



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

*En los tesoros de la sabiduría, está la glorificación de la vida*

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS  
NATURALES NO RENOVABLES.**

**CARRERA DE  
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL  
PROCESO DE EVACUADO DE GLP EN LOS CILINDROS DE  
15 KG PARA LA EMPRESA DE ECONOMÍA MIXTA  
LOJAGAS”**

Tesis previa a la obtención del  
título de:

**INGENIERO  
ELECTROMECAÁNICO.**

**AUTOR:** Rommel René Jara Paltín.

**TUTOR:** Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

**DIRECTOR:** Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

**Loja – Ecuador**

**2015.**

## CERTIFICACIÓN.

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

### CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE EVACUADO DE GLP EN LOS CILINDROS DE 15 KG PARA LA EMPRESA DE ECONOMÍA MIXTA LOJAGAS”**, previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, realizado por el señor egresado: **ROMMEL RENÉ JARA PALTÍN**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 30 de julio del 2015.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Enrique Carrión González', written over a horizontal line.

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

## AUTORÍA.

Yo **ROMMEL RENÉ JARA PALTÍN**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop on the left and a vertical stroke on the right, with a horizontal line crossing through the middle. The signature is written over a light blue circular stamp.

**Firma:** .....

**Cédula:** 110390088-0.

**Fecha:** 16 de septiembre del 2015.

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo **ROMMEL RENÉ JARA PALTÍN**, declaro ser autor de la tesis titulada: “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE EVACUACIÓN DE GLP EN LOS CILINDROS DE 15 KG PARA LA EMPRESA DE ECONOMÍA MIXTA LOJAGAS**”, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los dieciséis días del mes de septiembre del dos mil quince.



**Firma:**

**Autor:** Rommel René Jara Paltín.

**Cédula:** 110390088-0.

**Dirección:** Loja, Federico Páez e/ Av. 8 de Diciembre y Av. Velazco Ibarra.

**Correo Electrónico:** rommel.84@hotmail.com

**Teléfono:** 07-2613081

**Celular:** 0990615297.

### **DATOS COMPLEMENTARIOS.**

**Director de Tesis:** Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

**Tribunal de Grado:** Ing. Jorge Patricio Muñoz Vizhñay, Mg. Sc.

Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Ing. José Leonardo Benavides Maldonado, Mg. Sc.

## **PENSAMIENTO.**

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en resultado, un esfuerzo total es una victoria completa”

*Mahatma Gandhi.*

## **DEDICATORIA.**

Les dedico de manera muy especial este logro a mis señores padres quienes siempre han hecho lo posible aconsejando y apoyando por ver a sus hijos como profesionales.

Quiero dedicarle también este logro a mi querido hijo Alfredo David quien ha sido mi inspiración diaria para seguir adelante.

Quiero dedicarme este logro a mí mismo, porque solo uno sabe cuánto esfuerzo implica conseguir estas metas, y que este logro sea el inicio de nuevas metas en mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO.**

En primer lugar quiero agradecerles a mis padres por el apoyo brindado en mi transcurso como estudiante, por la confianza brindada, por hacerme ver que siempre hay nuevas oportunidades en la vida y por sus consejos que me impulsaron a cumplir este objetivo.

Quiero agradecerles a mis hermanos que de una u otra forma me apoyaron durante este tiempo como estudiante, pero principalmente a mi hermano Oscar que tuvo la paciencia para guiarme, aconsejarme y siempre ha estado a mi lado para apoyarme no solo en mi trayecto como estudiante sino en los inconvenientes de nuestro diario vivir.

También quiero agradecerle al Ing. Julio César Cuenca Tinitana. Mg. Sc., quien de manera desinteresada me brindó la asesoría y las herramientas necesarias para el cumplimiento de este proyecto.

Por último quiero agradecerle a la Universidad Nacional de Loja establecimiento que me abrió las puertas para formarme como profesional; a mis compañeros y amigos con quienes se compartió muchas anécdotas y experiencias y a todos los ingenieros que nos impartieron sus conocimientos como docentes.

## **TABLA DE CONTENIDOS.**

<b>CERTIFICACIÓN.</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA.</b>	<b>iii</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN.</b>	<b>iv</b>
<b>PENSAMIENTO.</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA.</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO.</b>	<b>vii</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.</b>	<b>xiii</b>
<b>NOMENCLATURA.</b>	<b>xiv</b>
<b>a. TÍTULO.</b>	<b>- 1 -</b>
<b>b. RESUMEN.</b>	<b>- 2 -</b>
<b>c. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>- 5 -</b>
c.1.- Situación problemática.	<b>- 6 -</b>
c.2.- Problema de Investigación.	<b>- 6 -</b>
c.3.- Objetivo General:	<b>- 6 -</b>
c.4.- Objetivos Específicos:	<b>- 6 -</b>
<b>d. REVISIÓN DE LITERATURA.</b>	<b>- 7 -</b>
d.1.- CAPÍTULO 1: Proceso de Envasado de GLP (Gas Licuado de Petróleo).	<b>- 7 -</b>



d.1.1.- TRANSPORTE AL GRANEL.	- 7 -
d.1.2.- DESCARGA Y ALMACENAMIENTO.	- 7 -
d.1.3.- ENVASADO.	- 8 -
d.1.4.- CONTROL DEL PESO.	- 8 -
d.1.5.- HERMETIZADO DE LOS CILINDROS.	- 9 -
d.1.6.- COLOCACIÓN DEL SELLO DE SEGURIDAD.	- 9 -
d.1.7.- TRANSPORTE DE G.L.P. EN CILINDROS.	- 9 -
d.2.- CAPÍTULO 2: Normas a seguir para el Sistema de Envasado de GLP.	- 10 -
d.2.1- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440:1984 Colores e identificación de tuberías.	- 10 -
d.2.2.- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 537:1987 Prevención de incendios. Requisitos de seguridad en plantas de almacenamiento y envasado de gas licuado de petróleo (GLP).	- 17 -
d.2.3.- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 536:98 Prevención de incendios, Requisitos de Seguridad para operaciones de trasvase de Gas Licuado de Petróleo(GLP).	- 28 -
d.3.- CAPÍTULO 3: Sistemas de Control mediante autómatas programables.	- 45 -
d.3.1.- Definiciones:	- 45 -
d.3.2.- Sistemas de control.	- 46 -
d.3.3.- Componentes básicos.	- 53 -
<b>e. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	<b>- 67 -</b>
e.1.- Materiales.	- 67 -
e.2.- Metodología.	- 67 -
<b>f. RESULTADOS.</b>	<b>- 69 -</b>
f.1. Diagrama de Flujo del sistema SCADA propuesto.	- 69 -
f.2. Descripción del proceso de evacuado de GLP en cilindros de 15 kg.	- 70 -
f.2.1. Proceso de evacuado de GLP con el sistema existente.	- 70 -

f.2.2. Propuesta de diseño.	- 73 -
f.3. Esquema de conexión de equipos.	- 75 -
f.3.1. Conexión a tierra de los equipos.	- 75 -
f.3.2. Conectar a la red la Fuente de alimentación y el PLC.	- 75 -
f.3.3. Conectar los módulos de entradas I y salidas Q.	- 76 -
f.3.4. Conectar los Sensores de nivel y caudal.	- 77 -
f.4. Programación del PLC.	- 78 -
f.4.1. Tabla de entradas digitales.	- 78 -
f.4.2. Tabla de marcas internas.	- 79 -
f.4.3. Tabla de salidas.	- 80 -
f.4.4. Señales análogas.	- 80 -
f.4.5. Bloque de programa.	- 82 -
f.4.6. Diseño de pantallas de control.	- 94 -
f.5. Evaluación Económica.	- 100 -
f.5.1. Lista de equipos.	- 100 -
f.5.2. Presupuesto.	- 101 -
f.5.3. Fórmulas de cálculo.	- 102 -
<b>g. DISCUSIÓN.</b>	<b>- 104 -</b>
<b>h. CONCLUSIONES.</b>	<b>- 105 -</b>
<b>i. RECOMENDACIONES.</b>	<b>- 106 -</b>
<b>j. BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>- 107 -</b>
<b>k. ANEXOS.</b>	<b>- 108 -</b>
k.1.- Especificaciones Técnicas de los equipos.	- 108 -
k.2.- Análisis de Precios Unitarios.	- 126 -

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>FIGURA 1:</b> Tanques estacionarios para almacenamiento de GLP	- 7 -
<b>FIGURA 2:</b> Carrusel de envasado de cilindros de 15 kg.	- 8 -
<b>FIGURA 3:</b> Control de peso de los cilindros de 15 kg.	- 8 -
<b>FIGURA 4:</b> Rótulos para identificación de fluidos.	- 15 -
<b>FIGURA 5:</b> Sistema de control lazo cerrado	- 47 -
<b>FIGURA 6:</b> Sistema de control lazo abierto.	- 47 -
<b>FIGURA 7:</b> Ejemplo de control TODO-NADA.	- 49 -
<b>FIGURA 8:</b> Sistema de control SCADA.	- 50 -
<b>FIGURA 9:</b> Esquema básico de un SCADA.	- 52 -
<b>FIGURA 10:</b> Tipos de Sensores.	- 54 -
<b>FIGURA 11:</b> Sensor final de carrera.	- 55 -
<b>FIGURA 12:</b> Sensor tipo Coriolis.	- 57 -
<b>FIGURA 13:</b> Medición de Nivel tipo capacitivo.	- 58 -
<b>FIGURA 14:</b> Transmisor SITRANS P500.	- 59 -
<b>FIGURA 15:</b> PLC Siemens S7-300.	- 60 -
<b>FIGURA 16:</b> Servomotor neumático.	- 61 -
<b>FIGURA 17:</b> Válvula de cierre con actuador neumático.	- 61 -
<b>FIGURA 18:</b> Cilindro neumático simple efecto.	- 62 -
<b>FIGURA 19:</b> Cilindro neumático doble efecto.	- 63 -
<b>FIGURA 20:</b> Válvula activada por solenoide.	- 63 -
<b>FIGURA 21:</b> Electroválvula biestable.	- 64 -
<b>FIGURA 22:</b> Programación LADDER.	- 65 -
<b>FIGURA 23:</b> Conexión HART y conexión PROFIBUS.	- 66 -
<b>FIGURA 24:</b> Diagrama de flujo del sistema propuesto.	- 69 -
<b>FIGURA 25:</b> Diferencia de presiones.	- 70 -
<b>FIGURA 26:</b> Trasvase hacia tanque 1.	- 71 -
<b>FIGURA 27:</b> Trasvase hacia tanque 2.	- 72 -
<b>FIGURA 28:</b> Ubicación de equipos.	- 74 -

