     | 44 |
| Tabla 3.1: Distribución de Tanques en Terminal El Chorrillo.....                | 61 |
| Tabla 3.2: Límites de alarmas de nivel en Tanques horizontales.....             | 62 |
| Tabla 3.3: Límites de alamas de presión en Tanques Horizontales .....           | 62 |
| Tabla 3.4: Instrumentación instalada en Tanques Horizontales.....               | 63 |
| Tabla 3.5: Distribución de instrumentos en islas de carga.....                  | 64 |
| Tabla 3.6: Distribución de bombas de carga en la Terminal El Chorrillo.....     | 65 |
| Tabla 3.7: Bombas destinadas al área de envasado en Terminal El Chorrillo ..... | 67 |
| Tabla 3.8: Interruptores de presión bombas principales de envasadora.....       | 68 |
| Tabla 4.1: Señales de entrada digital para el tanque 3240 .....                 | 69 |
| Tabla 4.2: Señales de entrada digital para el tanque 3241 .....                 | 70 |
| Tabla 4.3: Señales de entrada digital para el tanque 3241 .....                 | 70 |
| Tabla 4.4: Señales de entrada digital para el tanque 3243 .....                 | 71 |
| Tabla 4.5: Señales de entrada digital para el tanque 3244 .....                 | 71 |
| Tabla 4.6: Señales de entrada digital para el tanque 3245 .....                 | 72 |
| Tabla 4.7: Señales de entrada digital para el tanque 3246 .....                 | 72 |
| Tabla 4.8: Señales de entrada digital para el tanque 3247 .....                 | 73 |
| Tabla 4.9: Señales de entrada digital para el tanque 3248 .....                 | 73 |
| Tabla 4.10: Señales de entrada digital para el tanque 3249 .....                | 74 |
| Tabla 4.11: Señales de entrada digital para el tanque 3249A.....                | 74 |
| Tabla 4.12: Señales de salida digital para el tanque 3240.....                  | 75 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 4.13: Señales de salida digital para el tanque 3241 .....                                      | 75 |
| Tabla 4.14: Señales de salida digital para el tanque 3242.....                                       | 75 |
| Tabla 4.15: Señales de salida digital para el tanque 3243.....                                       | 76 |
| Tabla 4.16: Señales de salida digital para el tanque 3244.....                                       | 76 |
| Tabla 4.17: Señales de salida digital para el tanque 3245.....                                       | 77 |
| Tabla 4.18: Señales de salida digital para el tanque 3246.....                                       | 77 |
| Tabla 4.19: Señales de salida digital para el tanque 3247.....                                       | 77 |
| Tabla 4.20: Señales de salida digital para el tanque 3248.....                                       | 78 |
| Tabla 4.21: Señales de salida digital para el tanque 3249.....                                       | 78 |
| Tabla 4.22: Señales de salida digital para el tanque 3249A.....                                      | 79 |
| Tabla 4.23: Cantidad de Señales de entrada digital y salida digital a utilizar en la propuesta ..... | 79 |
| Tabla 4.24: Número de módulos a utilizar según dimensionamiento previo .....                         | 80 |
| Tabla 4.25: Dimensionamiento de módulos para elección de chasis a utilizar .....                     | 81 |
| Tabla 4.26: Lista de Materiales a utilizar en construcción de Tablero de Control.....                | 82 |
| Tabla 4.27: Distribución de Tanques de Almacenamiento en Parques .....                               | 84 |
| Tabla 4.28: Ubicación de Válvulas en Manifold de distribución de GLP a parques norte y sur. ....     | 84 |
| Tabla 4.29: Status de Válvulas de tanque 3240 alineadas para llenado automático .....                | 85 |
| Tabla 4.30: Status de Válvulas de tanque 3241 alineadas para llenado automático .....                | 85 |
| Tabla 4.31: Status de Válvulas de tanque 3242 alineadas para llenado automático .....                | 86 |
| Tabla 4.32: Status de Válvulas de tanque 3243 alineadas para llenado automático .....                | 86 |
| Tabla 4.33: Status de Válvulas de tanque 3244 alineadas para llenado automático .....                | 87 |
| Tabla 4.34: Status de Válvulas de tanque 3245 alineadas para llenado automático .....                | 87 |
| Tabla 4.35: Status de Válvulas de tanque 3246 alineadas para llenado automático .....                | 88 |
| Tabla 4.36: Status de Válvulas de tanque 3247 alineadas para llenado automático .....                | 88 |
| Tabla 4.37: Status de Válvulas de tanque 3248 alineadas para llenado automático .....                | 89 |
| Tabla 4.38: Status de Válvulas de tanque 3249 alineadas para llenado automático .....                | 89 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 4.39: Status de Válvulas de tanque 3249A alineadas para llenado automático.....   | 90 |
| Tabla 4.40: Status de Válvulas de tanque 3240 alineadas para despacho automático .....  | 91 |
| Tabla 4.41: Status de Válvulas de tanque 3241 alineadas para despacho automático .....  | 92 |
| Tabla 4.42: Status de Válvulas de tanque 3242 alineadas para despacho automático .....  | 92 |
| Tabla 4.43: Status de Válvulas de tanque 3243 alineadas para despacho automático .....  | 93 |
| Tabla 4.44: Status de Válvulas de tanque 3244 alineadas para despacho automático .....  | 94 |
| Tabla 4.45: Status de Válvulas de tanque 3245 alineadas para despacho automático .....  | 95 |
| Tabla 4.46: Status de Válvulas de tanque 3246 alineadas para despacho automático .....  | 96 |
| Tabla 4.47: Status de Válvulas de tanque 3247 alineadas para despacho automático .....  | 96 |
| Tabla 4.48: Status de Válvulas de tanque 3248 alineadas para despacho automático .....  | 97 |
| Tabla 4.49: Status de Válvulas de tanque 3249 alineadas para despacho automático .....  | 98 |
| Tabla 4.50: Status de Válvulas de tanque 3249A alineadas para despacho automático ..... | 99 |

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Terminal extraíble RTB.-** Denominado de esa manera de acuerdo a sus siglas en inglés *Removable Terminal Block* son bloques terminales que se ubican en cada uno de los módulos de E/S de los *ControlLogix* de *Rockwell Automation* asegurando así de manera más compacta la comunicación entre el módulo y sus señales de campo correspondientes.
- **Ethernet.-** Es un estándar de redes de área local para computadoras, define características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de trama de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.
- **Devicenet.-** Es un protocolo de comunicación usado en sistemas de automatización para comunicar dispositivos de campo con el fin de intercambiar datos.
- **Controlnet.-** Es un protocolo de comunicación industrial para aplicaciones de automatización, también es conocido como *Fieldbus*.
- **GLP.-** Gas Licuado de Petróleo. Derivado del Petróleo conformado por butano y propano de características altamente inflamables.
- **PLC.-** *Programmable Logic Controller* por sus siglas en inglés o Controlador lógico programable ya traducido al español, es un dispositivo electrónico programable utilizado en la automatización de los procesos industriales.
- **ESDV.-** *Emergency Shut Down Valve* es una válvula como su nombre lo indica de emergencia, empleada para la protección de sistemas o de procesos a consecuencias como alteraciones en presión y flujo.

- **SDV.-** *Shut Down Value* es una válvula emergencia que tiene únicamente dos estados o normalmente abierta o normalmente cerrada, por lo general son actuadas por aire, es decir utilizan un actuador neumático.
- **MOV.-** Válvulas Motorizadas actuadas por pulsos eléctricos.
- **PIT.-** Abreviatura del Transmisor Indicador de Presión.
- **PCV.-** *Positive Crankcase Ventilation* son válvulas de alivio térmico ubicadas en sectores de tubería donde la presión tiene a subir y esta no tiene para donde aliviar.
- **Normas API.-** Conjunto de normas dadas por la *American Petroleum Institute* que rigen los procesos hidrocarburíferos en el mundo con el fin de tener procesos más seguros y de calidad.
- **BPD.-** Abreviatura para el sistema de medición utilizado en las petroleras Barriles Por Día.

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. ANTECEDENTES.**

El petróleo y sus derivados se han convertido en la principal fuente de ingreso para nuestro país. Nos hemos convertido en una sociedad petróleo-dependiente, lo que hace que cada día busquemos nuevas tecnologías que nos permitan optimizar el proceso tanto de extracción, refinación y distribución.

El Gas Licuado de Petróleo se ha convertido a lo largo de los años en un motor fundamental de la economía del país, es por esto que por parte del gobierno nacional se decidió invertir en un megaproyecto para su recepción, almacenamiento y posterior distribución del derivado para la zona sur del país, que consiste en la estación de bombeo Monteverde (provincia de Santa Elena), y la terminal de almacenamiento y distribución El Chorrillo (provincia del Guayas).

La Terminal El Chorrillo tendrá una capacidad de almacenamiento de 60000 toneladas de Gas Licuado de Petróleo prestos para su distribución, lo cual también permite tener reservas de gas para 30 días, evitando así la especulación y escases debido a su enorme capacidad de despacho comparada con la terminal existente de El Salitral, la misma que desaparecerá una vez que entre en plenitud de operaciones El Chorrillo.

De la mano de un magno proyecto debe ir una gran ingeniería que optimice el proceso de almacenamiento del derivado, así como garantice la seguridad ante eventos, propios de una planta de estas características tales como caídas de presión ante una eventual fuga en una tubería, etc.

La automatización de este tipo de procesos ha tenido una gestación y desarrollo vertiginoso el cual parece no tener techo ya que siguen apareciendo cada día más tecnologías lo que señala y da un índice de crecimiento de esta rama de la ingeniería lo cual favorece a las futuras generaciones de ingenieros que se forman en la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Terminal El Chorrillo actualmente cuenta con 16 tanques de almacenamiento tipo salchicha, de los cuales solo 5 cuentan con un control de almacenamiento automatizado, y las 11 restantes que se encuentran divididas en dos parques constan con un almacenamiento manual, rustico como se lo ha venido haciendo en la anterior terminal El Salitral.

Para el llenado de los tanques de almacenamiento de los parques norte y sur se deben de cumplir ciertas condiciones para una operación normal y sin sobresaltos, para esto es necesario abrir y cerrar válvulas, para lo cual se hace necesaria la presencia de operadores de campo para que realicen estas maniobras.

Es por esto que atendiendo a los estándares de seguridad que las plantas de almacenamiento de este tipo de producto necesitan, se hace imperioso un estudio dentro de la ingeniería existente, para así poder realizar una propuesta para que el llenado de estos parques de

almacenamiento se lo realice de una manera automática, beneficiando de esta manera operativamente y económicamente a la empresa estatal Petroecuador.

### **1.3.DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Siendo el tema de este trabajo el “Análisis y Evaluación del sistema de control para el almacenamiento de GLP en la Terminal Chorrillo provincia del Guayas” puedo dar que el mismo está limitado al estudio de la ingeniería existente dentro del llenado para el almacenamiento de GLP en la Terminal El Chorrillo, dando así una propuesta marcada por una filosofía de control destinada para mejorar sustancialmente el almacenamiento automatizado de GLP en los tanques ubicados en los parques norte y sur de esta terminal.

### **1.4.JUSTIFICACIÓN.**

Es fundamental conocer y evaluar las diferentes marcas o tecnologías orientadas a la automatización de procesos que más se aplican el país, parámetros que deben ser evaluados en todas sus dimensiones pues los criterios económicos y técnicos son los que rigen en el momento de la elección dentro de un diseño de control.

El control automatizado del almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP) garantiza la seguridad de la planta así como la optimización del proceso de auto llenado de los tanques salchichas en las cuales se almacena el producto, es por esto que la ingeniería debe tener ciertos criterios técnicos teniendo en cuenta lo delicado que resulta la manipulación del Gas Licuado de Petróleo debido a su característica explosiva.

## **1.5.OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el sistema de control para el almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en la Terminal Chorrillos – Provincia del Guayas, perteneciente a EP Petroecuador, recopilando información necesaria de la ingeniería constructiva existente, para así poder presentar una propuesta con el fin de optimizar este proceso dentro de la Terminal.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las características de las marcas y tecnologías de automatización más aplicadas en el mercado ecuatoriano.
- Identificar las variables que intervienen en el almacenamiento de GLP (Gas Licuado de Petróleo).
- Analizar los criterios empleados en el desarrollo de la ingeniería para el control del almacenamiento de GLP en la Terminal El Chorrillo – Provincia del Guayas.
- Realizar una propuesta de mejora en el control para una mayor seguridad durante el almacenamiento de GLP en los tanques salchichas existentes en la Terminal Chorrillo – Provincia del Guayas

## **1.6.METODOLOGÍA**

La metodología a utilizar en este proyecto es exploratoria y explicativa. Es exploratoria porque se tiene un conocimiento de tipo general del proceso que nos va a aproximar al conocimiento del problema. Así mismo es explicativa debido a que interesa conocer por qué ocurre determinado fenómeno dentro del proceso y en qué condiciones se da este.

### **1.7.HIPÓTESIS**

La implementación de un sistema automatizado total dentro del almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo en la Terminal El Chorrillo mejorara sustancialmente la capacidad de operación de la misma, optimizando así recursos al estado ecuatoriano.

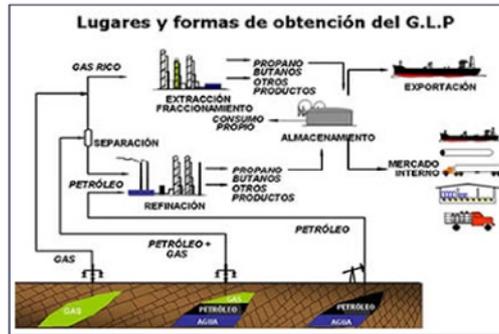
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)

Todos hemos de haber escuchado hablar de GLP o de gas únicamente ya que es algo común y es un término con el cual los ecuatorianos estamos muy familiarizados, pero en si sabemos ¿Qué es GLP? En si el GLP no es más que un hidrocarburo derivado del petróleo obtenido por medio de un proceso de refinación (Ver fig. 2.1). Se le denomina de esa manera porque originalmente se produce en estado de vapor el cual es sometido a un proceso de compresión y enfriamiento de manera simultánea, tomando como referencia principal que para obtener 1 litro de gas líquido se necesitan aproximadamente 273 litros de vapor de gas.

Pero para conocer un concepto más completo sobre el Gas Licuado de Petróleo nos remitimos a una publicación tomada de <http://ingenieriadegas.blogspot.com/2007/11/gas-licuado-de-petrleo.html> la cual nos dice que *“Es una mezcla de hidrocarburos gaseosos a temperatura y presión ambiental, mantenida en estado líquido por aumento de presión y/o descenso de temperatura. Está compuesto principalmente por propano, butano y puede contener propileno y butileno.”*



**Fig. 2.1: Obtención de GLP**

Fuente: Ingeniería de Gas, 2007

El Gas Licuado de Petróleo se ha erigido como uno de los combustibles fósiles más utilizados a diferencia de otros tipos de fuentes de energía como lo son el carbón, la energía hidroeléctrica, la energía nuclear, debido a su fácil accesibilidad al medio y sus escasos niveles de contaminación ubicándolo como un energético de combustión limpia no contaminante.

### 2.1.1. PROPIEDADES:

Tomando en cuenta la publicación del Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería del Peru, que aparece en <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFH/1430.htm> entre las propiedades mas significativas del GLP podemos citar las siguientes:

- *“Es incoloro, transparente como el agua en su estado líquido.*
- *Es inodoro, es por esta propiedad que para su comercialización se le agrega una sustancia llamada etyl mercaptano que posee un olor penetrante para poder detectarlo en una eventual fuga.*
- *Se licúa con cierta facilidad mediante compresión y enfriamiento.*

- *No es tóxico, pero no es propio inhalarlo mucho tiempo ya que desplaza el oxígeno existente en el ambiente.*
- *Es muy inflamable, cuando se evapora se enciende con la menor chispa.*
- *Es económico en comparación con otros combustibles.*
- *Es limpio, cuando se quema debidamente combinado con el aire no forma hollín, ni deja mal sabor en los alimentos preparados con él.”*

Además posee propiedades aproximadas descritas en el código del Gas Licuado de Petróleo (Norma NFPA 58) la cual en su edición del 2004 nos presenta la siguiente tabla (Ver fig. 2.2)

**Propiedades aproximadas del GLP (unidades métricas)**

|  | <b>Propano<br/>Comercial</b> | <b>Butano<br/>Comercial</b> |
|--|------------------------------|-----------------------------|
| Presión de vapor en kPa ( presión absoluta) a:                       |                              |                             |
| 20°C   | 1.000                        | 220                         |
| 40°C   | 1.570                        | 360                         |
| 45°C   | 1.760                        | 385                         |
| 55°C   | 2.170                        | 580                         |
| Peso específico  | 0,504                        | 0,582                       |
| Punto de ebullición inicial a 1,00 atm de presión, °C                | - 42                         | - 9                         |
| Peso por metro cúbico de líquido a 15,56°C, kg                       | 504                          | 582                         |
| Calor específico del líquido, kilojoules por kilogramo, a 15,56°C    | 1,464                        | 1,276                       |
| Metros cúbicos de vapor por litro de líquido a 15,56°C               | 0,271                        | 0,235                       |
| Metros cúbicos de vapor por kilogramo de líquido a 15,56°C           | 0,539                        | 0,410                       |
| Peso específico del vapor (aire = 1) a 15,56°C                       | 1,50                         | 2,01                        |
| Temperatura de ignición en aire, °C                                  | 493-549                      | 482-538                     |
| Temperatura máxima de llama en aire, °C                              | 1.980                        | 2.008                       |
| Límites de inflamabilidad en aire, % de vapor en la mezcla aire-gas: |                              |                             |
| Inferior   | 2,15                         | 1,55                        |
| Superior   | 9,60                         | 8,60                        |
| Calor latente de vaporización en el punto de ebullición:             |                              |                             |
| Kilojoules por kilogramo   | 428                          | 388                         |
| Kilojoules por litro   | 216                          | 226                         |
| Cantidad de calor total luego de la vaporización:                    |                              |                             |
| Kilojoules por metro cúbico  | 92.430                       | 121.280                     |
| Kilojoules por kilogramo   | 49.920                       | 49.140                      |
| Kilojoules por litro   | 25.140                       | 28.100                      |

**Fig. 2.2: Propiedades aproximadas del GLP**

**Fuente:** Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería del Peru, 2010

### **2.1.2. USOS DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP)**

Debido a sus propiedades antes mencionadas la utilización del Gas Licuado de Petróleo (GLP) dentro de la sociedad se ha ampliado a estándares nunca antes pensados ya que va desde su uso para la cocción de alimentos hasta usos en la manufactura de materiales.

En nuestro país este combustible es comercializado desde el año de 1955, siendo aceptado de manera rápida y fugaz por la población sobre todo para su uso doméstico debido al bajo costo con el cual es puesto a la venta (el Gas Licuado de Petróleo en el Ecuador es subsidiado por el Estado en alrededor un 650% de su valor real) y por su durabilidad ya que un cilindro de 15kg del combustible dura un promedio de 20 días por familia.

Entre los usos más frecuentes del Gas Licuado de Petróleo podemos citar los siguientes:

#### **2.1.2.1. USO DOMÉSTICO**

Se utilizan cilindros de 15kg o tanques de almacenamiento en los casos en los que se tiene una red de distribución canalizada la cual es muy utilizada en edificios. Los usos domésticos más significativos de este derivado son:

- Cocción de alimentos
- Calentamiento de agua
- Calefacción
- Secadoras de ropa

#### **2.1.2.2. USO COMERCIAL**

Para el sector comercial están destinados los cilindros con una capacidad de 45kg. El uso comercial del Gas Licuado de Petróleo es el mismo que el doméstico solo que utilizado ya a

mayor escala. Es utilizado en bares, restaurantes, hoteles y hosterías con el fin de poner en funcionamiento sus equipos tales como cocinas, calentadores de agua, refrigeradoras y todo artefacto que necesite la combustión de hidrocarburo.

### **2.1.2.3. USO INDUSTRIAL**

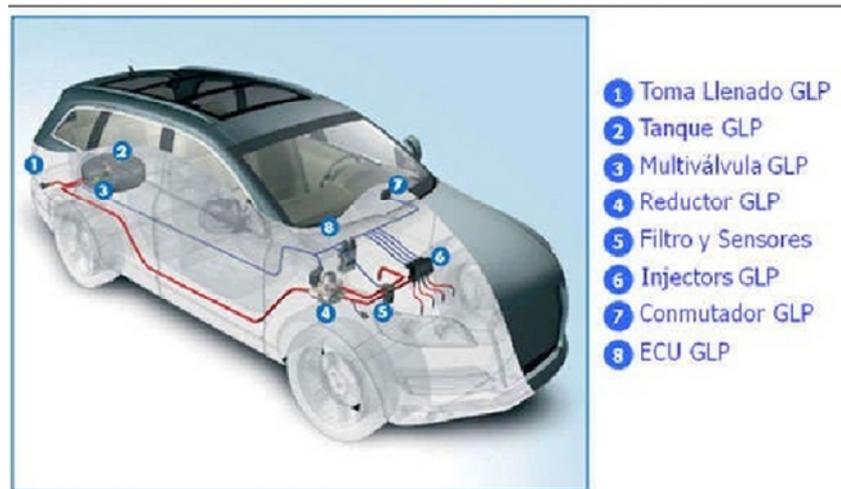
Dentro de la industria la utilización de Gas Licuado de Petróleo (GLP) ha tenido un avance vertiginoso y a pasos agigantados debido a sus propiedades beneficiosas tales como su capacidad de ser un combustible limpio y de fácil control. Podemos encontrarlo en procesos como:

- Industria Alimentaria
- Proceso de Calentamiento
- Fundición y Soldadura
- Electricidad y Energía Térmica

Otra de los usos más importantes y relevantes que ha tenido el Gas Licuado de Petróleo (GLP) en los últimos años ha sido en la transportación (Ver fig. 2.3), y según Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería del Peru, en su publicación tomada de <http://www.slideshare.net/rgrados/usos-del-glp> sus ventajas principales son:

- *“Tiene mayor resistencia al autoencendido que la gasolina, por tener 103 octanos.*
- *El consumo y el mantenimiento por kilometro se reduce casi a la mitad.*
- *Combustible mas barato y seguro contra incendios en caso de accidente debido a la robustez de las botellas.*
- *No contiene plomo ni azufre.*

- *Por su condición de gas, facilita una combustión más completa y limpia, que se refleja en la reducción del 90% de emisión de partículas.*
- *Sus gases de escape son limpios, por lo tanto reduce la contaminación ambiental”*



**Fig. 2.3: GLP en medio de transporte**

**Fuente:** Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería del Perú, 2011

### 2.1.3. RIESGOS EN SU MANIPULACIÓN

Como todo hidrocarburo, existe un cierto grado de riesgo al momento de su manipulación o transporte. Prueba de ello nos da el rotulado de seguridad que podemos ver en los auto-tanques que transportan el mismo así como los tanques salchichas y esferas donde se almacena el producto (Ver figura 2.4). Según Dayana Méndez en su documento tomado de <http://www.slideshare.net/dayanadlmc/glp-13187895> entre los principales riesgos que existen para la salud humana al tener contacto con el producto podemos citar los siguientes:

- *“Es un asfixiante simple, los vapores pueden desplazar el oxígeno disponible para respirar en espacios reducidos.*

- *Es más pesado que el aire y se puede acumular en áreas bajas poco ventiladas o sin corriente de aire.*
- *En estado líquido puede causar quemaduras por congelación si entra en contacto directo con alguna parte del cuerpo.*

Teniendo como principales vías de entrada:

- **Ojos:** *El vapor por lo general no es irritante, el gas a presión puede causar lesiones mecánicas en los ojos. El contacto con el líquido puede causar quemaduras por congelación y como consecuencia inflamación ocular.*
- **Piel:** *El contacto con el líquido puede causar quemaduras por congelación similares a la congelación por efectos del frío.*
- **Inhalación:** *Asfixiante simple. La exposición prolongada puede causar mareos, dolor de cabeza, desorientación, mareos e incluso la muerte”.*



Fig. 2.4: Rótulo de seguridad para GLP

Fuente: Méndez, 2012

## **2.2.CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)**

Un PLC no es más que un dispositivo electrónico capaz de ser programado para realizar la ejecución de instrucciones dadas de una manera cíclica y ordenada, dando una garantía de ejecución en tiempo real. Es por esto que son ampliamente utilizados en ambientes industriales donde la rapidez de acción dentro de los procesos es algo fundamental y de vital importancia.

Este tipo de controladores nacieron como solución al control de circuitos complejos de automatización, puesto que anteriormente el control dentro de los procesos industriales se hacía de forma cableada por medio de contactores y relés, lo que causaba muchos inconvenientes sobre todo de mantenimiento debido a la corta vida útil de los relés. Por lo tanto podemos decir que un PLC no es mas que un aparato electrónico que es utilizado para reemplazar los circuitos auxiliares o de mando automático.

Los elementos que un PLC contiene son:

- Unidad Central de Procesos
- Módulos de entrada
- Módulos de salida
- Fuente de alimentación
- Dispositivos periféricos
- Interfaces

La unidad Central de Proceso es denominada el cerebro del PLC, es el que va a tomar las decisiones a ejecutar para el control de un proceso. Recibe las señales de campo, las sensa,

ejecuta las decisiones lógicas que se basan en el programa almacenado en su memoria interna para así controlar los dispositivos de salida.

Los módulos tanto de entrada como de salida son la parte del PLC a donde van a estar conectados todos los sensores y actuadores siendo estos el nexo del proceso con el controlador para monitorear y controlar el proceso.

La fuente de alimentación convierte los altos voltajes a bajos voltajes necesarios para el correcto funcionamiento del CPU y de los módulos de entrada y salida, es decir tiene la capacidad para convertir señales de 115V, 230V AC en voltajes de 5V,15V,24V DC (dependiendo de las características del procesador).

Al existir una gama de procesadores con diversas características es importante analizar el proceso para así poder elegir un controlador adecuado y así aprovechar al máximo todas sus bondades. Entre las características a tener en cuenta en la elección del controlador a utilizar podemos enumerar las siguientes:

- Capacidad de entradas y salidas.
- Lenguajes de Programación.
- Capacidad de realizar conexión en red de varios PLC.
- Módulos funcionales (Análogos, Digitales, Comunicación,...)
- Cantidad de contadores, temporizadores, banderas y registros.
- Compatibilidad con otras Gamas
- Respaldo de la compañía fabricante del PLC, servicios y repuestos.

### **2.2.1. CAMPOS DE APLICACIÓN**

Los PLC's por sus características de diseño tienen un universo de aplicación muy amplio. La constante evolución de la tecnología se ve reflejada en los nuevos hardwares y softwares que cada vez salen al mercado con la finalidad de satisfacer las necesidades de un cliente final.

Por sus características su aplicación abarca desde procesos industriales de gran gama de producción hasta un pequeño sistema de monitoreo o control de instalaciones. Ante todo lo enunciado los PLC's son muy requeridos en procesos en los cuales se tengan necesidades como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción frecuentemente cambiantes.
- Procesos Secuenciales.
- Actuadores distintos en un mismo proceso industrial.
- Verificación de las distintas partes del proceso de forma centralizada.

Como ejemplo de aplicaciones generales podemos citar las siguientes:

- Industria de alimentos.
- Industria de procesamiento de madera.
- Industria automotriz.
- Industria Petroquímica.
- Proceso de fabricación de cemento,etc

### **2.2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

Como todo dispositivo electrónico el PLC posee sus ventajas y desventajas

Ventajas:

- Control más preciso.
- Seguridad en el proceso.
- Posibilidad de modificar el proceso sin aumentar costos.
- Detección rápida de averías.
- Menor mantenimiento.
- Mayor rapidez de respuesta.

Desventajas:

- Se requiere mano de obra especializada para su manipulación.
- Centraliza el proceso.
- Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas.

### **2.2.3. PLC SIEMENS S7-1200**

El PLC S7-1200 es la nueva joya de la gama de controladores que la multinacional alemana Siemens ha incorporado al mercado. Es el nuevo núcleo de una nueva línea de productos especializados en tareas de automatización sencillas pero de alta precisión. (Ver Fig. 2.5)

Es un controlador modular, compacto y de aplicación versátil que ofrece flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para distintas tareas de automatización.

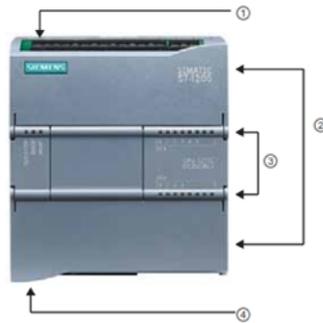


**Fig. 2.5: PLC S7-1200**

**Fuente:** Siemens Industry,2013

Este PLC incorpora un microprocesador en su CPU, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entradas y salidas incorporados en una carcasa compacta.

La CPU tiene la capacidad de incorporar un puerto *PROFINET* para permitir una comunicación con una red *PROFINET*. Los módulos de comunicación tienen la capacidad de ser utilizados mediante redes RS-482 Y RS-232 según su aplicación. Posee funcionalidades (Ver Fig. 2.6) tales como:



**Fig. 2.6: Distribución de CPU PLC S7-1200**

**Fuente:** Siemens Industry, 2009

1. Conector de corriente
2. Conectores extraíbles para el cableado de usuario.
3. Ranura para *Memory Card*.
4. *LEDs* de estado para las E/S integradas.
5. Conector *PROFINET*

Este sistema presenta tres modelos de procesadores escalonados en potencia (ver Tabla 2.1) los cuales difieren en ciertas características, dándole funcionalidad y prestaciones específicas permitiendo dar soluciones efectivas a diversas aplicaciones ellos son: CPU 1211C, CPU 1212C y CPU 1214C.

Tabla 2.1: Descripción de modelos CPU de PLC S7-1200

| Función   | CPU 1211C  | CPU 1212C   | CPU 1214C   |
|---|--|---|---|
| Dimensiones físicas (mm)  | 90 x 100 x 75  |   | 110 x 100 x 75  |
| Memoria de usuario  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>      |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 KB</li> <li>• 2 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>                           |
| E/S integradas locales  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 entradas/4 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 entradas/10 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>                    |
| Tamaño de la memoria imagen de proceso  | 1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)                                     |   |   |
| Área de marcas (M)  | 4096 bytes   |   | 8192 bytes  |
| Ampliación con módulos de señales   | Ninguna  | 2   | 8   |
| Signal Board  | 1  |   |   |
| Módulos de comunicación   | 3 (ampliación en el lado izquierdo)  |   |   |
| Contadores rápidos  | 3  | 4   | 6   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase simple</li> <li>• Fase en cuadratura</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz<br/>1 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz<br/>1 a 20 kHz</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz<br/>3 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz<br/>3 a 20 kHz</li> </ul> |
| Salidas de impulsos   | 2  |   |   |
| Memory Card   | SIMATIC Memory Card (opcional)   |   |   |
| Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real   | Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C   |   |   |
| PROFINET  | 1 puerto de comunicación Ethernet  |   |   |
| Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales                            | 18 µs/instrucción  |   |   |
| Velocidad de ejecución booleana   | 0,1 µs/instrucción   |   |   |

Fuente: Siemens Industry, 2009

Si el proceso necesita una cantidad mayor de entradas/salidas ya sean digitales o análogas, el controlador permite una expansión mediante módulos (Ver Tabla 2.2) y *Signals Boards* lo que permiten ampliar las prestaciones del CPU. También es posible incorporar otros módulos de comunicación que soporten otros protocolos de comunicación.

Hay que tener muy en cuenta que todas las CPUs pueden extenderse únicamente hasta 3 módulos de comunicación a la izquierda del controlador, los cuales les permite

comunicarse sin interferencias ni discontinuidades. Los protocolos que destacan son los siguientes:

- *Industrial Ethernet/PROFINET*
- Protocolos abiertos de *Ethernet TCP/IP native* e *ISO-on-TCP*.
- *PROFIBUS DP*

**Tabla 2.2: Módulos de E/S para S7-1200**

| Módulo   |           | Sólo entradas                                  | Sólo salidas                                 | Entradas y salidas  |
|--|-----------|--|--|---|
| Módulo de señales (SM)   | Digital   | 8 entradas DC                                  | 8 salidas DC<br>8 salidas de relé            | 8 entradas DC/8 salidas DC<br>8 entradas DC/8 salidas de relé     |
|  |           | 16 entradas DC                                 | 16 salidas DC<br>16 salidas de relé          | 16 entradas DC/16 salidas DC<br>16 entradas DC/16 salidas de relé |
|  | Analógico | 4 entradas analógicas<br>8 entradas analógicas | 2 salidas analógicas<br>4 salidas analógicas | 4 entradas analógicas/2 salidas analógicas                        |
| Signal Board (SB)  | Digital   | -  | -  | 2 entradas DC/2 salidas DC  |
|  | Analógico | -  | 1 salida analógica                           | -   |
| Módulo de comunicación (CM)  |           |  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• RS485</li> <li>• RS232</li> </ul> |           |  |  |   |

**Fuente:** Siemens Industry, 2009

#### 2.2.4. PLC SIEMENS S7-400

El *Simatic S7-400* es un controlador de alto rendimiento ideal para industrias manufactureras o industrias de procesos complejos. Entre las industrias donde podemos aplicar este tipo de controlador podemos citar las siguientes:

- Industria del automóvil
- Industria de alimentos

- Industria siderúrgica, etc.