<b>FIGURA 29:</b> Protección a tierra física.	- 75 -
<b>FIGURA 30:</b> Cableado a la red de alimentación.	- 75 -
<b>FIGURA 31:</b> Conexión de entradas.	- 76 -
<b>FIGURA 32:</b> Cableado de conectores frontales.	- 76 -
<b>FIGURA 33:</b> Rotulado de módulos.	- 77 -
<b>FIGURA 34:</b> Conexión de transmisores a tierra.	- 77 -
<b>FIGURA 35:</b> Conexión de transmisores a la red de tensión y red de datos.	- 78 -
<b>FIGURA 36:</b> Encendido del compresor.	- 82 -
<b>FIGURA 37:</b> Activación de válvula 2.	- 83 -
<b>FIGURA 38:</b> Activación de válvula 5.	- 83 -
<b>FIGURA 39:</b> Activación de marca de caudalímetro.	- 85 -
<b>FIGURA 40:</b> Activación de válvula de cuatro vías.	- 86 -
<b>FIGURA 41:</b> Activación de válvula 1.	- 87 -
<b>FIGURA 42:</b> Activación de sensor de nivel.	- 89 -
<b>FIGURA 43:</b> Activación de cabezales de envasado.	- 90 -
<b>FIGURA 44:</b> Activación de marca de caudalímetro.	- 92 -
<b>FIGURA 45:</b> Activación de válvula 3.	- 93 -
<b>FIGURA 46:</b> Activación de válvula 4.	- 94 -
<b>FIGURA 47:</b> Compilación de programación de PLC.	- 94 -
<b>FIGURA 48:</b> Cargar programa en PLC simulable.	- 95 -
<b>FIGURA 49:</b> Conexión ONLINE entre el PLC y PLCSim.	- 95 -
<b>FIGURA 50:</b> Módulos de simulación de PLCSim.	- 96 -
<b>FIGURA 51:</b> Estado RUN del programa.	- 96 -
<b>FIGURA 52:</b> Diseño de pantalla de control HMI.	- 97 -
<b>FIGURA 53:</b> Programación de visibilidad de elementos.	- 97 -
<b>FIGURA 54:</b> Programación de eventos de imágenes.	- 98 -
<b>FIGURA 55:</b> Mensaje de inicio de simulación.	- 98 -
<b>FIGURA 56:</b> Simulación con WinCC.	- 99 -

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1:</b> Clasificación de los fluidos.	- 11 -
<b>Tabla 2:</b> Definición de los colores de identificación.	- 12 -
<b>Tabla 3:</b> Números característicos para identificación de fluidos en tuberías.	- 13 -
<b>Tabla 4:</b> Tamaño de escritura sobre tubería.	- 15 -
<b>Tabla 5:</b> Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a zonas externas a la planta (m).	- 23 -
<b>Tabla 6:</b> Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a tanques de oxígeno e hidrógeno (m).	- 23 -
<b>Tabla 7:</b> Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a otras áreas de la planta (m).	- 24 -
<b>Tabla 8:</b> Reserva mínima de agua para incendios.	- 26 -
<b>Tabla 9:</b> Distancias mínimas que deben existir entre el punto de trasvase y diversas exposiciones.	- 29 -
<b>Tabla 10:</b> Valores máximos permitidos para el índice gravimétrico de llenado ( $I_{m\acute{a}x}$ ) %.	- 38 -
<b>Tabla 11:</b> Índices volumétricos de llenado ( $I_{v\acute{m}a\acute{x}}$ ) para recipientes sobre el nivel del terreno de capacidad inferior a 4.5 m <sup>3</sup> .	- 40 -
<b>Tabla 12:</b> Índices volumétricos de llenado ( $I_{v\acute{m}a\acute{x}}$ ) para recipientes sobre el nivel del terreno de capacidad inferior a 4.5 m <sup>3</sup> .	- 41 -
<b>Tabla 13:</b> Índices volumétricos de llenado ( $I_{v\acute{m}a\acute{x}}$ ) para recipientes para recipientes enterrados de cualquier capacidad.	- 42 -
<b>Tabla 14:</b> Descripción de los equipos.	- 73 -
<b>Tabla 15:</b> Entradas digitales.	- 79 -
<b>Tabla 16:</b> Marcas Internas.	- 79 -
<b>Tabla 17:</b> Salidas digitales.	- 80 -
<b>Tabla 18:</b> Señales análogas.	- 81 -
<b>Tabla 19:</b> Equipos incorporados.	- 100 -
<b>Tabla 20:</b> Presupuesto unificado.	- 101 -

## **NOMENCLATURA.**

<b>GLP</b>	Gas Licuado de Petróleo.
<b>NTE</b>	Normas Técnicas Ecuatorianas.
<b>INEN</b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
<b>ASME</b>	The American Society of Mechanical Engineers. Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association. Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.
<b>NA</b>	Normalmente abierto.
<b>NC</b>	Normalmente cerrado.
<b>SCADA</b>	Supervisory Control And Data Adquisition. Supervisión, Control y Adquisición de Datos.
<b>HMI</b>	Human Machine Interface.
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller. Controlador Lógico Programable.
<b>OPC</b>	Object Linking and Embedding. Enlace e Incrustación de Objetos.
<b>OSI</b>	Open Systems Interconnections. Protocolo de comunicaciones abierto.
<b>PROFIBUS</b>	Red de comunicaciones abierta.
<b>HART</b>	Highway Addressable Remote Transducer. Protocolo de comunicaciones híbrido.
<b>APU</b>	Análisis de precios unitarios.

**a. TÍTULO.**

“Diseño de un sistema de automatización del proceso de evacuación de GLP en los cilindros de 15 kg para la Empresa de Economía mixta LojaGas”

## **b. RESUMEN.**

En el presente proyecto de titulación se ha implementado un sistema supervisor para el proceso de evacuación de GLP en los cilindros de 15 kg para la empresa de economía mixta LojaGas; con el fin de poder controlar y monitorear dicho proceso desde un ordenador, utilizando un controlador lógico programable (PLC).

Una de las herramientas principales para este diseño ha sido el software TIA Portal V13 ya que en el radica la programación del PLC así como el diseño y la programación de las pantallas de control HMI; como software de respaldo podemos citar al S7-PLCSIM, el cual nos ha servido para poder simular la programación realizada al PLC; el software AutoCAD<sup>®</sup> nos ha permitido realizar los planos de la instalación del diseño.

Dentro de los instrumentos o equipos que se ha seleccionado para este diseño, el PLC cumple un papel fundamental dentro del proceso, ya que la activación o desactivación de actuadores y elementos finales de control se da gracias a la programación del PLC, la cual cumple con una secuencia lógica del proceso.

Además cada uno de los equipos de medición de caudal y de nivel cumplen con las normativas para instalaciones de envasado de GLP; también se adicionaron varios equipos como pantallas HMI, cilindros neumáticos, válvulas de flujo, electroválvulas, reguladores neumáticos entre otros para poder lograr un sistema automatizado del proceso de evacuado de GLP pero siempre bajo con la supervisión de un operario de la planta.

Para nuestro medio es muy costoso conseguir equipos antichispa por lo que para este diseño se ha creído conveniente utilizar módulos o cajas antiexplosivas dentro de los cuáles se encontrarán instalados aquellos equipos que no cumplan con esta norma antiexplosiva. Por último se ha realizado un presupuesto de instalación del diseño planteado, haciendo un estudio de costos de equipo, mano de obra y materiales, por medio de la realización de análisis de precios unitarios (APU) y así tener un valor estimado de la inversión que tendría que realizar la empresa LojaGas.



## **ABSTRACT.**

The present project was included in a supervisor system for the evacuation liquefied petroleum gas (LPG) in the 15 kg tanks which belong to the mix economy company named LojaGas; the porpoise of this project is to be able to control and monitor this process from a computer, using for that a programmable logic controller.

One of the main tools for this design has been the TIA Portal V13 for the possibility of programing of the PLC as well as the programming design of the HMI screens; As a backup software, we can talk about the S7-PLCSIM; which has been used to simulate the performed programing to the PLC; the AutoCAD<sup>®</sup> software has allowed us to perform the installation drawings design.

The equipment that has been selected for this design, the PLC shows that is a very good tool because it has an important role on the general process, since the activation or deactivation of the actuators and final control elements is given by the programming of the PLC, which performs the logic sequence of the process.

Besides, each one of the flow and level measure equipment, are conducted by the rules for the LPG packing installations; also, it was added several equipment as HMI screen, pneumatic cylinders, flow valves, electrovalves, pneumatic regulators and others to accomplish an automatized system of the evacuee process of the LPG, but always at the supervision of the trained staff.

The environment in which we live, trying to buy an antispark equipment is too expensive, that is the reason why we consider important to use modules o flameproof boxes that inside of them are installed those equipment that don't perform with this flameproof rule. Al last, it was made an installation budget of the shown design, making an cost study, workforce and materials, using for that the unit prices analysis (UPA) and having an estimated price of the investment that the LojaGas company has to make.

Por medio del presente yo Lic. Pedro Fernando Loaiza Jaramillo con cédula de ciudadanía N° 110430705-1 con título de Licenciado en Idioma Inglés.

**CERTIFICO:**

Que el documento que antecede es traducción fiel y completa al idioma inglés, de la sección RESUMEN del trabajo de tesis denominado “Diseño de un sistema de automatización del proceso de evacuación de GLP en los cilindros de 15 kg para la Empresa de Economía mixta LojaGas”, redactado en idioma español,

Se expide el presente Certificado al interesado Sr. Rommel René Jara Paltín, autorizando el uso del presente escrito en lo que estime conveniente.

Muy atentamente.



.....  
Lic. Pedro Fernando Loaiza Jaramillo.

### **c. INTRODUCCIÓN.**

La Compañía de Economía Mixta LOJAGAS fue constituida en la ciudad de Loja el 8 de diciembre de 1990 a lo largo de su vida productiva ha adquirido diversas máquinas y equipos. Pero en los últimos años ha logrado establecerse como el único proveedor y distribuidor de cilindros envasados con GLP en la provincia, teniendo que aumentar su producción radicalmente, lo que conlleva a mejorar su planta envasadora y automatizar su producción, para disminuir tiempos muertos de producción disminuyendo mano obra innecesaria y así dando agilidad en sus procesos, mejorar los parámetros de calidad de sus productos, para que así de una forma u otra, tratar de ser más competitivos y dar un excelente servicio a sus consumidores.

El automatizar las instalaciones de una fábrica o empresa en muchas ocasiones puede resultar una inversión muy elevada, pero al mejorar la calidad y velocidad de producción ésta inversión se puede amortizar en un tiempo razonable y conveniente para la empresa, siempre y cuando se realice un plan de producción y mantenimiento que permita obtener el mayor beneficio posible a la inversión realizada.

Para éste trabajo de tesis se ha tenido en cuenta los conocimientos adquiridos en nuestra trayectoria como estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, y también el apoyo académico por parte de los docentes de la carrera. Y así, poder realizar un trabajo acorde a las expectativas que la sociedad demanda de nosotros como profesionales.

Además para poder elaborar el siguiente trabajo de tesis se cuenta con el permiso de acceso a la planta envasadora de cilindros LojaGas, información por parte de los técnicos de la planta, información bibliográfica, apoyo académico por parte de los docentes de nuestra carrera, la disponibilidad del tiempo y los conocimientos correspondientes sobre el tema de investigación.

La planta envasadora LojaGas al momento tiene automatizado el proceso de envasado de los cilindros de 15 kg, pero la colocación del sello de seguridad, el control de fugas, así también el retiro del cilindro de la cadena transportadora, todo el proceso de evacuado del GLP y el retiro de la válvula son actividades que las realiza un operario, por lo que el siguiente proyecto tiene como fin automatizar únicamente el proceso de evacuado del GLP, mas no el retiro del cilindro de la cadena transportadora y el retiro de la válvula del

cilindro; estableciendo así los límites para el diseño, por lo que este proyecto serviría como un elemento más en la labor de automatizar toda la planta envasadora de GLP LojaGas.