De acuerdo a *Siemens Industry*, 2009, posee características a destacar lo que lo convierten en un potente PLC tales como:

- *“Es ideal para tareas de muchos datos de la industria de procesos; la gran velocidad de procesamiento y los tiempos de reacción determinísticos reducen los tiempos de ciclo de las máquinas rápidas en la industria manufacturera. El rápido bus de fondo posibilita una conexión eficaz de los módulos periféricos centrales.*
- *Se utiliza preferentemente para coordinar instalaciones completas y para controlar las líneas de comunicación subordinadas con estaciones esclavas; de ello se ocupan las interfaces integradas y la gran capacidad de comunicación.*
- *Las prestaciones del S7-400 se pueden ampliar gracias a una gama escalonada de CPU; la capacidad para periferia de E/S es prácticamente limitada.*
- *Los recursos disponibles de las CPU permiten integrar nuevas funciones sin necesidad de invertir en más hardware.*
- *El S7-400 se puede configurar de forma modular, sin necesidad de observar ninguna regla de asignación de slots.*
- *La configuración de la periferia descentralizada puede modificarse durante el funcionamiento. Además, es posible insertar y extraer los módulos de señales bajo tensión. De esta forma es muy sencillo realizar ampliaciones de la instalación o cambios de módulos en caso de error.*
- *El almacenamiento de todos los datos del proyecto, incluidos símbolos y comentarios, en la CPU facilita y simplifica las labores de mantenimiento y servicio técnico.*

- *En un S7-400 se pueden integrar funciones de seguridad y automatización estándar; la disponibilidad de la instalación se puede mejorar usando un S7-400 con configuración redundante.”*

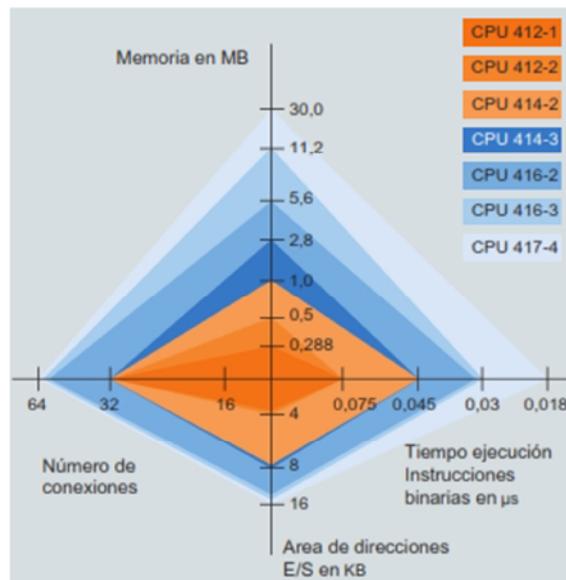
Los sistemas de los controladores S7-400 (Ver fig 2.7) están formados básicamente por un módulo central, fuente de alimentación y un bastidor. Se pueden ampliar de forma modular incorporando la cantidad que sea necesaria de módulos de E/S a la izquierda del controlador.



**Fig. 2.7: Sistema S7-400**

**Fuente:** Siemens Industry, 2009

Este controlador posee una gama escalonada de CPU's que poseen una gran capacidad funcional (Ver fig 2.8). Para diversas aplicaciones es necesario un aumento de rendimiento, el simatic S7-400 permite combinar varias CPU en modo de multicomputador, dando así tiempos de ciclos de máquina cortos debido a la facilidad de obtener velocidades eficaces en el procesamiento de datos.



**Fig. 2.8: Características de modelos de CPU de un S7-400**

**Fuente:** Siemens Industry, 2009

Este modo multicomputador no es más que el funcionamiento simultaneo de varias CPU adheridas a una unidad central S7-400. De acuerdo a *SiemensIndustry, 2009* Ofrece diversas ventajas al usuario:

- *“Permite distribuir el rendimiento total de un S7-400. Por ejemplo, se pueden dividir tareas complejas en partes de control, cálculo o comunicación y asignarse a CPU distintas. Para ello cada CPU se le adjunta su propia periferia local.*
- *En este modo se pueden desligar entre si distintas tareas, es decir, una CPU se encarga de tareas de proceso de tiempo crítico y otra CPU de tareas de tiempo no crítico.*

En este modo todas las CPU se comportan como si fuesen una sola unidad, es decir, si una CPU se detiene, se detendrán también las demás CPU. Las acciones de las diversas CPU se pueden coordinar por comandos a través de llamadas de sincronización.

Además el intercambio de datos entre las CPU se realiza con suma rapidez a través del mecanismo de datos globales.”

El S7-400 necesita de procesadores de comunicaciones para conectarse a los diversos sistemas de redes de comunicación y para el acoplamiento punto a punto. Los cuáles podemos definir de la siguiente manera (Ver tabla 2.3):

**Tabla 2.3: Procesadores de comunicaciones S7-400**

| Procesadores de comunicaciones                 |  |
|--|--|
| Sistema de bus/<br>red de comunicación         | Módulo   |
| PROFIBUS DP <sup>2)</sup>                      | CP 443-5 Extended  |
| PROFIBUS FMS <sup>2)</sup>                     | CP 443-5 Basic <sup>3)</sup>                                 |
| PROFINET/<br>Industrial Ethernet <sup>2)</sup> | CP 443-1 <sup>3)</sup><br>CP 443-1 Advanced <sup>1) 3)</sup> |
| Acoplamiento punto a punto                     | CP 440<br>CP 441-1, CP 441-2                                 |

<sup>1)</sup> El CP Advanced ofrece las siguientes funciones adicionales:

- comunicación HTTP para acceder a datos de proceso desde páginas web de libre configuración
- función de cliente de correo electrónico para enviar mensajes directamente desde el programa de usuario
- Comunicación FTP para la comunicación con cliente FTP controlada por programa y acceder a bloques de datos a través de un servidor FTP
- conexión Gigabit con funcionalidad de enrutamiento IP incluida para la separación de la red
- protección de acceso mediante lista de acceso por IP

Fuente: Siemens Industry, 2009

### 2.2.5. COMPACTLOGIX ROCKWELL AUTOMATION

La familia de controladores *Compactlogix* (Ver Fig. 2.9) es la apuesta de la empresa americana *Rockwell Automation* para aplicaciones de pequeña a mediana escala. Mantiene

las características principales de la plataforma de la familia *Logix* es decir entorno de programación común, redes comunes y medio de control.



**Fig. 2.9: Familia controladores Compactlogix**

**Fuente:** Rockwell Automation, 2013

Consiste en una serie de controladores los cuales guardan diferentes características (Ver tabla 2.4) para poder ser aplicados en diversos procesos, siendo ideal para sistemas que requieren control autónomo y conectados al sistema mediante redes *Ethernet/IP*, *ControlNet* o *Devicenet*.

**Tabla 2.4: Características de controladores de la familia CompactLogix**

| Característica            | Controladores CompactLogix 5370 L1   | Controladores CompactLogix 5370 L2   | Controladores CompactLogix 5370 L3   | Controladores 1768   |
|---------------------------|--|--|--|--|
| Aplicación de controlador | Aplicaciones pequeñas<br>Módulos de E/S incorporados 1734  | Aplicaciones pequeñas<br>Módulos de E/S incorporados 1769  | Para uso general   | Seguridad integrada<br>Control de movimiento SERCOS integrado  |
| Tareas del controlador    | 32; 100 programas/tarea  | 32; 100 programas/tarea  | 32; 100 programas/tarea  | <ul style="list-style-type: none"> <li>1768-L43: 16; 32 programas/tarea</li> <li>1768-L45: 30; 32 programas/tarea</li> </ul>   |
| Tareas de evento          | Tag consumido, instrucción EVENT, entradas incorporadas, E/S remotas, eje y activadores de eventos de movimiento | Tag consumido, instrucción EVENT, E/S remotas, eje y activadores de eventos de movimiento        | Tag consumido, instrucción EVENT, E/S remotas, eje y activadores de eventos de movimiento  | Tag consumido, instrucción EVENT, E/S remotas, eje y activadores de eventos de movimiento  |
| Memoria de usuario        | <ul style="list-style-type: none"> <li>1769-L16ER: 384 KB</li> <li>1769-L18ER, 1769-L18ERM: 512 KB</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>1769-L24ER: 750 KB</li> <li>1769-L27ERM: 1 MB</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM: 1MB</li> <li>1769-L33ER, 1769-L33ERM: 2 MB</li> <li>1769-L36ERM: 3 MB</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1768-L43: 2 MB</li> <li>1768-L43S: 2 MB + 0.5 MB de seguridad</li> <li>1768-L45: 3 MB</li> <li>1768-L45S: 3 MB + 1 MB de seguridad</li> </ul> |
| Puertos incorporados      | <ul style="list-style-type: none"> <li>2 EtherNet/IP</li> <li>1 USB</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>2 EtherNet/IP</li> <li>1 USB</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>2 EtherNet/IP</li> <li>1 USB</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>puerto RS232 en serie (DF1 o ASCII)</li> </ul>  |
| Opciones de comunicación  | <ul style="list-style-type: none"> <li>EtherNet/IP de doble puerto</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>EtherNet/IP de doble puerto</li> <li>DeviceNet</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>EtherNet/IP de doble puerto</li> <li>DeviceNet</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>EtherNet/IP (estándar y de seguridad)</li> <li>ControlNet (estándar y de seguridad)</li> <li>DeviceNet (estándar)</li> </ul>                  |

**Fuente:** Rockwell Automation, 2013

A partir de esta tabla podemos verificar que cada CPU posee características específicas lo que hace que la gama de elección de controladores para el cliente final sea amplia de acuerdo a las necesidades del proceso.

Las características más sobresalientes y las que mas se toman en cuenta normalmente al momento de la elección son la capacidad de memoria que posee el controlador así como las opciones de comunicación con otros dispositivos, piezas fundamentales para cualquier tipo de proceso. Su precio varía dependiendo de las prestaciones que poseen cada uno de los controladores lo que lo hace muy fiable y accesible para el usuario.

### 2.2.6. PLC ROCKWELL CONTROL LOGIX

Los controladores *Controllogix* (Ver Fig. 2.10) son aplicados en aplicaciones de proceso, movimiento, discretas y de alta disponibilidad. Estos controladores usan el software de programación *RSLogix 5000* en modelos L6, el ambiente 5000 en los modelos L7 y protocolos de red comunes. Estos controladores de alto rendimiento proporcionan un motor de control común con un ambiente de desarrollo común para todas las disciplinas de control por lo que es sumamente utilizado en máquinas sofisticadas.



**Fig. 2.10:** Controlador de la familia Controllogix.

**Fuente:** Rockwell Automation, 2013

Tomando datos de

<http://ab.rockwellautomation.com/es/programmablecontrollers/controllogix-standardcontrollers> estos controladores guardan las siguientes características:

- *“Proporciona el doble de velocidad de procesamiento en los modelos L7 al compararlos con los modelos L6*
- *Admite movimiento integrado en EtherNet/IP, el movimiento Sercos integrado y el movimiento analógico*
- *Admite redundancia completa de los controladores*
- *Admite la desconexión y reconexión con la alimentación conectada (RIUP)*

- *Se comunica a través de EtherNet/IP, ControlNet, DeviceNet, Data Highway Plus, E/S remotas, SynchLink y muchas redes de procesos y dispositivos de otros fabricantes*
- *Le permite programar usando lógica de escalera de relé, texto estructurado, bloque de funciones y lenguajes SFC*
- *Ofrece opciones flexibles de memoria de usuario”*

Entre las comparaciones más sobresalientes entre los dos modelos de procesador del sistema *Controllogix* podemos encontrar las siguientes: (Ver tabla 2.5)

**Tabla 2.5: Comparación de modelos Controllogix L7 y L6**

| Característica                                     | Modelos L7                                | Modelos L6                          |
|--|---|-------------------------------------|
| Capacidad de rendimiento                           | El doble de rendimiento de los modelos L6 | Alto                                |
| Máx. conexiones de controladores                   | 500                                       | 250                                 |
| Puerto incorporado                                 | USB                                       | Serie                               |
| Módulo de almacenamiento de energía (ESM) incluido | Sí  | No                                  |
| Requiere batería                                   | No  | Sí                                  |
| Pantalla incorporada incluida                      | Sí  | No                                  |
| Se admite en el entorno de Studio 5000™            | Sí  | No                                  |
| Memoria no volátil                                 | Tarjeta digital segura                    | Tarjeta CompactFlash                |
| Máx. memoria de usuario                            | 32 MB                                     | 32 MB                               |
| Puntos de E/S máx.                                 | 128,000 digitales; 4,000 analógicos       | 128,000 digitales; 4,000 analógicos |
| Integración de módulos de E/S                      | E/S ControlLogix 1756                     | E/S ControlLogix 1756               |

**Fuente:** Rockwell Automation, 2013

Los controladores *Controllogix* poseen una amplia gama de módulos de E/S. Usan la tecnología productor/consumidor la cual establece que la información tanto de entrada como de salida sea compartida con varios controladores *Controllogix* (Ver fig 2.11)

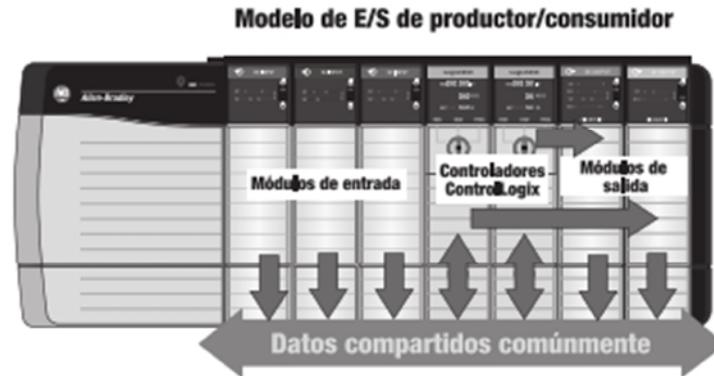


Fig. 2.11: Modelo de E/S de productor/consumidos Controllogix

Fuente: Rockwell Automation, 2004

Cada módulo requiere de un bloque de terminales extraíble RTB y un módulo de interface 1492 IFM para conectar todos los cables de lado de campo. (Ver Fig 2.12).



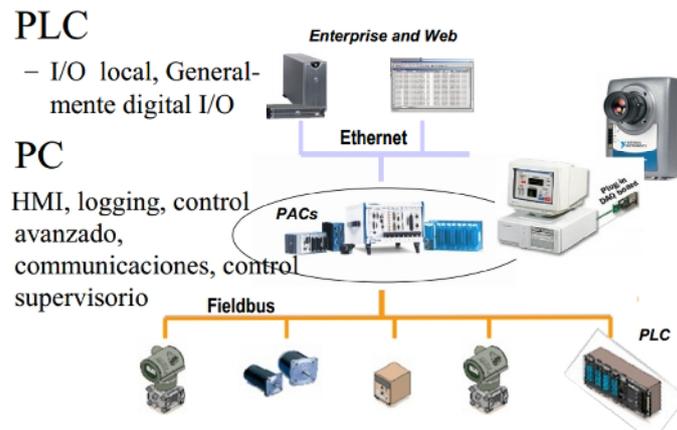
Fig. 2.12: Conexión de señales de campo a E/S Controllogix

Fuente: Rockwell Automation, 2004

### 2.3.SUPERVISIÓN DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA)

La palabra SCADA responde al acrónimo de *Supervisory Control and Data Acquisition* por sus siglas en inglés, lo que al traducir a nuestra lengua nos da como Adquisición de Datos y Supervisión de Control. Entonces podemos decir que un SCADA es una aplicación

diseñada para PCs la cual se comunica con los instrumentos de campo (instrumentación y PLC's), para permitir que el proceso pueda ser controlado desde la pantalla del PC, obteniendo así toda la información que se genera dentro del mismo a los diferentes usuarios ya sean estos operadores, supervisores o coordinadores. (Fig. 2.13)



**Fig. 2.13: Estructura de un sistema SCADA**

**Fuente:** Telecentros, 20013

Los sistemas SCADA se conciben principalmente como una herramienta de supervisión y mando. Entre sus objetivos podemos destacar:

- **Economía:** Para las empresas les resulta más económico controlar el proceso desde la comodidad de una oficina que tener operadores de campo permanentemente supervisando el proceso.
- **Accesibilidad:** Es de mucha facilidad al momento de conocer parámetros de instrumentos que se encuentran en una zona de difícil acceso o de acceso peligroso a un operador de campo.
- **Mantenimiento:** Nos permite llevar un control adecuado del tiempo de trabajo de cada uno de nuestros equipos tales como bombas, compresores dándonos la

facilidad de tener en cuenta los tiempos a los cuales debemos realizarle los mantenimientos respectivos.

- Ergonomía: Al hablar de ergonomía nos estamos refiriendo a que la relación entre el operador y la aplicación de supervisión debe de ser estrecha, no tirante para un adecuado control.
- Gestión: La recopilación de datos en los servidores u ordenadores nos permiten realizar valoraciones de funcionamiento a través de herramientas estadísticas, gráficas, etc. para así analizar el rendimiento o los diversos eventos ocurridos durante cierto espacio de tiempo.
- Flexibilidad: Cualquier modificación dentro de la visualización del sistema de control no requerirá mucho tiempo ni dinero.
- Conectividad: Se busca que los sistemas sean abiertos en otras palabras que no tengan ningún tipo de sorpresas o secretos para el integrador. Es necesario evitar rotundamente las lagunas informativas ya que estas pueden causar fallos en el funcionamiento o en la seguridad en el peor de los casos.

Al momento de hablar de *SCADA* únicamente no podemos pensar en una serie de pantallas que nos permiten monitorear y controlar nuestro proceso, también debemos tener en cuenta que detrás de esta palabra tenemos un sinnúmero de elementos de regulación y control tales como sistemas de comunicación e infinidad de aplicaciones de software que nos van a hacer mucho más útil y amigable nuestro trabajo.

### 2.3.1. PRESTACIONES

El paquete *SCADA* debe de comprender una serie de funciones y utilidades las cuales permitan una comunicación lo mas clara posible entre la aplicación del proceso con el operador, es por esto que debe de tener una serie de prestaciones entre las cuales podemos citar las siguientes:

- La Monitorización: Representación de datos en tiempo real a los operadores de la planta.
- La Supervisión: Supervisión y adquisición de datos en un proceso y herramientas de gestión para la toma de decisiones. Tienen la capacidad de ejecutar programas que puedan supervisar y modificar el control establecido y bajo ciertas condiciones anular o modificar tareas asociadas a los automatats.
- La visualización de los estados de las señales del sistema (alarmas y eventos): Reconocimiento de eventos excepcionales acaecidos en la planta y su inmediata puesta en conocimiento a los operadores para efectuar las acciones correctoras pertinentes.
- El mando: Posibilidad para que los operadores puedan cambiar consignas u otros datos claves del proceso a traves del computador.
- Garantizar la seguridad de los datos: Tanto el envío como la recepción de datos deben de estar suficientemente protegidos de influencias no deseadas.
- Garantizar la seguridad en los accesos: Restringiendo zonas de programas comprometidas a usuarios no autorizados, registrando todos los accesos y acciones llevadas a cabo por cualquier operador.

## **2.4.MEDICIÓN DE PRESIÓN**

Dentro de los procesos, es muy comun tener mediciones de presión, temperatura y nivel, en si podemos decir que son las variables más utilizadas dentro de las industrias. Entre las medidas de presión mas utilizadas tenemos:

- Presión Absoluta
- Presión Relativa
- Presión Diferencial

### **2.4.1. INDICADORES LOCALES DE PRESIÓN**

Más conocidos como manómetros, utilizan diferentes tecnologías para su medición siendo el más utilizado el tubo Bourdon el cual es un tubo circular cerrado en uno de sus extremos, en donde a medida que aumenta la presión en su interior este se endereza mostrando su movimiento a través de una aguja.

Otro indicador local de presión es el manómetro de diafragma el cual consiste de varios anillos soldados rígidamente, que al recibir presión experimentan cierto tipo de deformación, el resultado de la suma de cada uno de estos desplazamientos será amplificado por una especie de palancas, siendo este el valor de la presión ingresada.

Finalmente, otro tipo de manometro para medición local de presión es el que se basa en el principio de fuelle un manomentro que por lo general se emplea en la medición de presiones poco considerables.

### **2.4.2. INTERRUPTORES DE PRESIÓN**

De acuerdo a Maraña, 2005 *“Los interruptores de presión o presostatos, utilizan las mismas tecnologías que los manómetros, con la diferencia que se les incluye un contacto eléctrico calibrado a un valor de presión, de tal manera que dicho contacto cambia de estado cuando el valor de la presión llega a dicho valor.”*

### **2.4.3. TRANSMISORES DE PRESIÓN**

Estos instrumentos convierten la presión medida en señal eléctrica (Ver Fig 2.14). Para esto es necesario una fuente de alimentación eléctrica lo cual lo diferencia de los anteriores medidores de presión. Además sus características dinámicas permiten obtener una señal confiable detectada por el sensor.

Entre las tecnologías más usuales que utilizan los transmisores de presión podemos citar a las siguientes:

- Transmisores de presión capacitivos.
- Transmisores de presión piezoeléctricos.
- Transmisores de presión resistivos.
- Transmisores de presión Piezoresistivos



**Fig. 2.14: Transmisor de presión**

**Fuente:** Maraña, 2005

## **2.5.MEDICIÓN DE TEMPERATURA**

Las medidas de temperatura para su transmisión remota se producen como consecuencia de una serie de fenómenos los cuales según Maraña, 2005 son los siguientes:

- Efecto “*Seebeck*” (Generación de una f.e.m. por el efecto de variación de la otra. entre un bimetalo o termopar).
- Efecto “*Peltier*” (efecto contrario al Seebeck, al generar una corriente en un bimetalo, se desprende calor).
- Efecto “*Thomson*” (diferencia de densidad de electrones en diferentes puntos de un hilo a distinta temperatura)

Así mismo este mismo autor nos explica que para la medición de esta variable se utilizan diversos fenómenos, tales como:

- Variaciones en volumen o estado de cuerpos (termómetros de mercurio, gases, etc.).
- Variación de la resistencia de un conductor (termorresistencias).

- Variación de la resistencia de un semiconductor (termistores).
- F.e.m. creada en la unión de dos bimetales (termopares).
- Intensidad de radiación (pirómetros ópticos).

Para la transmisión de medidas de temperatura se necesitan dos o tres equipos, que son termopozo, elemento primario y si se quiere llevar una señal de 4-20 mA, convertidor de temperatura.

Existen dos tipos de elementos primarios que son los termopares y las termoresistencias. En ambos casos, la adición de un convertidor basado en microprocesador, hace que las señales se conviertan a una forma más estandarizada (4-20 mA, hart, etc.) (Ver Fig. 2.15).



**Fig. 2.15: Transmisores de temperatura**

**Fuente:** Emeson, 2011

## 2.6.MEDICIÓN DE NIVEL

En la industria, la medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto de vista del funcionamiento del proceso como de la consideración del balance adecuado de materias

primas o de productos finales. Para medir el nivel existen un sinnúmero de métodos, siendo quizá la variable de proceso con más tecnologías de medición posee.

Es de esta manera que también puede resultar un problema para el usuario final el seleccionar el sistema de medición a aplicar. Por lo general la decisión en el momento de la elección siempre pasa por el tema económico además de la precisión requerida y del tipo de tecnología útil para el proceso a controlar.

Con la llegada del micro controlador a la industria, las tecnologías de medición de nivel cambiaron rotundamente su accionar dejando a un lado los elementos y principios mecánicos y neumáticos para pasar a ser netamente electrónicos. Actualmente los transmisores de nivel por radar (Ver fig. 2.16) están ganando mucho espacio dentro del mercado debido a su versatilidad ya que es una medición de nivel bastante utilizada cuando se pretende evitar el contacto entre el instrumento y el producto, por problemas de agresividad del producto, etc.

Según Maraña en su publicación del año 2005 *“Consisten en que el método de reflexión de las microondas y se basa en el principio de retorno de un pulso de microondas emitido por un sensor. Las microondas se reflejan por la diferencia de impedancia entre el aire y el producto y el mismo sensor vuelve a detectarla. El tiempo de retorno es proporcional a la altura vacía del tanque, y por lo tanto al nivel del mismo. Este tiempo de retorno es convertido a señal estándar de 4-20 mA. A diferencia de los ultrasónicos, para las medidas de sólidos existe la alternativa de la tecnología llamada por ondas guiadas, en la que el pulso de radar va guiado por un cable que cuelga del depósito.”*



**Fig. 2.16: Transmisor de nivel por radar.**

**Fuente:** Maraña 2005

## **2.7.ACCIONAMIENTO ELECTRONEUMÁTICO**

De acuerdo a *Romero, 2008* “*En electroneumática, la energía eléctrica substituye a la neumática como el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando*”.

Principalmente las señales de voltaje y de corriente deberán ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos de la válvula.

Los dispositivos eléctricos necesarios para realizar el accionamiento de los actuadores neumáticos son los siguientes:

- Elementos de retención.
- Interruptores mecánicos de final de carrera.
- Relevadores.
- Válvulas electroneumáticas.

### **2.7.1. ELEMENTOS DE RETENCIÓN**

Son empleados para generar la señal de inicio del sistema o para realizar paros, ya sean estos de emergencia o solo momentaneos. El dispositivo más comun es el pulsador.

### **2.7.2. ELEMENTOS MECÁNICOS DE FINAL DE CARRERA**

Estos interruptores son empleados para detectar la presencia o ausencia de algun elemento, por medio del contacto mecánico entre el interruptor y el elemento a ser detectado.

### **2.7.3. RELEVADORES**

Son dispositivos eléctricos que manejan señales de control on/off. Estos estan conformados por una bobina y un grupo de contactos los cuales pueden tener estatus de normalmente abiertos o normalmente cerrados. Su bobina al ser exitada por el paso de corriente electrica va a generar un campo magnetico que a su vez atraera a un inducido el cual conmutara la salida requerida.

### **2.7.4. VÁLVULAS ELECTRONEUMÁTICAS**

Es el dispositivo medular de un sistema electroneumático (Ver fig 2.17). Realiza la conversión de energía eléctrica proveniente de los relevadores a energía neumática transmitida a los actuadores.

Según (Romero, 2008) en su documento titulado Hidraulica y Neumatica tomado de <http://electroneumatic.blogspot.com/2011/04/electroneumatica-basica.html> este dispositivo *“consiste de una válvula neumática a la cual se le adhiere una bobina sobre la cual se hace*

*pasar la energía eléctrica para generar un campo magnético que realizara la conmutación en la corredera interna de la válvula, generando así el cambio de estado de trabajo de la misma”.*



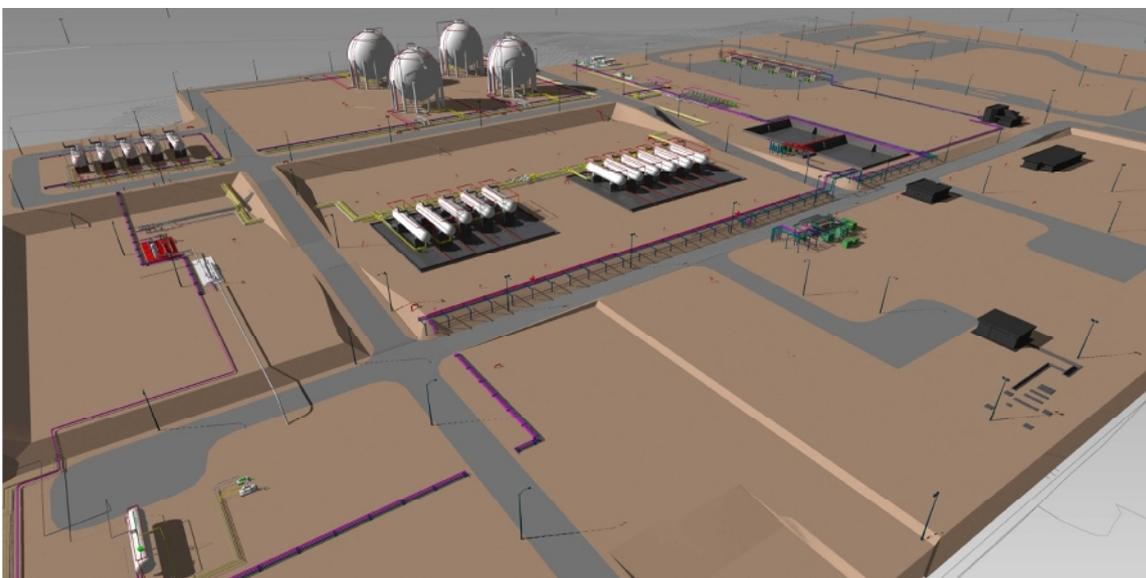
**Fig. 2.17: Válvulas de accionamiento electropneumático**

**Fuente:** Thermal Austral, 2013

## CAPÍTULO III

### 3. TERMINAL EL CHORRILLO

La terminal El Chorrillo se encuentra ubicada en la parroquia Pascuales perteneciente a la ciudad de Guayaquil en la provincia del Guayas. Pertenece al conjunto de estaciones de bombeo y terminales que forman parte del proyecto impulsado por el gobierno nacional de Distribución y Transporte de GLP para la zona sur del País. (Ver fig: 3.1)



**Fig. 3.1: Vista General de la Terminal El Chorrillo**

**Fuente:** Departamento de Ingeniería Santos CMI

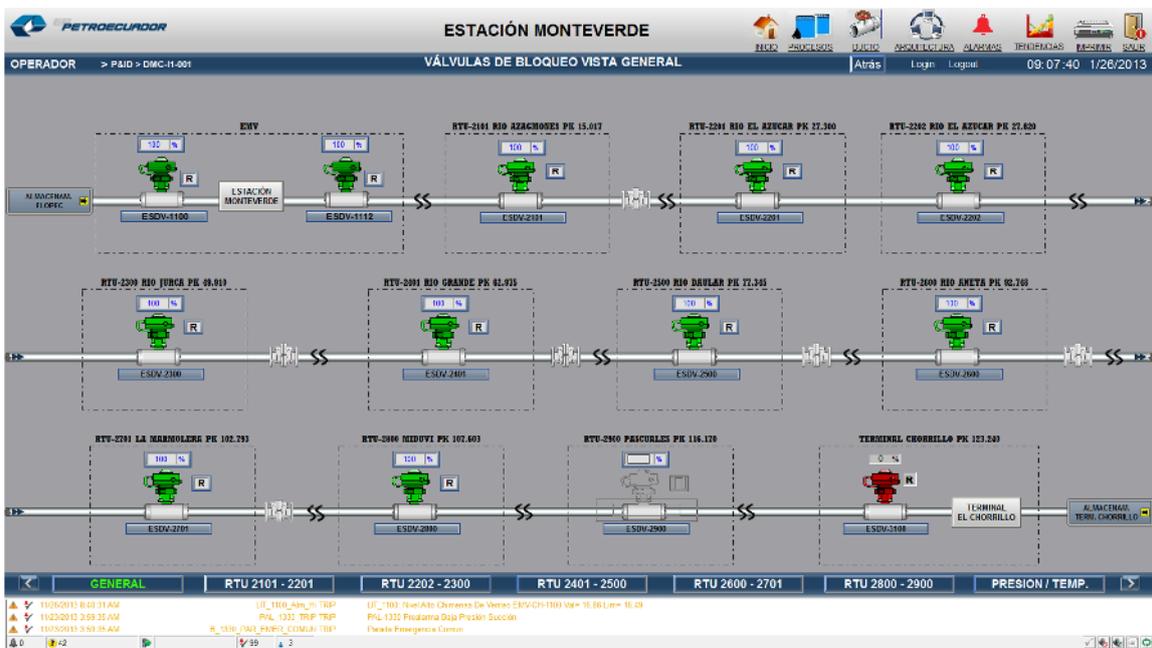
Esta Terminal cuenta con las siguientes áreas:

- Área de Recepción.
- Área de Medición.
- Área de Almacenamiento.
- Área de Despacho de Autotanques.