#### **c.1.- Situación problemática.**

Después de revisar la válvula del cilindro, y si ésta presenta fugas se procede a retirar la misma y a evacuar el GLP del cilindro. La evacuación del GLP de los cilindros de 15 kg se lo realiza en un proceso basado únicamente en la intuición y la experiencia del operador, el factor determinante en el que radica la problemática de este proceso se manifiesta en la ausencia de un sistema de control tanto como para saber cuándo el cilindro se ha evacuado por completo, o el momento en que se deba realizar la apertura y cierre de las válvulas así como el encendido del compresor para la recuperación del GLP evacuado de los cilindros lo cual conlleva a realizar todo el proceso de forma manual.

#### **c.2.- Problema de Investigación.**

Seleccionar adecuadamente bajo el cumplimiento de las normativas de envasado de GLP, los accesorios y componentes idóneos que serán utilizados en el diseño de automatización del proceso de evacuación de GLP en los cilindros de 15 kg.

#### **c.3.- Objetivo General:**

Realizar un diseño totalmente automatizado de un sistema de evacuación de GLP en los cilindros de 15 kg para la planta envasadora de la Empresa de Economía mixta LOJAGAS.

#### **c.4.- Objetivos Específicos:**

- Ejecutar un levantamiento del proceso de evacuación de GLP de los cilindros de 15 kg de la empresa de Economía mixta LOJAGAS.
- Proponer un sistema de automatización para el proceso de vaciado de GLP en los cilindros de 15 kg mediante la incorporación de un sistema SCADA.
- Realizar una valoración técnico-económica del sistema de evacuación de GLP de los cilindros de 15 kg, diseñado para la Empresa de Economía mixta LOJAGAS.

## **d. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **d.1.- CAPÍTULO 1: Proceso de Envasado de GLP (Gas Licuado de Petróleo).**

La empresa utiliza el GLP como producto que se encuentra en condiciones finales para el envasado en los cilindros, razón por la cual el procedimiento se reduce básicamente a:

#### **d.1.1.- TRANSPORTE AL GRANEL.**

Se realiza desde la ciudad de Guayaquil ("El Salitral") mediante autotanques, los mismos que recorren la vía normal haciendo un recorrido de 417 km. Si por algún motivo varía el sistema de distribución, el transporte se vería afectado por lo que sería motivo de análisis técnico y económico.

Requisito fundamental para el despacho del producto en "El Salitral" es la "orden de carga", documento que se le entrega al transportista en la planta envasadora; a su vez, en "El Salitral" debe entregar la orden y recibir el producto y el "comprobante de despacho" del G.L.P.

#### **d.1.2.- DESCARGA Y ALMACENAMIENTO.**

Una vez que el autotanque ha ingresado a la Planta Envasadora con los requisitos de seguridad, pasa a la isla de descarga y entrega el "Comprobante de Despacho". Previo a la descarga, el operador verifica los datos, los registra e inicia la operación de descarga mediante la presurización del autotanque utilizando un compresor que envía el producto a los tanques de almacenamiento.



**FIGURA 1:** Tanques estacionarios para almacenamiento de GLP

**FUENTE:** [www.lojagas.com](http://www.lojagas.com).

#### **d.1.3.- ENVASADO.**

De los tanques de almacenamiento, mediante un sistema de bombeo se inyecta GLP a la envasadora, llegando a las máquinas de llenado del carrusel y estacionarias para su envasado respectivo en los cilindros.

Para el caso del carrusel, se introduce y retiran los cilindros por medio de una cadena de transporte; y en las máquinas de llenado estacionario se lo realiza en forma semiautomática.

El proceso de llenado consiste en la verificación de la tara del cilindro a cuyo valor se le suma el peso del GLP, luego se llena el envase hasta que la máquina estacionaria (balanza) corta automáticamente una vez que se haya completado el peso establecido.



**FIGURA 2:** Carrusel de envasado de cilindros de 15 kg.

**FUENTE:** [www.lojagas.com](http://www.lojagas.com)

#### **d.1.4.- CONTROL DEL PESO.**

Después que ha sido llenado el cilindro se procede a verificar su peso exacto dentro de los márgenes de tolerancia. En el caso del carrusel este control se lo hace a la salida del mismo y para las máquinas estacionarias se lo revisa permanentemente.



**FIGURA 3:** Control de peso de los cilindros de 15 kg.

**FUENTE:** [www.lojagas.com](http://www.lojagas.com)

#### **d.1.5.- HERMETIZADO DE LOS CILINDROS.**

Los cilindros después de tener el peso exacto pasan al proceso de hermetizado. La Planta lo realiza en forma manual con agua jabonosa. En caso de que el cilindro presente fugas, se lo retira para ser evacuado y sometido al mantenimiento correctivo de su defecto.

Para mejorar este procedimiento, la empresa dentro del proyecto objeto de estudio ha considerado prioritario la construcción de un estanque para el sistema de inmersión del cilindro.

#### **d.1.6.- COLOCACIÓN DEL SELLO DE SEGURIDAD.**

De acuerdo al nuevo reglamento se exige la colocación de este sello sobre la válvula. Tal procedimiento se realizará en forma manual una vez que el cilindro haya cumplido con las condiciones de calidad y cantidad del GLP envasado y las condiciones de seguridad y aptitud para la circulación del cilindro.

#### **d.1.7.- TRANSPORTE DE G.L.P. EN CILINDROS.**

El transporte de GLP en cilindros se lo realiza en vehículos medianos de propiedad de la empresa, previamente calificados para ese objetivo, los que se encargan de entregar el producto en el Centro de Distribución y a los Distribuidores que mantiene la empresa dentro de la ciudad.

El transporte de GLP en cilindros hacia cantones y parroquias rurales de la zona de influencia de "LOJAGAS", lo efectúan directamente los distribuidores con quienes la empresa mantiene contratos de comercialización. ([Loj14](#)).

## **d.2.- CAPÍTULO 2: Normas a seguir para el Sistema de Envasado de GLP.**

### **d.2.1- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 440:1984 Colores e identificación de tuberías.**

#### **d.2.1.1.- OBJETO.**

Esta norma define los colores, su significado y aplicación, que deben usarse para identificar tuberías que transportan fluidos, en instalaciones en tierra y a bordo de barcos.

#### **d.2.1.2.- ALCANCE.**

Esta norma se aplica según la importancia de las tuberías que se marcará y a la naturaleza del fluido, de acuerdo a una de las modalidades siguientes:

- Solamente por los colores de identificación.
- Mediante el color de identificación y nombre del fluido.
- Mediante el color de identificación, nombre del fluido, indicaciones de código.

#### **d.2.1.3.- TERMINOLOGÍA.**

##### **d.2.1.3.1.- Color de tubería.**

Cualquiera de los definidos en esta norma utilizados para tuberías.

##### **d.2.1.3.2.- Tubo/tubería.**

Para efectos de esta norma, cualquier conducto para fluidos con su recubrimiento exterior, incluyendo accesorios, válvulas, etc.

##### **d.2.1.3.3.- Fluido.**

Para efectos de esta norma, toda sustancia líquida o gaseosa que se transporta por tuberías.

#### **d.2.1.4.- DISPOSICIONES GENERALES.**

##### **d.2.1.4.1.- Clasificación de los Fluidos.**

Los fluidos transportados por tuberías se dividen, para efectos de identificación, en diez categorías, a cada una de las cuales se les asigna un color específico, según la Tabla 1.



**Tabla 1:** Clasificación de los fluidos.

FLUIDO	CATEGORÍA	COLOR
Agua	1	Verde
Vapor de Agua	2	Gris-plata
Aire y oxígeno	3	Azul
Gases Combustibles	4	Amarillo ocre
Gases no Combustibles	5	Amarillo ocre
Ácidos	6	Anaranjado
Álcalis	7	Violeta
Líquidos Combustibles	8	Café
Líquidos no Combustibles	9	Negro
Vacío	0	Gris
Agua o vapor contra incendios	-	Rojo de seguridad
GLP(gas licuado de petróleo)	-	Blanco

Fuente: NTE INEN 440:1984

#### **d.2.1.4.2.- Colores de Identificación.**

Los colores de identificación para tuberías se definen en la Tabla 2, en función de las coordenadas cromáticas CIE y el factor de luminancia ( $\beta$ ), y se incluye una muestra de cada color.

El color de identificación indica la categoría a la que pertenece el fluido conducido en la tubería. Se aplicará según una de las modalidades:


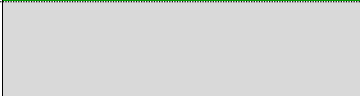

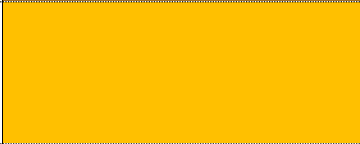

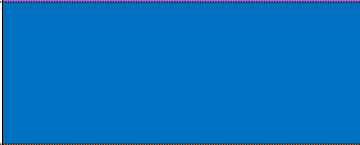


- Sobre la tubería en su longitud total,
- Sobre la tubería como banda (mínimo 150 mm de longitud dependiendo del diámetro del tubo).

La aplicación del color puede efectuarse por pintado o mediante bandas adhesivas alrededor del tubo.

En caso de usarse bandas, el color decorativo o protector de la tubería no deberá ser ninguno de los colores de identificación.

En caso de no pintarse la tubería totalmente, las bandas en el color de identificación deberán situarse en todas las uniones, a ambos lados de las válvulas, en dispositivos de servicio, tapones, penetraciones en paredes, y otros sitios donde tenga sentido la identificación del fluido.

**Tabla 2:** Definición de los colores de identificación.

COLOR	COORDENADAS CIE	MUESTRA
Verde	$y > -0.1x + 0.412$ $y > 2.8x + 0.052$ $y < 0.474 - 0.1x$ $x > 0.357 - 0.15y$ $0.09 < \beta < 0.17$	
Gris-plata	$0.09 < \beta < 0.17$	
Café	$x > 0.545 - 0.35y$ $y > 0.19x + 0.257$ $x < 0.588 - 0.25y$ $y < 0.39x + 0.195$ $0.09 < \beta < 0.17$	
Amarillo-ocre	$y > 0.840 - 1.07x$ $y > 0.77x + 0.075$ $y < 0.823 - 0.94x$ $y < x + 0.006$ $0.30 < \beta < 0.45$	
Violeta	$y < 0.17 + 0.223x$ $y < 2.6x - 0.49$ $y > 0.25x + 0.185$ $y > 7x - 1.854$ $0.36 < \beta < 0.50$	
Azul	$y < 0.550 - x$ $y < 0.64x - 0.118$ $y > 0.994 - 3x$ $y > 0.94x + 0.024$ $0.36 < \beta < 0.50$	
Anaranjado	$y > 0.380$ $y > 0.204 + 0.362x$ $x < 0.669 - 0.294y$ $0.224 < \beta$	
Gris	$\beta > 0.75$	

**Fuente:** NTE INEN 440:1984

El cuerpo y órganos de accionamiento de las válvulas pueden pintarse también con el color de identificación.

#### **d.2.1.4.3.- Indicaciones de código.**

El fluido transportado por una tubería queda identificado por el color, en cuanto a la categoría y por el nombre del fluido (ver Tabla 1).