- Unidades de Relicuefacción.
- Tanque de Drenaje Cerrado.
- Área de Envasado.

### 3.1.ÁREA DE RECEPCIÓN

El GLP luego de recorrer 123.34 km de distancia (Ver Fig. 3.2 ) llega a la Terminal El Chorrillo proveniente de la Estación Monteverde.

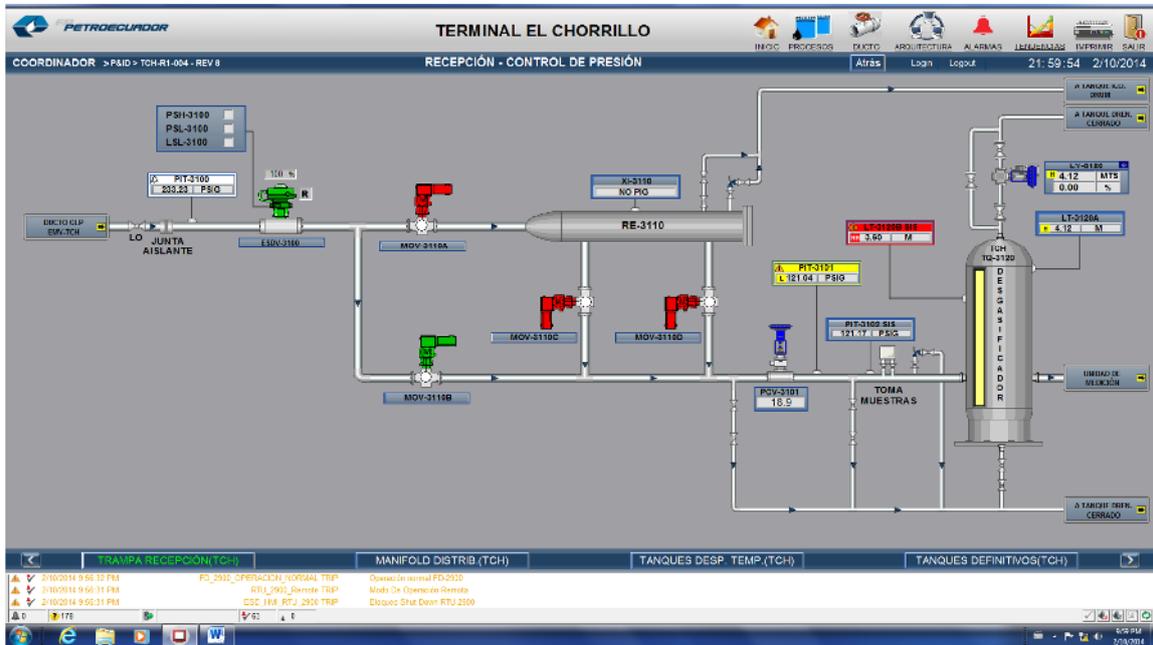


**Fig. 3.2: Recorrido del GLP desde la Estacion Monteverde**

**Fuente:** Departamento Operaciones Genesys Automation

A la entrada de la Terminal se encuentra la válvula de emergencia ESDV-3100, (Ver Fig 3.3) una válvula con actuador electro hidráulico que cierra en caso de que la presión aguas debajo de la válvula reguladora de presión PCV-3101 sea superior a los 250 psig. En caso

de que la válvula ESDV-3100 se cerrará este dara un comando de paro a las bombas del ducto ubicadas en la Estacion Monteverde B-1330, B-1331, B-1332.



**Fig. 3.3:** Válvula de entrada a Terminal El Chorrillo

**Fuente:** Departamento Operaciones Genesys Automation

La PVC-3101 reduce la presión dentro la estación, es controlada por los PIT-3100 y PIT-3101, los cuales envían la señal de presión al control específico de la válvula tratando de asegurar que dentro de la estación se mantenga una presión estable de 200 psig.

### **3.2. ÁREA DE MEDICIÓN**

El sistema de medición TCH-UM-3120 tiene la capacidad de medir y cuantificar la cantidad de GLP recibida desde la Estación Monteverde, siendo un skid que consta con medidores de flujo masicos de exactitud y precisión aprobados por las normas API.

La capacidad de este sistema es de 71000 BPD y esta conformado de dos trenes de medición, uno respaldo del otro, además de su respectivo calibrador el cual es común para los dos trenes.

La medición del flujo ingresado se realiza mediante los medidores másicos correspondientes a cada uno de los trenes: FE-3121 y FE-3122, estos se asocian a los transmisores de flujo FT-3121 y FT-3122 para enviar los datos a los computadores de flujo ubicados en la sala de control, el FQIT-3121 y el FQIT-3122.

Estos computadores realizan los cálculos de compensación del producto utilizando las señales proveniente de los trenes de medición: FE-3121/22, PIT-3121/22 y TIT-3121/22.

A la entrada y salida de cada medidor están ubicadas las válvulas motorizadas:

- MOV-3122A y MOV-3122B (segundo tren de medición)
- MOV-3121A y MOV-3121B (primer tren de medición)

Este skid posee un prover que hace de las veces de calibrador en el cual se realizan las corridas con el fin de calibrar los medidores másicos correspondientes de cada tren de medición. En estos se encuentran las válvulas MOV-3120B correspondiente a aislamiento del prover y la MOV-3120C correspondiente al desvío del producto.

### 3.3.ÁREA DE ALMACENAMIENTO

El terminal El Chorrillo cuenta con 16 tanques de almacenamiento divididos en 3 grupos (Ver tabla 3.1). Cada tanque tiene una capacidad nominal de 110 TM permitiendo una capacidad total del terminal de 1760 TM

**Tabla 3.1: Distribución de Tanques en Terminal El Chorrillo**

| <b>Terminal El Chorrillo</b> |                   |                          |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>Parque Norte</b>          | <b>Parque Sur</b> | <b>Parque Definitivo</b> |
| TCHDT-TQ-3240                | TCHDT-TQ-3245     | TCH-TQ-3220              |
| TCHDT-TQ-3241                | TCHDT-TQ-3246     | TCH-TQ-3221              |
| TCHDT-TQ-3242                | TCHDT-TQ-3247     | TCH-TQ-3222              |
| TCHDT-TQ-3243                | TCHDT-TQ-3248     | TCH-TQ-3223              |
| TCHDT-TQ-3244                | TCHDT-TQ-3249     | TCH-TQ-3224              |
|                              | TCHDT-TQ-3249A    | TCH-TQ-3225              |

**Fuente:** Autor

Los tres parques son manejados manualmente uno a la vez para las actividades de llenado, despacho y almacenamiento del GLP. Cada tanque de almacenamiento cuenta con un medidor de nivel tipo radar cada uno con alarmas de HH, H, L, LL (Ver tabla #3.2) como alarmas de seguridad. La alarma de HH hace que la válvula SDV-3210A que se encuentra a la entrada de los parque norte y sur.

**Tabla 3.2: Límites de alarmas de nivel en Tanques horizontales**

| Nivel de Líquido | Punto de Ajuste (m) |
|------------------|---------------------|
| HH               | 2,8                 |
| H                | 2.6                 |
| L                | 1                   |
| LL               | 0,5                 |

**Fuente:** Departamento de Ingeniería Santos CMI

Cada tanque tiene medidores de presión los cuales comandan el encendido y apagado de las unidades de relificación y también comandan el cierre de la válvula SDV-3210A ubicada en la entrada de los parque norte y sur al alcanzar el nivel de HH (Ver tabla 3.3).

**Tabla 3.3: Límites de alarmas de presión en Tanques Horizontales**

| Presión | Punto de Ajuste (psig) |
|---------|------------------------|
| HH      | 165                    |
| H       | 155                    |
| L       | 130                    |
| LL      | 110                    |

**Fuente:** Santos CMI

En resumen la instrumentación ubicada en cada uno de los tanques es la siguiente (Ver tabla 3.4):

**Tabla 3.4: Instrumentación instalada en Tanques Horizontales**

| Tanque De Almacenamiento | Transmisor de Nivel | Transmisor de Presión | Transmisor de Temperatura |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| TCH-TQ-3220              | LT-3220             | PIT-3220A             | TIT-3220C                 |
| TCH-TQ-3221              | LT-3221             | PIT-3221A             | TIT-3221C                 |
| TCH-TQ-3222              | LT-3222             | PIT-3222A             | TIT-3222C                 |
| TCH-TQ-3223              | LT-3223             | PIT-3223A             | TIT-3223C                 |
| TCH-TQ-3224              | LT-3224             | PIT-3224A             | TIT-3224C                 |
| TCHDT-TQ-3240            | LT-3240             | PIT-3240              | TIT-3240C                 |
| TCHDT-TQ-3241            | LT-3241             | PIT-3241              | TIT-3241C                 |
| TCHDT-TQ-3242            | LT-3242             | PIT-3242              | TIT-3242C                 |
| TCHDT-TQ-3243            | LT-3243             | PIT-3243              | TIT-3243C                 |
| TCHDT-TQ-3244            | LT-3244             | PIT-3244              | TIT-3244C                 |
| TCHDT-TQ-3245            | LT-3245             | PIT-3245              | TIT-3245C                 |
| TCHDT-TQ-3246            | LT-3246             | PIT-3246              | TIT-3246C                 |
| TCHDT-TQ-3247            | LT-3247             | PIT-3247              | TIT-3247C                 |
| TCHDT-TQ-3248            | LT-3248             | PIT-3248              | TIT-3248C                 |
| TCHDT-TQ-3249            | LT-3249             | PIT-3249              | TIT-3249C                 |
| TCHDT-TQ-3249A           | LT-3249A            | PIT-3249A             | TIT-3249C                 |

**Fuente:** Departamento de Ingeniería Santos CMI

### **3.4.ÁREA DE DESPACHO DE AUTOTANQUES**

Para el despacho de autotanques se encuentran ubicadas dos plataformas de pesaje TCH-P-3100 y TCH-P-3200 cada una conectada via Controlnet con el controlador de procesos para así dar facilidades de fiscalización y generación de facturas.

Se disponen de 6 islas de carga cada una con 2 puntos de carga es decir simultáneamente la Terminal tendrá la capacidad de despachar 12 autotanques.

A fin de cuantificar la cantidad de producto entregada en cada punto de carga se tienen computadores de flujo que calculan la masa de la fase líquida y la fase de vapor utilizando

las señales de los medidores de flujo instalados y la compensación por temperatura y por presión del fluido (Ver tabla 3.5).

**Tabla 3.5: Distribución de instrumentos en islas de carga**

| <b>Terminal El Chorrillo</b> |              |             |              |                |                      |
|------------------------------|--------------|-------------|--------------|----------------|----------------------|
|                              | <b>Brazo</b> | <b>Fase</b> | <b>Flujo</b> | <b>Presión</b> | <b>Temperatura</b>   |
| <b>Isla 1</b>                | A            | Líquido     | FT-3310A     | PIT-3310A      | TE-3310A             |
|                              | A            | Vapor       | FT-3310C     | PIT-3310C      | TE-3310C             |
|                              | B            | Líquido     | FT-3310B     | PIT-3310B      | TE-3310B             |
|                              | B            | Vapor       | FT-3310D     | PIT-3310D      | TE-3310D             |
| <b>Isla 2</b>                | A            | Líquido     | FT-3311A     | PIT-3311A      | TE-3311A             |
|                              | A            | Vapor       | FT-3311C     | PIT-3311C      | TE-3311C             |
|                              | B            | Líquido     | FT-3311B     | PIT-3311B      | TE-3311B             |
|                              | B            | Vapor       | FT-3311D     | PIT-3311D      | TE-3311D             |
| <b>Isla 3</b>                | A            | Líquido     | FT-3312A     | PIT-3312A      | TE-3312 <sup>a</sup> |
|                              | A            | Vapor       | FT-3312C     | PIT-3312C      | TE-3312C             |
|                              | B            | Líquido     | FT-3312B     | PIT-3312B      | TE-3312B             |
|                              | B            | Vapor       | FT-3312D     | PIT-3312D      | TE-3312D             |
| <b>Isla 4</b>                | A            | Líquido     | FT-3313A     | PIT-3313A      | TE-3313 <sup>a</sup> |
|                              | A            | Vapor       | FT-3313C     | PIT-3313C      | TE-3313C             |
|                              | B            | Líquido     | FT-3313B     | PIT-3313B      | TE-3313B             |
|                              | B            | Vapor       | FT-3313D     | PIT-3313D      | TE-3313D             |
| <b>Isla 5</b>                | A            | Líquido     | FT-3314A     | PIT-3314A      | TE-3314 <sup>a</sup> |
|                              | A            | Vapor       | FT-3314C     | PIT-3314C      | TE-3314C             |
|                              | B            | Líquido     | FT-3314B     | PIT-3314B      | TE-3314B             |
|                              | B            | Vapor       | FT-3314D     | PIT-3314D      | TE-3314D             |
| <b>Isla 6</b>                | A            | Líquido     | FT-3315A     | PIT-3315A      | TE-3315 <sup>a</sup> |
|                              | A            | Vapor       | FT-3315C     | PIT-3315C      | TE-3315C             |
|                              | B            | Líquido     | FT-3315B     | PIT-3315B      | TE-3315B             |
|                              | B            | Vapor       | FT-3315D     | PIT-3315D      | TE-3315D             |

**Fuente:** Autor

El diseño está realizado para que una bomba de carga abastezca a una isla (Ver tabla 3.6)

**Tabla 3.6: Distribución de bombas de carga en la Terminal El Chorrillo**

| <b>Terminal El Chorrillo</b> |            |
|------------------------------|------------|
| Isla de Carga 1 y 2          | TCH-B-3310 |
| Isla de Carga 3 y 4          | TCH-B-3311 |
| Isla de Carga 5 y 6          | TCH-B-3312 |
| Isla de Carga 7 y 8          | TCH-B-3313 |
| Isla de Carga 9 y 10         | TCH-B-3314 |
| Isla de Carga 11 y 12        | TCH-B-3315 |
| Respaldo                     | TCH-B-3318 |
| Respaldo                     | TCH-B-3319 |
| Respaldo                     | TCH-B-3320 |

**Fuente:** Autor

Cada bomba cuenta con protección a la succión, un interruptor de baja presión que se alarma a los 110 psig y un transmisor de presión en la descarga que protege por sobrepresión a 200 psig.

### **3.5.UNIDADES DE RELICUEFACCIÓN**

La función principal de las unidades de relicuefacción TCH-UR-3130A y TCH-UR-3130B es la de licuar los vapores originados durante la operación de llenado de los tanques de almacenamiento de la Terminal durante su llenado o durante el despacho del producto para evitar su sobrepresión.

Mediante tuberías de 6 pulgadas estos vapores son enviados hacia la unidad TCH-UR-3130A la cual va a encontrarse operativa, en caso que una unidad no abastezca para disminuir la presión en los tanques entrará de forma manual la unidad TCH-UR-3130B.

La unidad principal (TCH-UR-3130A) mediante la lógica de control establecida va a comenzar a funcionar cuando la presión en cualquiera de los tanques sobrepase los 155 psig y solo va a dejar de funcionar cuando la presión se haya estabilizado en los 140 psig, esto garantizando que el producto evite ser venteado para así evitar pérdidas.

### **3.6.SISTEMA DE DRENAJE CERRADO**

Las válvulas de alivio térmico ubicadas en segmentos de tuberías que puedan permanecer bloqueados y sometidos a sobrepresión en casos de alta temperatura alivian ese vapor hacia un sistema de drenaje cerrado el cual se encuentra presurizado a 100 psig. Estas válvulas de protección se encuentran ubicadas en: Sistema de recepción y medición de GLP, área de almacenamiento, bombas e islas de carga, unidades de relicuefacción y en la envasadora.

Este sistema de drenaje cerrado se encuentra conformado por:

- 1 tanque de drenaje cerrado TCH-TQ-3230.
- 1 bomba de drenaje cerrado TCH-B-3230.
- 1 compresor de GLP TCH-C-3160.
- 1 tanque enterrado para recolección de líquidos contaminados TCH-TQ-3231.