Adicionalmente se podrá identificar el fluido mediante:

- Fórmula química,

- Número de identificación según la Tabla 03.

El número de identificación de la Tabla 03 consta del número que indica la categoría de fluido y, además, especifica con la segunda cifra la naturaleza exacta del fluido. La numeración a continuación del punto podrá ampliarse en caso de necesidad interna de cada usuario. Deberá, sin embargo, respetarse los significados ya asignados a los números que se incluyen en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Números característicos para identificación de fluidos en tuberías.

N°	CLASE DE FLUIDO.
<b>1</b>	<b>AGUA</b>
1.0	Agua potable
1.1	Agua impura
1.3	Agua utilizable, agua limpia
1.4	Agua destilada
1.5	Agua a presión, cierre hidráulico
1.6	Agua de circuito
1.7	Agua pesada
1.8	Agua de mar
1.9	Agua residual
1.10	Agua de condensación
<b>2</b>	<b>VAPOR DE AGUA</b>
2.0	Vapor de presión nominal hasta 140 kPa.
2.1	Vapor saturado de alta presión
2.2	Vapor recalentado de alta presión
2.3	Vapor de baja presión
2.4	Vapor sobrecalentado
2.5	Vapor de vacío (con presión absoluta)
2.6	Vapor en circuito
2.9	Vapor de descarga
	} Con indicación de la presión y/o de la temperatura
<b>3</b>	<b>AIRE Y OXÍGENO</b>
3.0	Aire fresco
3.1	Aire comprimido (indicar la presión)
3.2	Aire caliente
3.3	Aire purificado (acondicionado)
3.6	Aire de circulación, aire de barrido
3.7	Aire de conducción
3.8	Oxígeno
3.9	Aire de escape
<b>4</b>	<b>GASES COMBUSTIBLES-INCLUSO GASES LICUADOS</b>
4.0	Gas de alumbrado
4.1	Acetileno
4.2	Hidrógeno y gases conteniendo H <sub>2</sub>
4.3	Hidrocarburos y sus derivados
4.4	Monóxido de carbono y gases conteniendo CO
4.5	Gases de mezcla (gases técnicos)
4.6	Gases inorgánicos NH <sub>3</sub> ; H <sub>2</sub> S
4.7	Gases calientes para fuerza motriz
4.8	Gas licuado de petróleo-GLP (ver nota 1)
4.9	Gases de escape combustible
<b>NOTA 1:</b> GLP en estado gaseoso se identifica con el color amarillo; en estado líquido con el color blanco. El número característico es en todo caso el 4.8.	
<b>5</b>	<b>GASES NO COMBUSTIBLES-INCLUSO GASES LICUADOS</b>
5.0	Nitrógeno y gases conteniendo nitrógeno
5.1	Gases inertes
5.2	Dióxido de carbono y gases conteniendo CO <sub>2</sub> .

5.3	Dióxido de azufre y gases conteniendo SO <sub>2</sub> .
5.4	Cloro y gases conteniendo cloro
5.5	Otros gases inorgánicos
5.6	Mezclas de gases
5.7	Derivados de hidrocarburos (halógenos y otros)
5.8	Gases de calefacción no combustibles
5.9	Gases de escape no combustible
<b>6</b>	<b>ÁCIDOS</b>
6.0	Ácido sulfúrico
6.1	Ácido clorhídrico
6.2	Ácido nítrico
6.3	Otros ácidos inorgánicos
6.4	Ácidos orgánicos
6.5	Soluciones salinas ácidas
6.6	Soluciones oxidantes
6.9	Descarga de soluciones ácidas
<b>7</b>	<b>ÁLCALIS</b>
7.0	Sosa cáustica
7.1	Agua amoniacal
7.2	Potasa cáustica
7.3	Lechada de cal
7.4	Otros líquidos inorgánicos alcalinos
7.5	Líquidos orgánicos alcalinos
7.9	Descarga de soluciones alcalinas
<b>8</b>	<b>LÍQUIDOS COMBUSTIBLES</b>
8.0	} <i>(Ver nota 2)</i>
8.1	
8.2	
8.3	
8.4	Grasas y aceites no comestibles
8.5	Otros líquidos orgánicos y pastas
8.6	Nitroglicerina
8.7	Otros líquidos: también metales líquidos
8.8	Grasas y aceites comestibles
8.9	Combustible de descarga
<b>9</b>	<b>LÍQUIDOS NO COMBUSTIBLES</b>
9.0	Alimentos y bebidas líquidas
9.1	Soluciones acuosas
9.2	Otras soluciones
9.3	Maceraciones acuosas(malta remojada)
9.4	Otras maceraciones
9.5	Gelatina (cola)
9.6	Emulsiones y pastas
9.7	Otros líquidos
9.9	Descarga no combustible
<b>NOTA 2:</b> Números característicos reservados para líquidos inflamables cuya clasificación se establece en la Norma INEN 1 076	
<b>0</b>	<b>VACÍO</b>
0.0	Vacío industrial – de presión atmosférica a 600 Pa
0.1	Vacío técnico – de 600 Pa a 0.133 Pa
0.2	Alto vacío – inferior a 0.133 Pa
0.9	Ruptura de vacío

Fuente: NTE INEN 440:1984

#### d.2.1.4.4.- Indicaciones Adicionales.

En caso pertinente, deberán identificarse, además, las siguientes características del fluido transportado o de las tuberías:

- Presión en Pascales.

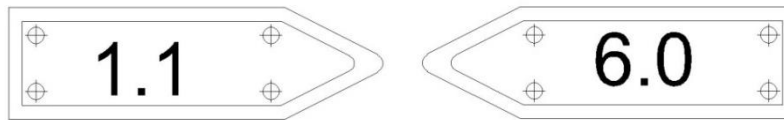
- Temperatura en grados centígrados.
- Otros parámetros propios del fluido (acidez, concentración, densidad, etc.).
- Radiactividad, mediante el símbolo normalizado.
- Peligro biológico, mediante el símbolo normalizado.
- Otros riesgos, mediante símbolos y colores de seguridades normalizadas, (inflamabilidad, baja altura de la tubería, toxicidad, etc.).

**d.2.1.4.5.- Aplicación de indicaciones de código e indicaciones adicionales.**

La señalización de las indicaciones de código y de las indicaciones adicionales se efectuarán, según convenga, de acuerdo a una de las modalidades siguientes:

Sobre la tubería.

Sobre placas rectangulares o cuadradas adosadas a la tubería, normalizadas por el INEN o modificadas según figura 4.



**FIGURA 4:** Rótulos para identificación de fluidos.

**FUENTE:** NTE INEN 440:1984

Las indicaciones escritas sobre la tubería o sobre las placas deben ser claramente legibles en idioma español, pintadas en color contraste sobre el color de identificación de la tubería.

Los caracteres escritos deben corresponder con los normalizados en el Código INEN 2. Código de Práctica para Dibujo Técnico Mecánico.

Las indicaciones sobre la tubería tendrán las alturas mínimas de acuerdo al diámetro del tubo, según se establece en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Tamaño de escritura sobre tubería.

Diámetro de tubería (mm)	Hasta						Más de
	30	60	80	130	160	240	240
Altura de la escritura (mm)	12.5	20	25	40	50	63	100

**Fuente:** NTE INEN 440:1984

El tamaño de los rótulos, tanto rectangulares como cuadrados, así como la escritura que debe utilizarse en los mismos, se escogerá de modo que se cumpla la condición establecida en la Norma INEN 439.

Las indicaciones mediante símbolos de seguridad, en especial la indicación de radiación ionizante y la indicación de peligro biológico se aplicarán como sigue:

- Para tuberías de diámetro menor a 50 mm, solamente mediante placas que lleven la señal de seguridad.
- Para tuberías con diámetro desde 50 mm en adelante, mediante placas que lleven la señal de seguridad o por aplicación directa de la señal sobre la tubería.
- En todo caso, la señal de seguridad debe colocarse inmediatamente a la zona con el color de identificación y no debe interferir con otras indicaciones, ya sea en placas o sobre la tubería.

Los símbolos de seguridad pueden incluirse en las placas que llevan las indicaciones escritas, no debiendo interferir con éstas.

Las indicaciones mediante colores de seguridad se aplicarán de tal modo que no interfieran con otras indicaciones ni con el color de identificación (indicación de tuberías a baja altura, por ejemplo).

#### **d.2.1.4.6.- Dirección de flujo.**

La dirección de flujo se indicará mediante flechas pintadas con uno de los colores de contraste sobre la tubería, cuando el color de identificación y las indicaciones han sido aplicados sobre la tubería. En caso de utilizarse placas, se indicará la dirección de flujo por modificación del rectángulo básico, según la figura 4.

Para sistemas de circuito cerrado se indicarán el flujo y retorno, mediante las palabras Flujo y Retorno o mediante las abreviaciones F y R, respectivamente.

Las tuberías destinadas a transportar agua, vapor u otros fluidos utilizados para la extinción de incendios, se identificarán en toda su longitud mediante el color rojo de seguridad, incluyendo accesorios y válvulas. (NTE INEN, 1984).

**d.2.2.- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 537:1987 Prevención de incendios. Requisitos de seguridad en plantas de almacenamiento y envasado de gas licuado de petróleo (GLP).**

**d.2.2.1.- OBJETO.**

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las plantas de almacenamiento y envasado de gas licuado de petróleo (GLP), con unidades de almacenamiento estacionarias, para salvaguardar la seguridad y reducir el riesgo de incendio y/o explosión.

**d.2.2.2.- ALCANCE.**

Esta norma se aplica a todas las instalaciones de GLP, en tanques estacionarios de almacenamiento y/o plantas de envasado.

**d.2.2.3.- DEFINICIONES.**

Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:

Se considera como áreas de peligro: el patio de tanques, la sala de bombas y compresores, las estaciones para cargar y descargar el GLP y la plataforma de envasado, áreas de carga y descarga de cilindros y todas las instalaciones eléctricas del área.

**d.2.2.4.- REQUISITOS.**

**d.2.2.4.1.- Diseño y construcción de tanques de almacenamiento.**

Los tanques empleados para el almacenamiento de GLP deben fabricarse en conformidad con el código para recipientes a presión. Los materiales, cálculo y diseño deberán estar de acuerdo con dicho código.

La presión de diseño que debe utilizarse no debe ser inferior a 1,25 veces el valor de la presión de vapor máxima del GLP a 38°C (ver NTE INEN 676), pero, en ningún caso, debe diseñarse para presiones inferiores a 1,726 MPa.

- Los tanques de almacenamiento deben cumplir con las siguientes condiciones:
- Los tanques deben diseñarse para ser auto-soportantes, sin requerir de cables tensores o soportes adicionales, tomando en cuenta para el diseño los esfuerzos

que provengan del viento, fuerzas de origen sísmico y cargas hidrostáticas de ensayo.

- La presión de diseño enunciada en párrafos anteriores debe interpretarse como la presión en la parte más elevada del tanque, y debe tomarse en cuenta la presión adicional para secciones inferiores del tanque, debido al peso de la columna del líquido del producto.

**NOTA 1.** Utilícese el ASME Boiler and Pressure Vessel Code, hasta la promulgación del Código INEN para recipientes a presión.

**NOTA 2.**  $1 \text{ MPa} = 10,197 \text{ kgf/cm}^2$

- La carga del viento se basará en el área de proyección vertical del tanque.
- El diseño sismo-resistente se efectuará de acuerdo al Código Ecuatoriano de la Construcción, donde fuere aplicable.
- En lo aplicable, lo establecido en las diversas leyes y reglamentos vigentes que trate sobre el tema.

#### **d.2.2.4.2.- Marcado de los tanques.**

Cada tanque debe marcarse en forma indeleble, legible y permanente, con la siguiente información:

- Capacidad en  $\text{m}^3$ ,
- Presión para la cual está diseñado, en MPa,
- Área total de la superficie exterior del tanque en  $\text{m}^2$ ,
- Espesor mínimo de la plancha del cuerpo y del casquete, en mm,
- Norma de especificación del material del cuerpo y del casquete,
- Norma técnica de construcción,
- Fecha de construcción (año y mes),
- Nombre o razón social del constructor,
- Presión de prueba hidráulica,
- Tara del tanque.



#### **d.2.2.4.3.- Instalación de tanques sobre el nivel del terreno.**

- Los tanques deben localizarse de acuerdo a las tablas 5, 6 y 7.
- Las plantas de almacenamiento y envasado de GLP deben localizarse fuera de los límites urbanos de ciudades y poblaciones, y las distancias a los linderos próximos se mantendrán como establece la tabla 05, observando además las disposiciones de las autoridades competentes en el lugar de instalación.
- Si las distancias mínimas establecidas en la tabla 05 no se pudiesen mantener para tanques de capacidad mayor a  $7,5 \text{ m}^3$  por razones operativas de la planta, dichas distancias se podrán reducir a la mitad, pero debe proveerse de separación, mediante paredes cortafuego de altura mínima de 1,8 m herméticas al GLP. Las aberturas que se dispongan en dichas paredes, para comunicar las áreas adyacentes, deben proveerse de puertas cortafuego clasificadas para 3 horas de resistencia al fuego, que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 754.

Respecto a distancias mínimas, desde el área de almacenamiento de GLP a las instalaciones internas, a más de lo establecido en la tabla 7, se aplicarán también las siguientes restricciones:

- La distancia mínima a materiales combustibles sólidos, sueltos o apilados así como a paja, hierba alta o material vegetal combustible, debe ser de 3 m.
- La distancia mínima hacia tanques de combustibles líquidos que se encuentren separados del área de almacenamiento de GLP, mediante diques o áreas amuralladas (de resistencia al fuego de una hora), será de 3 metros hasta el eje del dique o pared de separación.
- La distancia horizontal mínima entre tanques de GLP (área de almacenamiento) sobre el terreno, y tanques superficiales que contienen líquidos inflamables (punto de inflamación menor a  $94^\circ\text{C}$ ) debe ser de 6 m.

Esta restricción no se aplica a tanques de GLP (o almacenamiento total) menores a  $0,5 \text{ m}^3$ , instalados junto a tanques de suministro de petróleo o aceites pesados de capacidad total menor a  $2,5 \text{ m}^3$ .

De existir eventualmente almacenamiento de oxígeno o hidrógeno, se aplicarán las distancias mínimas de la tabla 06. Las instalaciones deben ser previamente aprobadas por las autoridades competentes.

Instalación.

Cada tanque se instalará sobre una base resistente a la carga consistente en el peso del tanque y el correspondiente al peso máximo de la capacidad total de agua. La base se construirá en conformidad con las NTE INEN pertinentes y con el Código Ecuatoriano de la Construcción.

Los soportes para los tanques serán de hormigón armado o de acero; las estructuras de acero deben protegerse contra el fuego con otros materiales que den una resistencia al fuego mínima de dos horas.

Los tanques horizontales deben instalarse sobre soportes (montura) de manera que estos permitan la expansión y contracción del tanque y de las tuberías que se instalen para servicio de éste. Deben usarse en todo caso sólo dos soportes.

Se deben proveer medios adecuados para evitar la corrosión de las partes del tanque en contacto con los soportes o con la base.

#### **d.2.2.4.4.- Instalación de tanques subterráneos.**

Los tanques enterrados (total o parcialmente) de cualquier capacidad deben localizarse fuera de las edificaciones.

Sobre los tanques enterrados no deben construirse edificaciones, carreteras, calles ni vías de acceso para vehículos.

Los tanques deben localizarse de acuerdo a las tablas 5, 6 y 7.

Si las distancias mínimas establecidas en la tabla 5, no se pudiesen mantener por razones operativas de la planta, dichas distancias se podrán reducir a la mitad, siempre y cuando se protejan de manera adecuada las edificaciones, instalaciones o tanques exteriores contra el ingreso de GLP, mediante paredes cortafuegos herméticas u otros medios aprobados por el Cuerpo de Bomberos y la autoridad competente.

El piso al rededor del tanque debe mantenerse libre de materiales combustibles (incluso hierba alta), en una distancia mínima de 8 m desde la periferia del tanque.

Los tanques conectados a sistemas de tuberías de GLP de abastecimiento múltiple deben instalarse de modo que el nivel máximo de llenado de todos los tanques conectados presente el mismo plano. Esto reduce la posibilidad de sobrellenar tanques situados a menor nivel.

Los tanques enterrados deben instalarse de modo que la parte superior esté por lo menos a 300 mm debajo del terreno adyacente. Los parcialmente enterrados deben tener por lo menos 300 mm de la parte superior libre, para proveer drenaje suficiente sin deterioro.

Las tomas del tanque no deben quedar cubiertas. De estar localizadas bajo el nivel del suelo, deben tener fácil acceso. Ninguna otra parte del tanque debe quedar expuesta.

Los tanques deben asentarse sobre una base firme (se acepta suelo firme), rodeados de tierra o arena firmemente apisonada. Este relleno debe estar libre de rocas y otros materiales abrasivos. Se debe asegurar que no se produzcan inclinaciones ni rotaciones del tanque una vez cargado.

Los tanques deben protegerse de la corrosión, de ser necesario mediante protección catódica.

Se prohíbe las conexiones al fondo del tanque. Todas las conexiones deben hacerse en la toma principal o en la parte superior del mismo.

El tanque debe estar anclado al suelo, de modo apropiado para protección contra eventuales inundaciones que podrían resultar en flotación del mismo, para lo cual debe proveerse el drenaje suficiente.

Los dispositivos de servicio del tanque, como bombas, equipo de carga o descarga, válvulas, etc., deben ser a prueba de explosión, protegidos mediante un cerramiento de malla de alambre o equivalente, de altura no menor a 1,8 m. Debe haber por lo menos dos puertas de emergencia para el área así encerrada. Puede omitirse el cerramiento, si los dispositivos son de construcción blindada con posibilidad de controlar su operación mediante cerraduras.

#### **d.2.2.4.5.- Tanques reinstalados.**

Los tanques (enterrados o sobre el terreno) que hayan estado fuera de servicio por más de un año, deben someterse a una inspección del INEN o por una entidad autorizada por el

INEN, de acuerdo con los requisitos de inspección establecidos en la NTE INEN respectiva.

**d.2.2.4.6.- Instalaciones de carga y descarga.**

Los puntos de conexión para carga y descarga de los tanques deben situarse de modo que se cumpla lo establecido en la tabla 7.

Los tubos de llenado (boca tomas) no deben estar en el interior de edificios. Las distancias del punto de conexión al tanque y a otras instalaciones se guían por lo establecido en la tabla 7.

Las operaciones de trasvase se efectuarán en conformidad con la NTE INEN 1 537.

**d.2.2.4.7.- Instalaciones de conducción y control de gas.**

Las tuberías, accesorios, válvulas, bombas y demás equipos que se requieran en el área de almacenamiento de GPL para la operación de los tanques o con cualquier otra finalidad, deben cumplir los requisitos de seguridad establecidos en la Norma NFPA 58, hasta cuando el INEN expida la norma nacional correspondiente.

**d.2.2.4.8.- Instalaciones eléctricas y de iluminación.**

Las instalaciones de conducción eléctrica y las de iluminación, así como los motores generadores, transformadores y demás equipo eléctrico, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NFPA 58, hasta cuando el INEN expida la norma nacional correspondiente.

Todas las instalaciones de conducción eléctrica y de control de la planta, oficinas, guardianías, alumbrado, etc., deben ser anti chispa y anti explosión, de acuerdo con las normas de seguridad de IEC para GLP, hasta que se cuente con normas ecuatorianas.

**Tabla 5:** Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a zonas externas a la planta (m).

Capacidad total almacenada (m3)	TANQUES SOBRE EL TERRENO				TANQUES ENTERRADOS
	A edificaciones próximas	A calles, carreteras y vías férreas	A lugares de concentración pública	A subestaciones de energía eléctrica	A edificaciones próximas
Hasta 100	30	30	45	100	15
Sobre 100 a 260	50	40	60	150	15
Sobre 260 a 500	90	80	120	150	15
Sobre 500 a 2000	130	120	160	150	15
Más de 2000	150	140	210	150	15

\*Para tanques enterrados no se establecen distancias mínimas a otras instalaciones externas, pero deben ser determinadas por las autoridades competentes en cada caso particular.

Fuente: NTE INEN 1 537:1987.

**Tabla 6:** Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a tanques de oxígeno e hidrógeno (m).

Capacidad total almacenada (m3)	A Tanques de oxígeno de capacidad hasta			A Tanques de hidrógeno de capacidad hasta		
	11 m3	11 a 570 m3	Más de 570 m3	11 m3	11 a 570 m3	Más de 570 m3
Hasta 4.5	Ninguna	6	7.5			
Más de 4.5	ninguna	6	15			
Hasta 2				Ninguna	3	7.5
Más de 2				Ninguna	7.5	15

Fuente: NTE INEN 1 537:1987.

**Tabla 7:** Distancias mínimas desde el área útil de almacenamiento de GLP a otras áreas de la planta (m).

Capacidad total almacenada (m <sup>3</sup> )	Distancia mínima entre tanques adyacentes	TANQUES SOBRE EL TERRENO						TANQUES ENTERRADOS* Distancias mínimas entre tanques contiguos***	ESTAC. DE CARGA Y DESC. A sala de bombas y área de envasado
		A surtidores de GLP	A oficinas propias**	A sala de bombas y compresores	A generadores, transformadores	A talleres, fuegos abiertos, calderos, quemadores	Caminos internos		
Hasta 100	1	10	15	25	15	8	8	1	6
Sobre 100 a 260	*	15	18	30	20	10	10	3	8
Sobre 260 a 500	*	15	20	30	20	10	10	3	10
Sobre 500 a 2000	*	20	25	30	25	15	15	3	12
Más de 2000	*	25	30	35	30	15	15	3	15
* 0.25 veces la suma de los diámetros de tanques adyacentes.									
** Con instalaciones eléctricas contra explosión, obligatorias.									
*** Para tanques enterrados no se establecen distancias mínimas a otras instalaciones externas, pero deben ser determinadas por las autoridades competentes en cada caso particular.									

**Fuente:** NTE INEN 1 537:1987.

#### **d.2.2.4.9.- Prevención de incendios**

##### **✓ Fuentes de ignición.**

No se debe permitir llamas abiertas y otras fuentes de ignición en toda el área de peligro de la planta; todas las plantas de almacenamiento y envasado de GLP requieren de pararrayos, ubicados de conformidad con los planos de construcción debidamente aprobados; para prevenir la corrosión electrolítica, debe procederse a proveer a las instalaciones de la protección necesaria.