En el área de drenaje cerrado se encuentra ubicado el PIT-3230 el cual tiene seteado niveles de alarma:

- H: 100 psig
- HH: 125 psig

Cuando la presión dentro del tanque sobrepasa a los 125 psig se enciende el compresor de GLP TCH-C-3160 el cual saca los vapores del tanque y los dirige hacia los tanques horizontales. El compresor se apaga al estabilizar la presión en el tanque a unos 100 psig.

Para la extracción de líquidos en el tanque de drenaje cerrado se opera manualmente la bomba TCH-B-3230 apagándose esta automáticamente cuando el nivel dado por el transmisor de nivel LS-3230 sea de bajo (0.3m).

### **3.7. ÁREA DE ENVASADO**

En esta Terminal existe una planta envasadora para cilindros de 15 kg y 45 kg. Para ésta área están destinadas 5 bombas (Ver Tabla 3.7) las cuales abastecen a los carruseles con el producto proveniente de los tanques horizontales, siendo 3 de estas bombas principales y las restantes quedan de respaldo.

**Tabla 3.7: Bombas destinadas al área de envasado en Terminal El Chorrillo**

| <b>Terminal El Chorrillo</b> |
|------------------------------|
| TCH-B-330                    |
| TCH-B-331                    |
| TCH-B-332                    |
| TCH-B-333                    |
| TCH-B-334                    |

**Fuente:** Autor

Cada una de estas bombas contará de una válvula motorizada ubicada en su descarga y contarán con interruptores de presión instalados en su succión los cuales apagarán la bomba

en caso de existir poca presión (110 psig), así mismo un interruptor de alta presión a la descarga la cual apagará la bomba cuando se llegue a una presión de 295 psig. (Ver tabla 3.8)

**Tabla 3.8: Interruptores de presión bombas principales de envasadora.**

| <b>Bomba</b> | <b>Interruptor de baja presión</b> | <b>Interruptor de alta presión</b> |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|
| TCH-B-3330   | PSL-3330                           | PSH-3330                           |
| TCH-B-3332   | PSL-3332                           | PSH-3332                           |
| TCH-B-3333   | PSL-3333                           | PSH-3333                           |

**Fuente:** Departamento de ingeniería Santos CMI

## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA DE MEJORA AL DISEÑO EXISTENTE

#### 4.1. SEÑALES A CONTROLAR

Con miras a realizar la filosofía, es de vital importancia identificar las señales, las cuales van a ser controladas desde el cuarto de control y visualizadas en el SCADA. Estas señales se encuentran divididas en entradas digitales o DI's y salidas digitales o DO's, siendo estas señales identificadas con los siguientes tags:

##### 4.1.1. ENTRADAS DIGITALES (DI)

- TQ-3240: Como se muestra en la tabla 4.1 las señales digitales para este tanque son:

**Tabla 4.1: Señales de entrada digital para el tanque 3240**

| TANQUE 3240 |           |
|-------------|-----------|
| Válvula     | Señal     |
| SDV-3240A   | ZSO-3240A |
|             | ZSC-3240A |
| SDV-3240B   | ZSO-3240B |
|             | ZSC-3240B |
| SDV-3240C   | ZSO-3240C |
|             | ZSC-3240C |
| SDV-3240D   | ZSO-3240D |
|             | ZSC-3240D |
| SDV-3240E   | ZSO-3240E |
|             | ZSC-3240E |
| SDV-3240F   | ZSO-3240F |
|             | ZSC-3240F |

Fuente: Autor

- TQ-3241: En la tabla 4.2 tenemos las entradas digitales de este tanque:

**Tabla 4.2: Señales de entrada digital para el tanque 3241**

| <b>TANQUE 3241</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3241A          | ZSO-3241A    |
|                    | ZSC-3241A    |
| SDV-3241B          | ZSO-3241B    |
|                    | ZSC-3241B    |
| SDV-3241C          | ZSO-3241C    |
|                    | ZSC-3241C    |
| SDV-3241D          | ZSO-3241D    |
|                    | ZSC-3241D    |
| SDV-3241E          | ZSO-3241E    |
|                    | ZSC-3241E    |
| SDV-3241F          | ZSO-3241F    |
|                    | ZSC-3241F    |

Fuente: Autor

- TQ-3242: Tal como se muestra en la tabla 4.3 las señales que llegarán de este tanque son las siguientes:

**Tabla 4.3: Señales de entrada digital para el tanque 3242**

| <b>TANQUE 3242</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3242A          | ZSO-3242A    |
|                    | ZSC-3242A    |
| SDV-3242B          | ZSO-3242B    |
|                    | ZSC-3242B    |
| SDV-3242C          | ZSO-3242C    |
|                    | ZSC-3242C    |
| SDV-3242D          | ZSO-3242D    |
|                    | ZSC-3242D    |
| SDV-3242E          | ZSO-3242E    |
|                    | ZSC-3242E    |
| SDV-3242F          | ZSO-3242F    |
|                    | ZSC-3242F    |

Fuente: Autor

- TQ-3243: Como se muestra en la tabla 4.4 las señales digitales para este tanque son:

**Tabla 4.4: Señales de entrada digital para el tanque 3243**

| <b>TANQUE 3243</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3243A          | ZSO-3243A    |
|                    | ZSC-3243A    |
| SDV-3243B          | ZSO-3243B    |
|                    | ZSC-3243B    |
| SDV-3243C          | ZSO-3243C    |
|                    | ZSC-3243C    |
| SDV-3243D          | ZSO-3243D    |
|                    | ZSC-3243D    |
| SDV-3243E          | ZSO-3243E    |
|                    | ZSC-3243E    |
| SDV-3243F          | ZSO-3243F    |
|                    | ZSC-3243F    |

**Fuente:** Autor

- TQ-3244: En la tabla 4.5 podemos apreciar las señales que ingresan a este tanque

**Tabla 4.5: Señales de entrada digital para el tanque 3244**

| <b>TANQUE 3244</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3244A          | ZSO-3244A    |
|                    | ZSC-3244A    |
| SDV-3244B          | ZSO-3244B    |
|                    | ZSC-3244B    |
| SDV-3244C          | ZSO-3244C    |
|                    | ZSC-3244C    |
| SDV-3244D          | ZSO-3244D    |
|                    | ZSC-3244D    |
| SDV-3244E          | ZSO-3244E    |
|                    | ZSC-3244E    |
| SDV-3244F          | ZSO-3244F    |
|                    | ZSC-3244F    |

**Fuente:** Autor

- TQ-3245: En la tabla 4.6 se aprecian las señales que provienen de este tanque

**Tabla 4.6: Señales de entrada digital para el tanque 3245**

| <b>TANQUE 3245</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3245A          | ZSO-3245A    |
|                    | ZSC-3245A    |
| SDV-3245B          | ZSO-3245B    |
|                    | ZSC-3245B    |
| SDV-3245C          | ZSO-3245C    |
|                    | ZSC-3245C    |
| SDV-3245D          | ZSO-3245D    |
|                    | ZSC-3245D    |
| SDV-3245E          | ZSO-3245E    |
|                    | ZSC-3245E    |
| SDV-3245F          | ZSO-3245F    |
|                    | ZSC-3245F    |

**Fuente:** Autor

- TQ-3246: En la tabla 4.7 apreciamos las señales que tenemos en este tanque

**Tabla 4.7: Señales de entrada digital para el tanque 3246**

| <b>TANQUE 3246</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3246A          | ZSO-3246A    |
|                    | ZSC-3246A    |
| SDV-3246B          | ZSO-3246B    |
|                    | ZSC-3246B    |
| SDV-3246C          | ZSO-3246C    |
|                    | ZSC-3246C    |
| SDV-3246D          | ZSO-3246D    |
|                    | ZSC-3246D    |
| SDV-3246E          | ZSO-3246E    |
|                    | ZSC-3246E    |
| SDV-3246F          | ZSO-3246F    |
|                    | ZSC-3246F    |

**Fuente:** Autor

- TQ-3247: Como se muestra en la tabla 4.8 las señales digitales para este tanque son:

**Tabla 4.8: Señales de entrada digital para el tanque 3247**

| <b>TANQUE 3247</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3247A          | ZSO-3247A    |
|                    | ZSC-3247A    |
| SDV-3247B          | ZSO-3247B    |
|                    | ZSC-3247B    |
| SDV-3247C          | ZSO-3247C    |
|                    | ZSC-3247C    |
| SDV-3247D          | ZSO-3247D    |
|                    | ZSC-3247D    |
| SDV-3247E          | ZSO-3247E    |
|                    | ZSC-3247E    |
| SDV-3247F          | ZSO-3247F    |
|                    | ZSC-3247F    |

**Fuente:** Autor

- TQ-3248: las señales que provienen de este tanque las apreciamos en la tabla 4.9

**Tabla 4.9: Señales de entrada digital para el tanque 3248**

| <b>TANQUE 3248</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3248A          | ZSO-3248A    |
|                    | ZSC-3248A    |
| SDV-3248B          | ZSO-3248B    |
|                    | ZSC-3248B    |
| SDV-3248C          | ZSO-3248C    |
|                    | ZSC-3248C    |
| SDV-3248D          | ZSO-3248D    |
|                    | ZSC-3248D    |
| SDV-3248E          | ZSO-3248E    |
|                    | ZSC-3248E    |
| SDV-3248F          | ZSO-3248F    |
|                    | ZSC-3248F    |

**Fuente:** Autor

- TQ-3249: Como se muestra en la tabla 4.10 las señales digitales para este tanque son:

**Tabla 4.10: Señales de entrada digital para el tanque 3249**

| <b>TANQUE 3249</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3249A          | ZSO-3249A    |
|                    | ZSC-3249A    |
| SDV-3249B          | ZSO-3249B    |
|                    | ZSC-3249B    |
| SDV-3249C          | ZSO-3249C    |
|                    | ZSC-3249C    |
| SDV-3249D          | ZSO-3249D    |
|                    | ZSC-3249D    |
| SDV-3249E          | ZSO-3249E    |
|                    | ZSC-3249E    |
| SDV-3249F          | ZSO-3249F    |
|                    | ZSC-3249F    |

Fuente: Autor

- TQ-3249A: En la tabla 4.11 apreciamos las señales que provienen de este tanque

**Tabla 4.11: Señales de entrada digital para el tanque 3249A**

| <b>TANQUE 3249A</b> |              |
|---------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>      | <b>Señal</b> |
| SDV-3249AA          | ZSO-3249AA   |
|                     | ZSC-3249AA   |
| SDV-3249AB          | ZSO-3249AB   |
|                     | ZSC-3249AB   |
| SDV-3249AC          | ZSO-3249AC   |
|                     | ZSC-3249AC   |
| SDV-3249AD          | ZSO-3249AD   |
|                     | ZSC-3249AD   |
| SDV-3249AE          | ZSO-3249AE   |
|                     | ZSC-3249AE   |
| SDV-3249AF          | ZSO-3249AF   |
|                     | ZSC-3249AF   |

Fuente: Autor

#### 4.1.2. SALIDAS DIGITALES (DO)

- TQ-3240: En la tabla 4.12 se muestran las señales que provienen de este tanque

**Tabla 4.12: Señales de salida digital para el tanque 3240**

| <b>TANQUE 3240</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3240A          | SY-3240A     |
| SDV-3240B          | SY-3240B     |
| SDV-3240C          | SY-3240C     |
| SDV-3240D          | SY-3240D     |
| SDV-3240E          | SY-3240E     |
| SDV-3240F          | SY-3240F     |

Fuente: Autor

- TQ-3241: Como se muestra en la tabla 4.13 las señales para este tanque son:

**Tabla 4.13: Señales de salida digital para el tanque 3241**

| <b>TANQUE 3241</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3241A          | SY-3241A     |
| SDV-3241B          | SY-3241B     |
| SDV-3241C          | SY-3241C     |
| SDV-3241D          | SY-3241D     |
| SDV-3241E          | SY-3241E     |
| SDV-3241F          | SY-3241F     |

Fuente: Autor

- TQ-3242: La tabla 4.14 nos detalla las señales que encontraremos en el tanque 3242

**Tabla 4.14: Señales de salida digital para el tanque 3242**

| <b>TANQUE 3242</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3242A          | SY-3242A     |
| SDV-3242B          | SY-3242B     |
| SDV-3242C          | SY-3242C     |

| <b>TANQUE 3242</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3242D          | SY-3242D     |
| SDV-3242E          | SY-3242E     |
| SDV-3242F          | SY-3242F     |

**Fuente:** Autor

- TQ-3243: Tal como nos apreciamos en la tabla 4.15 las señales que ingresan a este tanque son las siguientes:

**Tabla 4.15: Señales de salida digital para el tanque 3243**

| <b>TANQUE 3243</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3243A          | SY-3243A     |
| SDV-3243B          | SY-3243B     |
| SDV-3243C          | SY-3243C     |
| SDV-3243D          | SY-3243D     |
| SDV-3243E          | SY-3243E     |
| SDV-3243F          | SY-3243F     |

**Fuente:** Autor

- TQ-3244: La tabla 4.16 nos indica cuales son las señales que tenemos en este tanque

**Tabla 4.16: Señales de salida digital para el tanque 3244**

| <b>TANQUE 3244</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3244A          | SY-3244A     |
| SDV-3244B          | SY-3244B     |
| SDV-3244C          | SY-3244C     |
| SDV-3244D          | SY-3244D     |
| SDV-3244E          | SY-3244E     |
| SDV-3244F          | SY-3244F     |

**Fuente:** Autor

- TQ-3245: Como se muestra en la tabla 4.17 las señales que tendremos en este tanque son las siguientes:

**Tabla 4.17: Señales de salida digital para el tanque 3245**

| <b>TANQUE 3245</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3245A          | SY-3245A     |
| SDV-3245B          | SY-3245B     |
| SDV-3245C          | SY-3245C     |
| SDV-3245D          | SY-3245D     |
| SDV-3245E          | SY-3245E     |
| SDV-3245F          | SY-3245F     |

**Fuente:** Autor

- TQ-3246: La tabla 4.18 nos indica cuales son las señales que tendremos en el tanque 3246.

**Tabla 4.18: Señales de salida digital para el tanque 3246**

| <b>TANQUE 3246</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3246A          | SY-3246A     |
| SDV-3246B          | SY-3246B     |
| SDV-3246C          | SY-3246C     |
| SDV-3246D          | SY-3246D     |
| SDV-3246E          | SY-3246E     |
| SDV-3246F          | SY-3246F     |

**Fuente:** Autor

- TQ-3247: En la tabla 4.19 podemos apreciar las señales que tendremos en este tanque.

**Tabla 4.19: Señales de salida digital para el tanque 3247**

| <b>TANQUE 3247</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3247A          | SY-3247A     |
| SDV-3247B          | SY-3247B     |
| SDV-3247C          | SY-3247C     |
| SDV-3247D          | SY-3247D     |

| <b>TANQUE 3247</b> |               |
|--------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Tanque</b> |
| SDV-3247E          | SY-3247E      |
| SDV-3247F          | SY-3247F      |

**Fuente:** Autor

- TQ-3248: En el tanque 3248 tendremos las siguientes señales tal como se muestran en la tabla 4.20.

**Tabla 4.20: Señales de salida digital para el tanque 3248**

| <b>TANQUE 3248</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3248A          | SY-3248A     |
| SDV-3248B          | SY-3248B     |
| SDV-3248C          | SY-3248C     |
| SDV-3248D          | SY-3248D     |
| SDV-3248E          | SY-3248E     |
| SDV-3248F          | SY-3248F     |

**Fuente:** Autor

- TQ-3249: Como se muestra en la tabla 4.21 las señales que encontraremos en este tanque son las siguientes:

**Tabla 4.21: Señales de salida digital para el tanque 3249**

| <b>TANQUE 3249</b> |              |
|--------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>     | <b>Señal</b> |
| SDV-3249A          | SY-3249A     |
| SDV-3249B          | SY-3249B     |
| SDV-3249C          | SY-3249C     |
| SDV-3249D          | SY-3249D     |
| SDV-3249E          | SY-3249E     |
| SDV-3249F          | SY-3249F     |

**Fuente:** Autor

- TQ-3249A: En la tabla 4.22 se podrá apreciar las señales que provienen del tanque 3249A.