Dentro de las áreas de peligro no deben permitirse las llamas abiertas, inclusive las operaciones de corte y soldadura, herramientas eléctricas portátiles y extensiones eléctricas capaces de producir chispas, a menos que los dispositivos hayan sido totalmente drenados de GLP y bajo condiciones controladas, con servicio para extinción de incendios a mano.

Debe establecerse la prohibición de fumar, y la señalización adecuada se colocará en las entradas a cada área en particular, con señales y rótulos en conformidad con la NTE INEN 439.

##### **✓ Equipo contra incendios.**

Para prevenir y combatir posibles flagelos, los lugares de almacenamiento y de envasado de GLP contarán con sistemas de agua a presión por red y anhídrido carbónico como agente ignífugo.

Debe instalarse un número suficiente de hidrantes para combatir, desde cualquier ángulo, un eventual incendio.

Las bombas de agua contra incendio contarán con dos fuentes independientes de alimentación de energía.

La reserva mínima de agua destinada a combatir un posible flagelo, siempre que no haya alimentación externa, debe ajustarse a la tabla 8.

Las tomas de agua deben reunir las siguientes características:

Estar ubicadas a una distancia no mayor de 50 m una de otra, de tal forma que cubran con los chorros de sus mangueras el área de almacenamiento y/o envasado.

**Tabla 8:** Reserva mínima de agua para incendios.

Capacidad de los tanques de GLP (m <sup>3</sup> )		Reserva de Agua (m <sup>3</sup> )
de	hasta	
0	100	25
101	200	100
201	300	200
301	500	250
501	700	300
701	900	350
901	1100	400
1101	1300	450
1301	1500	500
1501	200	600

**Fuente:** NTE INEN 1 537:1987.

Estar provistas de mangueras cuya longitud sea de 10 a 20 m, equipadas convenientemente para su correcto funcionamiento en el momento que se requiera. Las mangueras estarán ubicadas en su cubículo correspondiente.

Cada instalación debe planificarse aisladamente; los planos de la instalación contra incendios se confeccionarán de acuerdo a la NTE INEN 1 469.

La toma de agua para hidrantes, extintores y otros equipos de lucha contra incendios, deben señalarse de acuerdo a la NTE INEN 1 470, así como las vías de escape en caso de emergencia, de acuerdo a la NTE INEN 439.

Además, se debe disponer de extintores portátiles o montados sobre ruedas del tipo de polvo químico, localizados en lugares de fácil acceso; es conveniente utilizar aislamiento resistente para recubrir el metal de los tanques contra el fuego.

Las empresas que almacenan GLP deben contar con un plan de emergencia (contingencia).

Las instalaciones que almacenen GLP deben disponer de una brigada de emergencia contra incendios, que puede estar formada por personal de la misma planta. La organización, entrenamiento, magnitud y equipo de dicha brigada, deben establecerse conforme a las instrucciones impartidas por el Cuerpo de Bomberos local. Las brigadas deben efectuar prácticas por lo menos una vez al mes. Se debe disponer en cada planta de un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos y para los tanques, que debe observarse rigurosamente sobre todo en cuanto se refiere a fugas de GLP líquido o gaseoso. El programa de mantenimiento debe estar a cargo de personal calificado.



De acuerdo al tipo de instalación, deben llevarse a cabo las inspecciones necesarias para prevenir explosiones, por parte de la autoridad competente; además, las instalaciones de tuberías y accesorios deben cumplir los requisitos de la Norma NFPA 58, hasta cuando el INEN expida la norma nacional correspondiente.

#### **d.2.2.4.10.- Procedimiento para ubicar las Plantas de Almacenamiento y Envasado de GLP.**

Para la ubicación de las plantas de almacenamiento y envasado de GLP, deben cumplirse los requisitos de distancias de seguridad establecidos en las tablas 5, 6 y 7.

Para decidir acerca de la ubicación de las plantas de GLP, el proyecto debe ponerse a consideración de las autoridades, según el procedimiento siguiente:

Previamente a cualquier gestión formal de diseño de construcciones e instalaciones, el interesado (persona natural o jurídica) solicitará a la Autoridad de control correspondiente un informe preliminar por el que se apruebe en principio la instalación de la planta y se especifiquen las condiciones de instalación.

Una vez obtenido el dictamen favorable de la Autoridad de control, el interesado debe elaborar y presentar los planos de las construcciones e instalaciones correspondientes, aprobados por las autoridades competentes y acompañados de las especificaciones de rigor, para su aprobación oficial de acuerdo con la Ley y reglamentos pertinentes.

La construcción de la planta, sin perjuicio de la supervisión por parte de la Autoridad de control, debe ser supervisada por las autoridades competentes.

Una vez terminadas las obras de construcción e instalación, la Autoridad de control autorizará el funcionamiento de la planta, verificando el cumplimiento de los requisitos establecidos; la Autoridad de control realizará controles periódicos del funcionamiento de las plantas, para verificar que éste se efectúe en las condiciones de seguridad y operación aprobadas.

Aparte de las disposiciones anotadas en esta norma, las plantas de almacenamiento y envasado de GLP deben cumplir todas las disposiciones reglamentarias expedidas por la Autoridad de control al respecto. (NTE INEN, 1987).

**d.2.3.- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 536:98 Prevención de incendios, Requisitos de Seguridad para operaciones de trasvase de Gas Licuado de Petróleo(GLP).**

**d.2.3.1.- OBJETO.**

Esta norma establece los requisitos de seguridad para las operaciones de trasvase de gas licuado de petróleo

**d.2.3.2.- ALCANCE.**

Esta norma se aplica a transferencia de gas licuado de petróleo de un recipiente a otro, cuando esta operación implica hacer conexiones y desconexiones en el sistema de trasvase. Esta norma no se aplica al trasvase de GLP a vehículos que utilizan este gas como combustible propulsor.

**d.2.3.3.- SIMBOLOGÍA.**

En esta norma significa:

$I_{Mmáx}$  = Índice gravimétrico de llenado.

$I_{Vmáx}$  = Índice volumétrico de llenado.

$d_g$  = Densidad relativa del gas licuado a 15,6 °C.

F = Factor de corrección del volumen a 15,6 °C para temperatura (t).

Otros símbolos se aclaran en el texto de la norma.

**d.2.3.4.- DEFINICIONES.**

Para efectos de esta norma se utilizarán las definiciones establecidas en la NTE INEN 2261 y las que a continuación se detallan:

Punto de transferencia. Lugar en el cual se cuenta con todas las instalaciones de seguridad para efectuar el paso del GLP de un tanque a otro.

Purga. Es la operación de eliminación de impurezas, partículas sólidas, líquidos o gases del interior de un tanque o instalación mecánica de GLP.

### d.2.3.5.- REQUISITOS.

#### d.2.3.5.1.- Lugar de trasvase.

El lugar de trasvase o cualquier parte de la instalación o de la estructura que permiten las operaciones de trasvase, debe estar situado a una distancia mínima establecida en la tabla 9 respecto a varios tipos de edificaciones, lugares habitados o frecuentados por público y contar con todas las seguridades para la prevención de incendios establecido en la NTE INEN 1 536.

**Tabla 9:** Distancias mínimas que deben existir entre el punto de trasvase y diversas exposiciones.

<b>EXPOSICIÓN</b>	<b>Distancia mínima horizontal (m)</b>
Locales habitados (Nota 1) y edificios	3
Edificios con paredes sin resistencia al fuego	8
Aberturas en las paredes de los edificios o fosa encima del punto de transferencia	8
Línea de propiedad lindera sobre la cual puede edificarse	1
Espacios exteriores que congregan público, incluidos patios de escuelas, campos de deportes y patios para juego	8
Borde de carreteras o vías públicas	3
Caminos de entrada al interior de la propiedad	1.5
Recipientes que no sean los que están siendo llenados (Nota2)	3
Surtidores y recipientes de superficie y subterráneos de combustibles líquidos inflamables	6

**Fuente:** NTE INEN 1 536:98.

Si el punto de trasvase se aloja dentro de una estructura que cumpla con lo establecido en la NTE INEN 1 534, las distancias de la tabla 9 se pueden reducir en un 30 %.

El lugar en el que se realice el trasvase de GLP debe tener letreros en los que se indique lo siguiente:

Señales preventivas como “PELIGRO GAS INFLAMABLE”,

Leyendas de “Prohibido fumar” y “Prohibido hacer fuego abierto” (ver NTE INEN 439).

El lugar destinado para el envasado en plantas envasadoras debe contar además con un espacio de terreno suficiente para maniobra, estacionamientos para descarga y carga de

cilindros de vehículos transportadores de los mismos, además, debe contar con la señalización de vías y de precauciones que deben cumplir tanto los vehículos como las personas dentro de estas instalaciones y debe cumplir con lo establecido para el efecto en la NTE INEN 1536.

#### **d.2.3.5.2.- Trasvase.**

El trasvase de GLP se debe realizar solamente en los siguientes casos:

- De tanque estacionario de almacenamiento a vehículo cisterna o viceversa.
- De vehículo cisterna a vehículo cisterna emergente.
- De vehículo cisterna a tanques de almacenamiento y distribución de instalaciones de uso residencial, comercial o industrial.
- De tanque estacionario de almacenamiento a vehículo cisterna. La ubicación del centro de almacenamiento debe cumplir con lo establecido en la NTE INEN 1 536, en el cual exista una ventilación natural que permita la descomposición del GLP a volúmenes no inflamables de los escapes normales que se producen en la operación de trasvase. Los vehículos cisterna para GLP deben cumplir con lo establecido en la NTE INEN 2 261.

**NOTA 3.** Se incluyen como lugares habitados, las casas rodantes, remolques, vehículos recreacionales, casas desarmables, casetas, garitas, guardianías, barracas de construcción, lugares de acampar, etc.

**NOTA 4.** No se aplica a conexiones del tanque de almacenaje o unidades de entrega de capacidad 8,0 m<sup>3</sup> o menos, cuando se usan para llenar recipientes que no están en vehículos.

- De vehículo cisterna a vehículo cisterna emergente. Al igual que el trasvase de GLP a los tanques fijos de almacenamiento, el vehículo cisterna utilizado como de almacenamiento emergente en sitios o lugares ocasionales, hasta por un período de tiempo no mayor a seis meses, debe estar equipado con accesorios que permitan ser llenado en el mismo sitio donde se encuentra instalado, tenga las

autorizaciones respectivas, cumpla con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2 260 y lo especificado en esta norma.

- De vehículo cisterna a centro de distribución doméstico, comercial o industrial. El trasvase de GLP en tanques montados sobre superficie, en talud, bajo superficie o parcialmente bajo superficie en instalaciones estacionarias y en caso de emergencia, en vehículos cisterna utilizados como estacionarios, y deben estar equipados con accesorios que permitan ser llenados en el mismo sitio donde se encuentren instalados y cumplan con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2 260.

#### **d.2.3.5.3.- Personal involucrado.**

El personal que ejecuta las operaciones de trasvase de GLP, así como el personal de los transportistas de vehículo cisterna de GLP debe estar capacitado por la empresa suministradora de GLP, el mismo que debe tener los siguientes conocimientos:

- Los equipos y su manejo,
- Las propiedades del GLP,
- Prevención de incendios,
- Extinción de incendios en fase inicial, operación de extintores,
- Medidas de seguridad y primeros auxilios.

Un técnico capacitado debe vigilar la operación de trasvase de GLP, desde el momento en que se realiza la conexión, hasta que la transferencia se haya completado, cerrando las válvulas, y desconectado las mangueras o tuberías, tanto del vehículo cisterna como del tanque de almacenamiento receptor.

El personal capacitado debe tener la precaución de asegurarse que el gas transferido corresponda al sistema y recipientes apropiados para el cual fueron diseñados y que éstos hayan sido debidamente autorizados por la autoridad competente, y para lo cual debe considerar lo siguiente:

- Los cilindros pueden ser llenados luego de determinar que cumplen con las características de diseño, fabricación, inspección y certificación establecidas en las NTE INEN 2 143, 111, 113 y esta norma.
- Luego del proceso de mantenimiento, los cilindros se llenaran, solamente después de verificar que cumplen con los requisitos establecidos en la NTE INEN 327.
- Otros recipientes estacionarios o portátiles y sus accesorios para GLP, deben cumplir con las normas respectivas en cada caso particular, y su uso debe estar certificado por el INEN y contar con las autorizaciones respectivas.
- Los recipientes autorizados para ser usados una sola vez, o aquellos que lleven la marca "recipiente desechable", no deben llenarse por segunda vez con GLP (ver nota 5).

**NOTA 5.** Este tipo de recipiente no está normalizado por el INEN, y corresponde a regulaciones extranjeras, según las cuales los recipientes destinados a usarse una sola vez, llevaran las marcas "singletrip", "nonrefillable", o "dispensable" (un solo uso -no reenvasable - desechable).

En caso de presentar dichos recipientes al envasador, para reposición de la carga de gas, este debe retenerlos para su destrucción, mediante aplastamiento, aspecto que se debe informar al propietario, al que se lo entregara luego de ser aplastado.

#### **d.2.3.5.4.- Operación de sistemas de trasvase o de transferencia.**

Se prohíbe el acceso del público a las áreas donde se almacena y transfiere el GLP excepto cuando esto fuera necesario para la operación de las actividades normales del sistema.

Durante las operaciones de transferencia, en el que se realizan conexiones y desconexiones o mientras el GLP es venteado a la atmósfera, el personal técnico debe verificar y controlar las siguientes fuentes de ignición:

- Los motores de vehículos cisterna con GLP que se encuentren accionando bombas de transferencia o compresores, ubicados sobre los vehículos para cargar o descargar recipientes estacionarios, ubicados a la distancia determinada en la tabla 9.

- Los motores instalados en edificios aledaños, propulsados por GLP.
- Se prohíbe fumar, cortar o soldar metales con llama abierta, usar herramientas eléctricas de mano y luces de extensión, capaces de encender al GLP dentro de los 8,0 m alrededor del punto de transferencia, mientras las operaciones de llenado se encuentren en proceso. Debe tenerse el cuidado de asegurarse que los materiales que se hubiesen calentado, estén fríos antes de comenzar la transferencia.
- Durante la carga de cualquier recipiente portátil de GLP montado en el vehículo de camping, deben apagarse las fuentes de ignición, tales como llamas piloto, dispositivos de encendido eléctrico, quemadores, aparatos eléctricos y motores.

Los vehículos cisterna que descarguen en recipientes de almacenaje y distribución deben ubicarse a no menos que 3,0 m del recipiente y en una posición tal, que tanto las válvulas de cierre del vehículo como la del recipiente, resulten fácilmente accesibles. El vehículo cisterna no debe transferir GLP al almacenaje de una estación de servicio mientras se encuentre estacionado en la vía pública.

Cuando los vehículos cisterna se encuentren en los sitios para carga o descarga de GLP, se debe aplicar lo siguiente:

- Se debe colocar rótulos con la siguiente advertencia a ambos extremos del vehículo:
- **! ALTO VEHÍCULO CISTERNA CONECTADO ;**
- Los rótulos serán de color rojo de seguridad (ver INEN 439) con letras blancas de altura no menor a 150 mm (ver la NTE INEN 878).
- Deben ubicarse cuñas en las ruedas para evitar que el vehículo se mueva en alguna dirección.
- El conductor está obligado a permanecer, en todo momento, junto al vehículo cisterna, sujeto a las disposiciones de seguridad exigidas por las plantas o centros de almacenamiento, donde se efectúen estas operaciones. Además, debe colaborar con el operador de la planta o del centro de almacenamiento, en cuanto fuere menester, durante las operaciones de carga y descarga de GLP.

- Las vías de acceso a los lugares de carga o descarga de GLP deberán estar libres de obstáculos, de manera que permitan la fácil maniobrabilidad de los vehículos cisterna.
- Los vehículos cisterna, como cualquier otro tipo de vehículos deben tener el correspondiente arretallamas.
- No se debe permitir la presencia de personas ajenas a la operación.
- No debe encenderse fuego o efectuar trabajos que pudieren producir chispas.

Cuando se utilicen mangueras o tuberías flexibles para la carga o descarga de vehículos cisterna debe usarse una válvula de cierre de emergencia, en el extremo que conecta al vehículo.

No deben utilizarse mangueras de transferencia con un diámetro interno mayor que 12 mm para conectar recipientes individuales que estén siendo llenados en el interior de un edificio.

Los tanques pueden ser llenados directamente de vehículos cisterna ubicados en vías privadas, involucrando tanques de almacenamiento móviles (emergencia), siempre que se satisfagan los siguientes requisitos:

- La transferencia se protegerá en concordancia con esta norma
- Se deben utilizar compresores, diseñados para el uso con GLP, que limiten la presión de aspiración al máximo permitido por el diseño y que cuente con medios que eviten la entrada de GLP líquido en la aspiración del compresor, ya sean integrales o instalados externamente en la tubería de aspiración.

Las instalaciones de sistemas de transferencia líquida debe cumplir con lo siguiente:

- La superficie del camino en los puntos de transferencia deben estar niveladas. Debe disponerse de espacios libres adecuados que separen de edificios, estructuras o recipientes estacionarios y permitan el acceso del desvío o camino hasta los puntos de carga y descarga. Deben disponerse paragolpes importantes en las terminales de los desvíos y donde fueran necesarios para proteger los recipientes de almacenaje y puntos de transferencia.



- La transferencia de GLP se puede realizar por diferencia de presión, por gravedad, o mediante el uso de bombas o compresores que cumplan con una presión de trabajo mínima de 2,4 MPa.
- Los equipos para usar con vapor de GLP a presiones mayores que 140 kPa (20 psi) deben ser compatibles con una presión de trabajo de al menos 0,9 MPa (125 psi).
- Las bombas y compresores deben estar provistos de controles de operación o interruptores de desconexión ubicados en las cercanías de los mismos. Se proveerán controles remotos (de corte) en los demás sistemas de transferencia de líquido, cuando sean necesarios.

Se deben proveer las medidas de seguridad para evitar la descarga descontrolada del GLP en caso que ocurriera una falla en la manguera o en la tubería articulada y deben contar con lo siguiente:

- Una válvula de no-retroceso, o
- Una válvula de cierre de emergencia que incorpore uno de los siguientes medios de cierre:
  - i. Cierre automático por actuación térmica (de fuego) de un punto de fusión máximo de 121 °C.
  - ii. Cierre manual remoto.
  - iii. Cierre manual en la ubicación de la instalación.
- Una válvula de exceso de flujo dispuesta de tal manera que pueda ser reemplazada fácilmente en caso necesario.

Se debe disponer de protección contra intrusos para el compresor, tuberías fijas y manguera, para minimizar las posibilidades de entrada ilegal o intrusión. El área que contenga accesorios para recipientes, equipos de bombeo, instalaciones de carga y descarga e instalaciones para el llenado de recipientes, deberá estar protegida por el siguiente sistema:

- Un cerramiento con cercado de tipo industrial de al menos 2,0 m de alto. Debe tener por lo menos, dos medios de acceso de emergencia desde la zona cercada o

el cerramiento utilizado. Se dispondrá de espacios libres que permitan la realización de tareas de mantenimiento, y se contará con un espacio libre de al menos 1 m para permitir el acceso de emergencia a los medios de egreso requeridos.

Si las operaciones se realizan durante momentos del día en los que no se cuenta con iluminación natural, se proveerá iluminación artificial de seguridad para el accionamiento de válvulas de control y otros equipos utilizados en el trasvase de GLP.

El control de las fuentes de ignición durante la transferencia se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado de Operación de sistemas de trasvase o de transferencia.

Se debe contar por lo menos un extintor portátil de 10 kg de capacidad mínima, de polvo químico seco de tipo ABC. Los extintores contra incendios deben proveerse de acuerdo con lo establecido en el plan de contingencia y de acuerdo a lo aprobado por el cuerpo de bomberos.

El personal de transferencia debe satisfacer los requisitos del párrafo de personal involucrado.

Los tanques de carga deben cumplir los requisitos establecidos en la NTE INEN 2 261.

La disposición y la operación de los sistemas de transferencia deberán cumplir con lo indicado en el apartado de Operación de sistemas de trasvase o de transferencia.

Los puntos de transferencia deberán ubicarse en conformidad con la tabla 9 respecto de las exposiciones.

Los conjuntos de mangueras deben ser inspeccionados visualmente, antes de efectuar el trabajo de descarga o carga de GLP, para detectar fugas o daños que pudieran deteriorar su integridad. Las mangueras deterioradas deben ser inmediatamente retiradas del servicio.

Los equipos utilizados, tales como bombas, compresores, tuberías, válvulas, mangueras, etc., deben ser apropiados para el servicio con GLP. La idoneidad de los componentes y dispositivos será demostrada por los responsables de la instalación, mediante la

presentación de los respectivos certificados de conformidad con norma de cada elemento utilizado. (Ver nota 6).

**NOTA 6.** Hasta la emisión de la NTE INEN, utilizar NFPA 58.

Las mangueras equipadas con válvulas de cierre en el extremo de descarga (la manguera contiene normalmente gas líquido) deben protegerse contra excesos de presión hidrostática, mediante el uso de válvulas de alivio normalizadas.

Las instalaciones estacionarias de recipientes unitarios de capacidad igual o mayor a 15 m<sup>3</sup>, o instalaciones de recipientes múltiples con capacidad total igual o mayor a 15 m<sup>3</sup>, que utilicen una línea común de distribución y trasvase, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Para la transferencia de GLP líquido se debe utilizar mangueras o tubos con acoplamientos del tipo flexible o de enganche rápido o cuando se use, para este servicio una manguera para vapor de gas, debe instalarse una válvula de cierre de emergencia en la tubería fija del sistema de trasvase, dentro de los seis metros contiguos al punto de conexión de la manguera o tubo. Cuando el flujo se efectúa solo en una dirección, se puede instalar una válvula de retención (check) en lugar de la válvula de emergencia, siempre que aquella se instale en la tubería fija (ya sea dentro de la manguera o del tubo). La válvula check debe tener el asiento de metal a metal, o un asiento primario de material resiliente, con asiento secundario de metal, no pivotado sobre materiales combustibles. Cuando una línea de gas licuado de petróleo, en estado líquido o gaseoso, tiene dos o más mangueras o tubos de los tamaños indicados, debe instalarse en cada brazo de tubería, ya sea una válvula de cierre de emergencia o una válvula de retención. Las válvulas de cierre de emergencia deben instalarse de modo que el elemento sensible a la temperatura dentro de la válvula (o cualquier elemento suplementario sensible a la temperatura) reaccione a máximo 105 °C, y esté conectado, para accionar la válvula, a una distancia máxima de 1,5 m del extremo de la manguera, que conecta al tubo donde se ha instalado la válvula.