**Tabla 4.22: Señales de salida digital para el tanque 3249A**

| <b>TANQUE 3249A</b> |              |
|---------------------|--------------|
| <b>Válvula</b>      | <b>Señal</b> |
| SDV-3249AA          | SY-3249AA    |
| SDV-3249AB          | SY-3249AB    |
| SDV-3249AC          | SY-3249AC    |
| SDV-3249AD          | SY-3249AD    |
| SDV-3249AE          | SY-3249AE    |
| SDV-3249AF          | SY-3249AF    |

Fuente: Autor

Tomando en cuenta las señales ya plenamente identificadas, en la tabla 4.23 apreciaremos la cantidad de señales de entrada digital así como de salida digital que tendremos según el criterio utilizado para la automatización del llenado y despacho de GLP en la Terminal El Chorrillo.

**Tabla 4.23: Cantidad de Señales de entrada digital y salida digital a utilizar en la propuesta**

|                | <b>Entradas Digitales</b> | <b>Salidas Digitales</b> |
|----------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>TQ-3240</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3241</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3242</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3243</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3244</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3245</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3246</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3247</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3248</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TQ-3249</b> | 12                        | 6                        |

|                 | <b>Entradas Digitales</b> | <b>Salidas Digitales</b> |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>TQ-3249A</b> | 12                        | 6                        |
| <b>TOTAL</b>    | <b>132</b>                | <b>66</b>                |

Fuente: Autor

## 4.2.LISTADO DE MATERIALES

Los equipos a utilizar son equipos de la marca *Rockwell*. En base del dimensionamiento de señales ya realizado y bosquejado en la tabla 4.24 , podemos tener ya una idea de cuántos módulos de Entradas y Salidas Digitales vamos a utilizar. Los módulos escogidos son: el 1756-IB168 para entradas digitales y el 1756-OB16I para salidas digitales.

Teniendo en consideración que estos módulos permiten 16 señales en cada uno podemos determinar lo siguiente:

**Tabla 4.24: Número de módulos a utilizar según dimensionamiento previo**

|                           | <b>Módulo 1756-IB16I</b> | <b>Módulo 1756-OB16I</b> |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Entradas Digitales</b> | 132                      |                          |
| <b>Salidas Digitales</b>  |                          | 66                       |
| <b>TOTAL MODULOS</b>      | 9                        | 5                        |

Fuente: Autor

Haciendo los cálculos correspondientes el número de módulos de entradas digitales a utilizar es de 9 y el número de salidas digitales a utilizar es de 5.

En cuánto a módulos de comunicación se refiere el escogido es el módulo 1756-CN2R un módulo *ControlNet* que nos va a permitir conectar nuestro nuevo proceso al controlador principal.

Con todos estos datos, teniendo el número de módulos tanto de entradas y salidas digitales como de comunicación se nos hace mas fácil la elección del chasis a utilizar (Ver tabla 4.25):

**Tabla 4.25: Dimensionamiento de módulos para elección de chasis a utilizar**

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| <b>Entradas Digitales</b>      | 9  |
| <b>Salidas Digitales</b>       | 5  |
| <b>Módulos de Comunicación</b> | 1  |
| <b>TOTAL MODULOS</b>           | 15 |

Fuente: Autor

Por ende, el chasis a utilizar es el 1756-A17 un chasis con cabida para 17 módulos, quedando 2 slots de spare para cualquier ampliación de señales futuras.

Este dimensionamiento previo nos da una idea de que materiales en sí podríamos utilizar para la realización de nuestro tablero de control, que es el lugar donde van a llegar todas las señales de campo de nuestro proceso.

En la tabla 4.26 se encuentran descritos los materiales a utilizar dentro de la construcción del tablero de control luego del dimensionamiento total del trabajo a realizarse. Hay que tener muy en cuenta que esta es una propuesta la cual puede estar sujeta a cambios por quienes realicen su construcción.

Tabla 4.26: Lista de Materiales a utilizar en construcción de Tablero de Control

| Detalle de materiales |                   |               |   |
|-----------------------|-------------------|---------------|---|
| Cant.                 | No. Parte         | Marca         | Descripción   |
| 3                     | 8806500           | Rittal        | Tablero autosoportado NEMA 12, TSS 2000*800*800 mm        |
| 3                     | 4139140           | Rittal        | Lampara de iluminación 120Vac 14W                         |
| 1                     | 1489-A2C100       | Allen Bradley | Circuit Breaker 2Ø, 10A                                   |
| 9                     | 1492-IFM40DS24A-4 | Allen Bradley | Caja de Conexión para 16 entradas digitales               |
| 5                     | 1492-IFM40DS24-4  | Allen Bradley | Caja de Conexión para 16 salidas digitales                |
| 5                     | CR 80X80          | Legrand       | Canaleta ranurada gris 3 MT, 80x80 mm PVC                 |
| 1                     | 1606-XL240DR      | Allen Bradley | Fuente de Alimentación 120-240 Vac/24Vdc 10A              |
| 186                   | 1492-JD3FB        | Allen Bradley | Bornera Portafusible de dos pisos de 26-12 AWG            |
| 82                    | 1492-JDG3FB       | Allen Bradley | Bornera Portafusible de dos pisos con tierra de 26-12 AWG |
| 2                     | 1756-PAR2         | Allen Bradley | Fuente de Alimentación Control Logix                      |
| 1                     | 1786-TPS          | Allen Bradley | Control Net T-Tap/Straight                                |
| 1                     | 1756-PSCA2        | Allen Bradley | Módulo Adaptador Redundante para Power Supply             |
| 1                     | 1756-A17          | Allen Bradley | Chasis Control de 17 slots                                |
| 1                     | 1756-CN2R         | Allen Bradley | Módulo ControlNet   |
| 9                     | 1756-IB16I        | Allen Bradley | Módulo de 16 Entradas Digitales                           |
| 5                     | 1756-OB16I        | Allen Bradley | Módulo de 16 Salidas Digitales                            |
| 2                     | 1756-N2           | Allen Bradley | Tapa de Slot  |
| 81                    | 700-HLT1Z24-EX    | Allen Bradley | Relé de Salida Digital en 24 VDC                          |
| 6                     | Btc               | Allen Bradley | Barra de tierra de 2x15x500 mm                            |
| 6                     | Btf               | Allen Bradley | Barra de tierra de 2x15x500 mm con aisladores             |
| 150                   | 199-EBL3          | Allen Bradley | End Barrier   |
| 5                     | 199-DR2           | Allen Bradley | Riel Din de 2 Mt  |
| 50                    | 1492-GM35         | Allen Bradley | Group Marking Carrier                                     |

Fuente: Autor

### 4.3. TABLERO DE CONTROL

Las señales deben llegar a un tablero de control debidamente constituido por todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento del proceso (Ver Fig. 4.1). Este tablero fue diseñado de acuerdo a las necesidades impuestas por el estudio realizado previamente de las señales que van a intervenir durante el proceso y dimensionado de acuerdo a los elementos antes mencionados en la lista de materiales a utilizar,

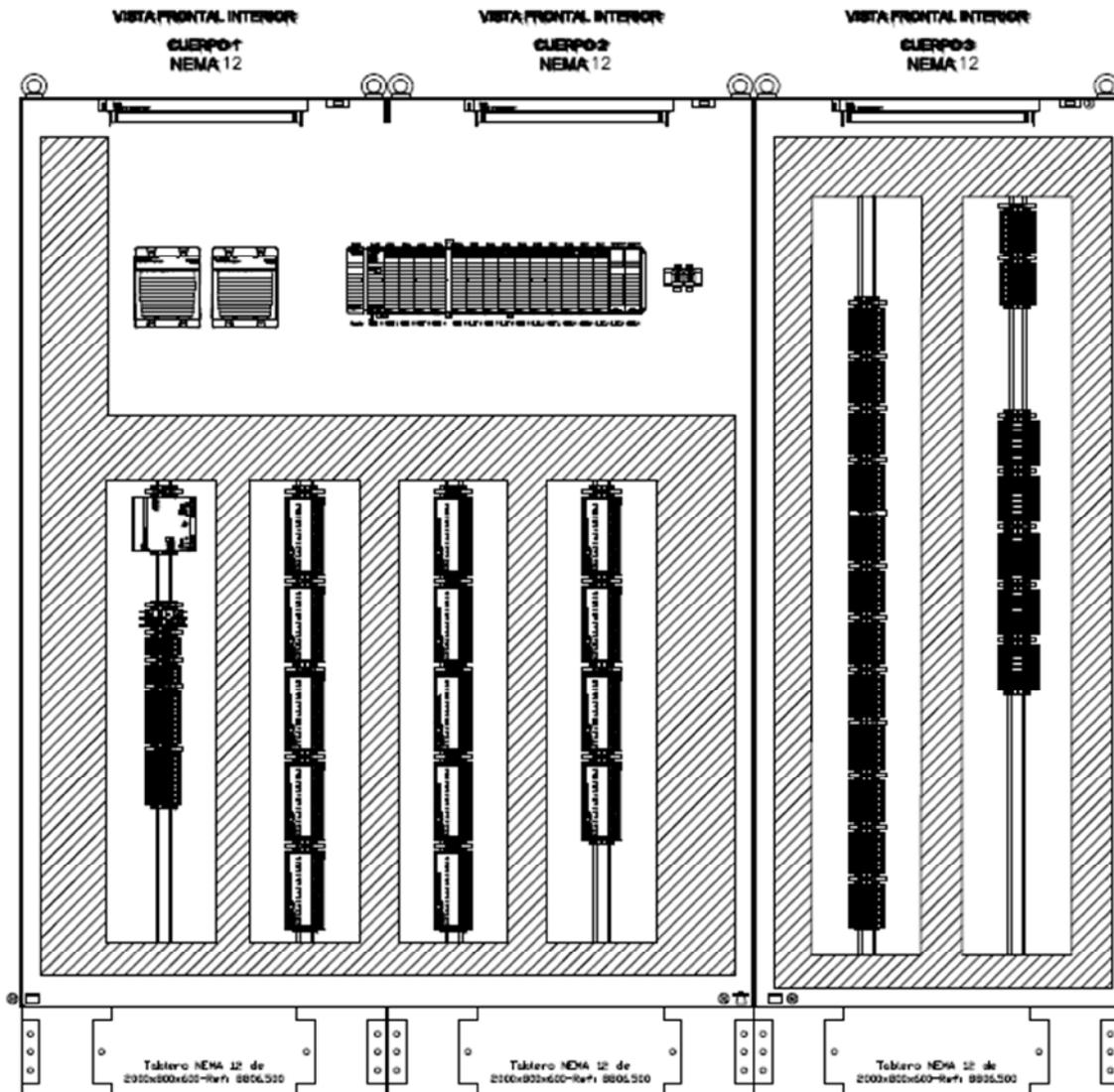


Fig. 4.1: Diseño de Tablero de Control de proceso propuesto.

Fuente: Autor

#### 4.4.FILOSOFÍA DE CONTROL

La terminal El Chorrillo dispone de 11 tanques distribuidos en dos parques: 6 tanques en el parque norte y 5 tanques en el parque sur (Ver tabla 4.27), cada uno con una capacidad de 110 TM, los cuales se encuentran operados de forma manual.

**Tabla 4.27: Distribución de Tanques de Almacenamiento en Parques**

| <b>Parque Norte</b> | <b>Parque Sur</b> |
|---------------------|-------------------|
| TQ-3240             | TQ-3246           |
| TQ-3241             | TQ-3247           |
| TQ-3242             | TQ-3248           |
| TQ-3243             | TQ-3249           |
| TQ-3244             | TQ-3249A          |
| TQ-3245             |                   |

**Fuente:** Autor

Actualmente a la entrada y salida de estos parques se encuentran ubicadas dos SDV's , la SDV-3210A y la SDV-3210B. A estas válvulas se va a adherir 2 válvulas MOV's las cuales denominaremos con los tags MOV-3210C y MOV-3210D las cuáles van a ser distribuidas como lo indica la tabla 4.28:

**Tabla 4.28: Ubicación de Válvulas en Manifold de distribución de GLP a parques norte y sur.**

|              | <b>Entrada</b> | <b>Salida</b> |
|--------------|----------------|---------------|
| Parque Norte | SDV-3210A      | SDV-3210B     |
| Parque Sur   | MOV-3210C      | MOV-3210D     |

**Fuente:** Autor

Esto con el fin de establecer que un solo parque puede estar alineado para el llenado y solo uno puede estar alineado para el despacho, no los 2 parques a las vez ni para el llenado ni para el despacho.

La alineación de los parques se lo realizará de manera automática, mediante comandos desde el cuarto de control, para esto habrá que verificar que todas las válvulas neumáticas de los tanques de almacenamiento de los parques se encuentren en modo automático.

Una vez alineado uno de los parques para el llenado, la operación tendrá una secuencia lógica, para esto todas sus válvulas manuales de drenaje y de seguridad deben encontrarse cerradas en su totalidad.

- TQ-3240: En la tabla 4.29 podemos apreciar el estado de las válvulas en el momento de alinear a llenado automático el tanque 3240.

**Tabla 4.29: Status de Válvulas de tanque 3240 alineadas para llenado automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3240</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3240A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3240B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3240C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3240D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3240E  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| SDV-3240F  | Trasvase de GLP                | C             |
| C: Cerrado                                       |                                |               |
| O: Abierto                                       |                                |               |

**Fuente:** Autor

- TQ-3241: Tal como indica la tabla 4.30 la alineación de válvulas para el llenado automático de este tanque sería la siguiente:

**Tabla 4.30: Status de Válvulas de tanque 3241 alineadas para llenado automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3241</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3241A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3241B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3241C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3241D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3241E  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3241</b> |                 |               |
|--|-----------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>  | <b>Estado</b> |
| SDV-3241F  | Trasvase de GLP | C             |
| C: Cerrado                                       |                 |               |
| O: Abierto                                       |                 |               |

Fuente: Autor

- TQ-3242: En la tabla 4.31 podemos apreciar la alineación de las válvulas del tanque 3242 para su llenado automático.

**Tabla 4.31: Status de Válvulas de tanque 3242 alineadas para llenado automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3242</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3242A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3242B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3242C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3242D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3242E  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| SDV-3242F  | Trasvase de GLP                | C             |
| C: Cerrado                                       |                                |               |
| O: Abierto                                       |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3243: La tabla 4.32 nos indica como quedarán alineadas las válvulas del tanque 3243 cuando este se encuentre presto para el llenado.

**Tabla 4.32: Status de Válvulas de tanque 3243 alineadas para llenado automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3243</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3243A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3243B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3243C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3243D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3243</b> |                          |               |
|--|--------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>           | <b>Estado</b> |
| SDV-3243E  | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| SDV-3243F  | Trasvase de GLP          | C             |
| C: Cerrado                                       |                          |               |
| O: Abierto                                       |                          |               |

Fuente: Autor

- TQ-3244: Las válvulas del tanque 3244 quedarán alineadas tal como se ve en la tabla 4.33.

Tabla 4.33: Status de Válvulas de tanque 3244 alineadas para llenado automático

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3244</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3244A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3244B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3244C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3244D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3244E  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| SDV-3244F  | Trasvase de GLP                | C             |
| C: Cerrado                                       |                                |               |
| O: Abierto                                       |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3245: La tabla 4.34 nos muestra la manera en que quedarán alineadas las válvulas del tanque 3245 una vez que se encuentren en operación de llenado.

Tabla 4.34: Status de Válvulas de tanque 3245 alineadas para llenado automático

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3245</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3245A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3245B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3245C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3245D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3245E  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3245</b> |                 |               |
|--|-----------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>  | <b>Estado</b> |
| SDV-3245F  | Trasvase de GLP | C             |
| C: Cerrado                                       |                 |               |
| O: Abierto                                       |                 |               |

Fuente: Autor

- TQ-3246: Como se muestra en la tabla 4.35, las válvulas al momento de estar alineadas automáticamente al llenado quedarán de la siguiente manera:

**Tabla 4.35: Status de Válvulas de tanque 3246 alineadas para llenado automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3246</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3246A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3246B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3246C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3246D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3246E  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| SDV-3246F  | Trasvase de GLP                | C             |
| C: Cerrado                                       |                                |               |
| O: Abierto                                       |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3247: En la tabla 4.36 podemos apreciar que las válvulas del tanque 3247 una vez alineados a el llenado de GLP quedarán en el siguiente estatus

**Tabla 4.36: Status de Válvulas de tanque 3247 alineadas para llenado automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3247</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3247A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3247B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3247C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3247D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3247</b> |                          |               |
|--|--------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>           | <b>Estado</b> |
| SDV-3247E  | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| SDV-3247F  | Trasvase de GLP          | C             |
| C: Cerrado                                       |                          |               |
| O: Abierto                                       |                          |               |

Fuente: Autor

- TQ-3248: Tal como se muestra en la tabla 4.37 las válvulas del tanque 3248 quedarán alineadas de la siguiente manera

Tabla 4.37: Status de Válvulas de tanque 3248 alineadas para llenado automático

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3248</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3248A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3248B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3248C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3248D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3248E  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| SDV-3248F  | Trasvase de GLP                | C             |
| C: Cerrado                                       |                                |               |
| O: Abierto                                       |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3249: En la tabla 4.38 podemos apreciar el alineamiento de las válvulas del tanque 3249 cuando este se encuentre en operación de llenado automático.

Tabla 4.38: Status de Válvulas de tanque 3249 alineadas para llenado automático

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3249</b> |                                |               |
|--|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3249A  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3249B  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3249C  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3249D  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3249</b> |                          |               |
|--|--------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                   | <b>Tubería</b>           | <b>Estado</b> |
| SDV-3249E  | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| SDV-3249F  | Trasvase de GLP          | C             |
| C: Cerrado                                       |                          |               |
| O: Abierto                                       |                          |               |

Fuente: Autor

- TQ-3249A: La tabla 4.39 nos indica el status que van a tener las válvulas del tanque 3249A en el momento que se encuentre en operación de llenado automático.

**Tabla 4.39: Status de Válvulas de tanque 3249A alineadas para llenado automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL LLENADO DE GLP TQ-3249A</b> |                                |               |
|---|--------------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                    | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| SDV-3249AA  | Ingreso GLP                    | O             |
| SDV-3249AB  | Salida GLP                     | C             |
| SDV-3249AC  | Ingreso Vapor                  | C             |
| SDV-3249AD  | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
| SDV-3249AE  | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| SDV-3249AF  | Trasvase de GLP                | C             |
| C: Cerrado  |                                |               |
| O: Abierto  |                                |               |

Fuente: Autor

Al igual que el alineamiento de llenado de los tanques de ambos parques, el alineamiento para despacho de los parques debe de ser automático, teniendo que estar un solo tanque alineado para el despacho. La secuencia de alineamiento de los tanques por parques es el siguiente:

- PARQUE NORTE

- TQ-3240: La tabla 4.40 nos muestra el status de las válvulas del parque norte cuando el tanque 3240 se encuentre alineado a despacho.

**Tabla 4.40: Status de Válvulas de tanque 3240 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3240</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3240   | SDV-3240A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3240B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3240C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3240D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3240E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3240F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3241   | SDV-3241A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3241E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3242   | SDV-3242A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3242E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3243   | SDV-3243A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3243E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3244   | SDV-3244A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3244E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3245   | SDV-3245A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3245E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| C: Cerrado  |                |                                |               |
| O: Abierto  |                |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3241: En la tabla 4.41 podemos notar el estado de las válvulas del parque norte cuando el tanque 3241 se encuentra alineado a despacho.

**Tabla 4.41: Status de Válvulas de tanque 3241 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3241</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3241   | SDV-3241A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3241B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3241C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3241D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3241E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3241F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3240   | SDV-3240A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3240E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3242   | SDV-3242A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3242E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3243   | SDV-3243A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3243E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3244   | SDV-3244A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3244E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3245   | SDV-3245A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3245E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| C: Cerrado  |                |                                |               |
| O: Abierto  |                |                                |               |

**Fuente:** Autor

- TQ-3242: Tal y como se muestra en la tabla 4.42, las válvulas del parque norte se alinearán cuando el tanque 3242 se encuentre en despacho.

**Tabla 4.42: Status de Válvulas de tanque 3242 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3242</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3242   | SDV-3242A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3242B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3242C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3242D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3242E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3242F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3241   | SDV-3241A      | Ingreso GLP                    | O             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3242</b> |                |                          |               |
|---|----------------|--------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>           | <b>Estado</b> |
|   | SDV-3241E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| TQ-3240   | SDV-3240A      | Ingreso GLP              | O             |
|   | SDV-3240E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| TQ-3243   | SDV-3243A      | Ingreso GLP              | O             |
|   | SDV-3243E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| TQ-3244   | SDV-3244A      | Ingreso GLP              | O             |
|   | SDV-3244E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| TQ-3245   | SDV-3245A      | Ingreso GLP              | O             |
|   | SDV-3245E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| C: Cerrado  |                |                          |               |
| O: Abierto  |                |                          |               |

Fuente: Autor

- TQ-3243: Las válvulas del parque norte tendrán el status indicado en la tabla 4.43 cuando el tanque 3243 este alineado a despacho automático.

**Tabla 4.43: Status de Válvulas de tanque 3243 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3243</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3243   | SDV-3243A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3243B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3243C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3243D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3243E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3243F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3241   | SDV-3241A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3241E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3242   | SDV-3242A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3242E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3240   | SDV-3240A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3240E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3244   | SDV-3244A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3244E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3245   | SDV-3245A      | Ingreso GLP                    | O             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3243</b> |                          |               |
|---|--------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                    | <b>Tubería</b>           | <b>Estado</b> |
| SDV-3245E   | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| C: Cerrado  |                          |               |
| O: Abierto  |                          |               |

Fuente: Autor

- TQ-3244: En la tabla 4.44 podemos apreciar el estado de las válvulas del parque norte una vez que el tanque 3244 se encuentra alineado a despacho.

**Tabla 4.44: Status de Válvulas de tanque 3244 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3244</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3244   | SDV-3244A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3244B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3244C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3244D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3244E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3244F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3241   | SDV-3241A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3241E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3242   | SDV-3242A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3242E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3243   | SDV-3243A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3243E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3240   | SDV-3240A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3240E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3245   | SDV-3245A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3245E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| C: Cerrado  |                |                                |               |
| O: Abierto  |                |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3245: Tal y como se muestra en la tabla 4.45, las válvulas del parque norte tendrán el siguiente estado siempre y cuando el tanque 3245 se encuentre alineado a despacho.

**Tabla 4.45: Status de Válvulas de tanque 3245 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3245</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3245   | SDV-3245A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3245B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3245C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3245D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3245E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3245F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3241   | SDV-3241A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3241E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3242   | SDV-3242A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3242E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3243   | SDV-3243A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3243E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3244   | SDV-3244A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3244E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3240   | SDV-3240A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3240E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| C: Cerrado  |                |                                |               |
| O: Abierto  |                |                                |               |

**Fuente:** Autor

- **PARQUE SUR**

- TQ-3246: Las válvulas del parque sur tendrán el estado que se muestra en la tabla 4.46, cuando el tanque 3246 se encuentre alineado a despacho automático.

**Tabla 4.46: Status de Válvulas de tanque 3246 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3246</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3246   | SDV-3246A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3246B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3246C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3246D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3246E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3246F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3247   | SDV-3247A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3247E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3248   | SDV-3248A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3248E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3249   | SDV-3249A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3249E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3249A  | SDV-3249AA     | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3249AE     | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| C: Cerrado  |                |                                |               |
| O: Abierto  |                |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3247: Tal y como se muestra en la tabla 4.47 las válvulas del parque sur tendrán el siguiente estado cuando el tanque 3247 se encuentre alineado a despacho.

**Tabla 4.47: Status de Válvulas de tanque 3247 alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3247</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3247   | SDV-3247A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3247B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3247C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3247D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3247E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3247F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3246   | SDV-3246A      | Ingreso GLP                    | O             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3247</b> |                |                          |               |
|---|----------------|--------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>           | <b>Estado</b> |
|   | SDV-3246E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| TQ-3248   | SDV-3248A      | Ingreso GLP              | O             |
|   | SDV-3248E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| TQ-3249   | SDV-3249A      | Ingreso GLP              | O             |
|   | SDV-3249E      | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| TQ-3249A  | SDV-3249AA     | Ingreso GLP              | O             |
|   | SDV-3249AE     | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| C: Cerrado  |                |                          |               |
| O: Abierto  |                |                          |               |

Fuente: Autor

- TQ-3248: Las válvulas del parque sur estarán con el siguiente estado como se muestra en la tabla 4.48 cuando el tanque 3248 se encuentre alineado a despacho.

Tabla 4.48: Status de Válvulas de tanque 3248 alineadas para despacho automático

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3248</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3248   | SDV-3248A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3248B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3248C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3248D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3248E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3248F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3247   | SDV-3247A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3247E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3246   | SDV-3246A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3246E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3249   | SDV-3249A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3249E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3249A  | SDV-3249AA     | Ingreso GLP                    | O             |

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3248</b> |                          |               |
|---|--------------------------|---------------|
| <b>Válvula</b>                                    | <b>Tubería</b>           | <b>Estado</b> |
| SDV-3249AE  | Salida de Vapor hacia UR | O             |
| C: Cerrado  |                          |               |
| O: Abierto  |                          |               |

Fuente: Autor

- TQ-3249: Las válvulas del parque sur estarán alineadas como se indica en la tabla 4.49 cuando el tanque 3249 se encuentre alineado a despacho.

Tabla 4.49: Status de Válvulas de tanque 3249 alineadas para despacho automático

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3249</b> |                |                                |               |
|---|----------------|--------------------------------|---------------|
|   | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3249   | SDV-3249A      | Ingreso GLP                    | C             |
|   | SDV-3249B      | Salida GLP                     | O             |
|   | SDV-3249C      | Ingreso Vapor                  | O             |
|   | SDV-3249D      | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|   | SDV-3249E      | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|   | SDV-3249F      | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3247   | SDV-3247A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3247E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3248   | SDV-3248A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3248E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3246   | SDV-3246A      | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3246E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3249A  | SDV-3249AA     | Ingreso GLP                    | O             |
|   | SDV-3249AE     | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| C: Cerrado  |                |                                |               |
| O: Abierto  |                |                                |               |

Fuente: Autor

- TQ-3249 A: Como se indica en la tabla 4.50 las válvulas del parque sur tendrán el siguiente estatus cuando el tanque 3249 A se encuentre alineado al despacho.

**Tabla 4.50: Status de Válvulas de tanque 3249A alineadas para despacho automático**

| <b>ALINEACIÓN PARA EL DESPACHO DE GLP TQ-3249A</b> |                |                                |               |
|--|----------------|--------------------------------|---------------|
|  | <b>Válvula</b> | <b>Tubería</b>                 | <b>Estado</b> |
| TQ-3249A   | SDV-3249AA     | Ingreso GLP                    | C             |
|  | SDV-3249AB     | Salida GLP                     | O             |
|  | SDV-3249AC     | Ingreso Vapor                  | O             |
|  | SDV-3249AD     | Salida Vapor hacia Compresores | C             |
|  | SDV-3249AE     | Salida de Vapor hacia UR       | C             |
|  | SDV-3249AF     | Trasvase de GLP                | C             |
| TQ-3247  | SDV-3247A      | Ingreso GLP                    | O             |
|  | SDV-3247E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3248  | SDV-3248A      | Ingreso GLP                    | O             |
|  | SDV-3248E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3249  | SDV-3249A      | Ingreso GLP                    | O             |
|  | SDV-3249E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| TQ-3246  | SDV-3246A      | Ingreso GLP                    | O             |
|  | SDV-3246E      | Salida de Vapor hacia UR       | O             |
| C: Cerrado   |                |                                |               |
| O: Abierto   |                |                                |               |

Fuente: Autor

#### **4.5.INTEGRACIÓN**

El nuevo sistema sera integrado al sistema existente mediante la Red *ControlNet* agregando el nuevo nodo al arbol de comunicaciones del PLC principal.

De esta manera el PLC de procesos principal va a tener la capacidad de recoger todas las nuevas señales para ser usadas en la nueva lógica la cual va a ser adherida a la programación existente.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Las marcas más reconocidas y comerciales dentro del mercado ecuatoriano *Siemens* y *Rockwell Automation* nos presentan una gran gama de controladores con diferentes bondades tales como capacidad, ergonomía y funcionalidad lo que nos amplía la visión de la automatización de procesos.
- La Medición de presión, temperatura y nivel son parte fundamental del proceso de almacenamiento de GLP, ya que debido a sus características explosivas, su monitoreo constante durante la operación es primordial para así evitar contratiempos.
- La responsabilidad en el manejo de este derivado debe de ser máxima, un error en su manipulación podría causar un accidente que se podría lamentar. Actuando de la manera correcta y con el criterio adecuado las posibilidades de accidentes son mínimas dando así un ambiente de trabajo seguro.
- Dentro de la distribución de GLP hacia los parques de almacenamiento: norte, sur y definitivo, deben de existir válvulas de control independientes aislando de esa manera las entradas de cada parque, para mayor seguridad dentro del proceso y para un mayor control del producto recibido por parte de la fiscalización de EP Petroecuador.
- La automatización del almacenamiento y despacho de GLP en los parques norte y sur de la terminal, le dará al proceso más agilidad y seguridad. A más de eso le

significará un ahorro de personal a la empresa EP Petroecuador ya que no va a necesitar de una cantidad significativa de operadores de campo, sino más bien personal capacitado para operar desde cuarto de control la operación íntegra.

## **5.2.RECOMENDACIONES**

- En la construcción de los tableros de control, deben existir dos barras de tierra diferentes: una barra de tierra general y una barra de tierra para instrumentos. Es recomendable realizar este tipo de trabajos ya que los instrumentos poseen una electrónica muy sensible ante descargas eléctricas.
- La energía con la cual el tablero de control va a ser alimentado debe ser una energía de UPS, una energía segura necesaria para que los equipos electrónicos dentro de este no tengan inconvenientes en su funcionamiento.
- Para la operación de las válvulas neumáticas, la tubería de aire para instrumentos debe de estar en un límite entre 130 psi y de 100 psi para que el accionador pueda funcionar correctamente. Si la presión cae de 100 psi la válvula no trabajará lo que ocasionará problemas dentro del proceso.
- Para la operación con este tipo de producto es necesario que el operador se encuentre 100% concentrado en el proceso. Un error involuntario por más mínimo que sea y por mas automatizada que se encuentre la planta puede ocasionar una parada en el proceso significando pérdidas para el estado o en el peor de los casos puede ocasionar algún tipo de accidente.

## CAPÍTULO VI

### 6. BIBLIOGRAFÍA

*Ingeniería de gas.* (mayo de 2007). Recuperado el 2 de Diciembre de 2013, de <http://ingenieriadegas.blogspot.com/2007/11/gas-licuado-de-petrleo.html>

*Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minería del Perú.* (2010). Recuperado el 2 de Diciembre de 2013, de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFH/1430.htm>

*Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú.* (2011). Recuperado el 2 de Diciembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/rgrados/usos-del-glp>

*Telecentros.* (2013). Recuperado el 10 de Diciembre de 2013, de [www.telecentros.pe](http://www.telecentros.pe)

*Austrogas.* (2009). [www.austrogas.com.ec](http://www.austrogas.com.ec). Recuperado el 01 de Septiembre de 2013, de [http://www.austrogas.com.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20&Itemid=23](http://www.austrogas.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=23)

Creus, A. (1998). *Instrumentacion Industrial*. Barcelona: ALFAOMEGA.

Emerson. (Diciembre de 2011). *Emerson Process*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de <http://www2.emersonprocess.com/>

Maraña, J. C. (2005). *Instrumentacion y Control de Procesos*.

- Méndez, D. (4 de Junio de 2012). *Asesores de Riesgo y Seguridad Laboral C.A.*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/dayanadlmc/glp-13187895>
- Micro. (2007). *Automatización Micromecánica*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2013, de <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>
- Rockwell Automation. (2004). *Guía de selección de Controllogix*.
- Rockwell Automation. (2013). *Manual de Usuario de los Controladores CompactLogix 1769*.
- Rockwell Automation. (2013). *Rockwell Automation*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2013, de <http://ab.rockwellautomation.com>
- Romero, J. M. (2008). *Hidráulica y Neumática*. Mexico D.F.
- Siemens Industry. (Octubre de 2009). Recuperado el 14 de Diciembre de 2013, de [www.swe.siemens.com](http://www.swe.siemens.com)
- Siemens Industry. (2009). *Controladores Simatic*.
- Siemens Industry. (2013). *Siemens Industry*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2013, de [www.swe.siemens.com](http://www.swe.siemens.com)
- Thermal Austral. (2013). *www.thermalaustral.com*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2013, de <http://www.thermalaustral.com/productos-menores>