- Las válvulas de retención o de emergencia especificadas en el párrafo anterior, deben instalarse en el sistema de trasvase, de modo que cualquier rotura resultante de esfuerzos mecánicos que ocurra en la manguera o tubo, deje la válvula intacta. Esto se puede conseguir por medio de anclajes de concreto o equivalentes, o por la utilización de accesorios diseñados para cortarse ante esfuerzos determinados.
- Cuando se utiliza una manguera o tubo flexible para cargar o descargar GLP de vehículos cisterna, se debe instalar una válvula de cierre rápido en el extremo de la manguera o tubo flexible que conecta al vehículo cisterna de GLP.

#### **d.2.3.5.5.- Máxima cantidad de gas permitida en recipientes de GLP.**

##### ✓ **Índice gravimétrico de llenado.**

Para establecer la máxima cantidad de gas permitida en recipientes de GLP, se define el índice gravimétrico de llenado (IM) que es la relación de la masa de GLP contenida en un recipiente, a la masa de agua a 15,6 °C que el recipiente puede contener, expresada porcentualmente. La tabla 10 establece los valores máximos permitidos para el índice gravimétrico, dependiendo de la densidad relativa del gas licuado a 15,6 °C ( $\delta g$ ), de la ubicación del recipiente (sobre o bajo superficie) y de la capacidad del mismo.

**Tabla 10:** Valores máximos permitidos para el índice gravimétrico de llenado (Immáx) %.

Densidad relativa del gas licuado A 15.6 °C ( $\delta g$ )	Recipientes sobre superficie capacidad m <sup>3</sup>		Recipientes subterráneos de cualquier capacidad m <sup>3</sup>
	Hasta 4.5	Más de 4.5	
0.496-0.503	41	44	45
0.504-0.510	42	45	46
0.511-0.519	43	46	47
0.520-0.527	44	47	48
0.528-0.536	45	48	49
0.537-0.544	46	49	50
0.545-0.552	47	50	51
0.553-0.560	48	51	52
0.561-0.568	49	52	53
0.569-0.576	50	53	54
0.577-0.584	51	54	55
0.585-0.592	52	55	56
0.593-0.600	53	56	57

**Fuente:** NTE INEN 1 536:98

✓ **Índice volumétrico de llenado.**

Para establecer la máxima cantidad de gas permitida en recipientes de GLP, mediante determinación volumétrica, se define el índice volumétrico de llenado ( $I_v$ ), que es la relación del volumen que ocupa dentro del recipiente el gas licuado de petróleo a 15,6 °C (o corregido a otras temperaturas) al volumen total del recipiente, expresada porcentualmente.

Las tablas 11, 12 y 13, establecen los valores máximos permitidos del índice volumétrico de llenado ( $I_{vmáx}$ ) para recipientes sobre el nivel del terreno con capacidad de agua de 0 a 4,5 m<sup>3</sup>; de 4,5 m<sup>3</sup> o más; y recipientes enterrados de cualquier capacidad, respectivamente. Cada una de las tablas establece el índice ( $I_{vmáx}$ ) en función de la temperatura del líquido (gas licuado) y de la densidad relativa del mismo. Las cantidades de gas licuado son equivalentes a las prescritas en la tabla 10, de modo que las determinaciones gravimétricas o volumétricas efectuadas sobre una misma cantidad de gas licuado, son equivalentes.

✓ **Verificación de la cantidad de gas almacenada en recipientes de GLP.**

El contenido de GLP, dentro de los recipientes, puede comprobarse por dos métodos: por verificación de la masa (peso) o por verificación del volumen de gas licuado de petróleo.

La Verificación de la masa se debe realizar con dispositivos y procedimientos aprobados por el INEN para cada instalación en particular, y se aplica, de ser practicable, a cualquier tipo de recipiente, de cualquier volumen. De preferencia, se usa este método, para recipientes de capacidad inferior o igual a 90 kg de agua. Con este método se determina el índice gravimétrico de llenado, que debe ser inferior al valor máximo permitido para dicho índice ( $I_{Mmáx}$ ).

La verificación del volumen se debe realizar en función y dependiendo del tipo de instrumentación de que disponga el recipiente, se prescribe el valor máximo del índice volumétrico ( $I_{vmáx}$ ) de acuerdo a lo siguiente:

Para recipientes equipados con sondas de longitud de inmersión fija, así como los equipados con sondas de inmersión variable usadas sin corrección de temperatura (por no disponerse de instrumentos adecuados para medición de la temperatura), los índices volumétricos máximos ( $I_{vmáx}$ ) serán los que correspondan a la temperatura de 4,4°C para

recipientes sobre el nivel del terreno, y de 10°C para recipientes enterrados según se establece en las tablas 11, 12 y 13, para la densidad relativa del gas licuado involucrado.

Para recipientes equipados con termómetros instalados apropiadamente y con sonda de longitud de inmersión variable, los índices volumétricos máximos (Iv<sub>máx</sub>) serán los que correspondan a las tablas 11, 12 y 13 a las temperaturas medidas del gas licuado, para la densidad respectiva del mismo.

**Tabla 11:** Índices volumétricos de llenado (Iv<sub>máx</sub>) para recipientes sobre el nivel del terreno de capacidad inferior a 4.5 m3.

Temperatura del líquido °C (°F).	DENSIDAD RELATIVA (δg)												
	0.496 a 0.503	0.504 a 0.510	0.511 a 0.519	0.520 a 0.527	0.528 a 0.536	0.537 a 0.544	0.545 a 0.552	0.553 a 0.560	0.561 a 0.568	0.569 a 0.576	0.577 a 0.584	0.585 a 0.592	0.593 a 0.600
-45.6(-50)	70	71	72	73	74	75	75	76	77	78	79	79	80
-42.8(-45)	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	80
-40(-40)	71	72	73	74	75	75	76	77	78	79	79	80	81
-37.2(-35)	71	72	73	74	75	76	77	77	78	79	80	80	81
-34.4(-30)	72	73	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	81
-31.5(-25)	72	73	74	75	76	77	77	78	79	80	80	81	82
-28.9(-20)	73	74	75	76	76	77	78	79	79	80	81	81	82
-26.1(-15)	73	74	75	76	77	77	78	79	80	80	81	82	83
-23.3(-10)	74	75	76	76	77	78	79	79	80	81	81	82	83
-20.6(-5)	74	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	83
-17.8(0)	75	76	76	77	78	79	79	80	81	81	82	83	84
-15(5)	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
-12.2(10)	76	77	77	78	79	80	80	81	82	82	83	84	84
-9.4(15)	76	77	78	79	80	80	81	81	82	83	83	84	85
-6.7(20)	77	78	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	85
-3.9(25)	77	78	79	80	80	81	82	82	83	83	84	84	85
-1.1(30)	78	79	79	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86
1.7(35)	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86	86
4.4*(40)	79	80	81	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87
7.8(45)	80	80	81	82	82	83	84	84	85	85	86	87	87
10(50)	80	81	82	82	83	83	84	85	85	86	86	87	88
12.8(55)	81	82	82	83	84	84	85	85	86	86	87	87	88
15.6(60)	82	82	83	84	84	85	85	86	86	87	87	88	88
18.3(65)	82	83	84	84	85	85	86	86	87	87	88	88	89
21.1(70)	83	84	84	85	85	86	86	87	87	88	89	89	89
23.9(75)	84	85	85	85	86	86	87	87	88	88	89	89	90
26.7(80)	85	85	86	86	87	87	87	88	88	89	89	90	90
29.4(85)	85	86	87	87	88	88	88	89	89	89	90	90	91
32.2(90)	86	87	87	88	88	88	89	89	90	90	90	91	91
35(95)	87	88	88	89	89	89	89	90	90	91	91	91	92
37.8(100)	88	89	89	89	89	90	90	90	91	91	92	92	92
40.4(105)	89	89	90	90	90	90	91	91	91	92	92	92	93
43(110)	90	90	91	91	91	91	92	92	92	92	93	93	93
46(115)	91	91	92	92	92	92	92	92	93	93	93	94	94
49(120)	92	92	93	93	93	93	93	93	93	94	94	94	94
51.5(125)	93	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	95	95
54(130)	94	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95

Fuente: NTE INEN 1 536:98

**Tabla 12:** Índices volumétricos de llenado (I<sub>v</sub>máx) para recipientes sobre el nivel del terreno de capacidad inferior a 4.5 m<sup>3</sup>.

Temperatura del líquido °C (°F).	DENSIDAD RELATIVA (δ <sub>g</sub> )												
	0.496 a 0.503	0.504 a 0.510	0.511 a 0.519	0.520 a 0.527	0.528 a 0.536	0.537 a 0.544	0.545 a 0.552	0.553 a 0.560	0.561 a 0.568	0.569 a 0.576	0.577 a 0.584	0.585 a 0.592	0.593 a 0.600
-45.6(-50)	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85
-42.8(-45)	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85
-40(-40)	76	77	78	80	80	81	82	83	83	84	85	85	85
-37.2(-35)	77	78	78	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86
-34.4(-30)	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	85	86
-31.5(-25)	78	79	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86
-28.9(-20)	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86	87
-26.1(-15)	79	79	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	87
-23.3(-10)	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	87
-20.6(-5)	80	81	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88
-17.8(0)	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88
-15(5)	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	87	88	89
-12.2(10)	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89
-9.4(15)	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89	90
-6.7(20)	82	83	84	85	85	86	86	87	88	88	89	89	90
-3.9(25)	83	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	90
-1.1(30)	83	84	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91
1.7(35)	84	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91
4.4*(40)	85	86	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92
7.8(45)	85	86	87	87	88	88	89	89	90	91	91	92	92
10(50)	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	92
12.8(55)	87	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	92	93
15.6(60)	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	93
18.3(65)	88	89	90	90	91	91	91	92	92	93	93	93	94
21.1(70)	89	90	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94	94
23.9(75)	90	91	91	91	92	92	92	93	93	94	94	94	95
26.7(80)	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	95	95	95
29.4(85)	92	92	93	93	93	93	94	94	95	95	95	96	96
32.2(90)	93	93	93	94	94	94	95	95	95	95	96	96	96
35(95)	94	94	94	95	95	95	95	96	96	96	96	97	97
37.8(100)	94	95	95	95	95	96	96	96	96	97	97	97	98
40.4(105)	96	96	96	96	96	97	97	97	97	97	98	98	98
43(110)	97	97	97	97	97	97	97	98	98	98	98	98	99
46(115)	98	98	98	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99

Fuente: NTE INEN 1 536:98

**Tabla 13:** Índices volumétricos de llenado (Ivmáx) para recipientes para recipientes enterrados de cualquier capacidad.

Temperatura del líquido °C (°F).	DENSIDAD RELATIVA (δg)												
	0.496 a 0.503	0.504 a 0.510	0.511 a 0.519	0.520 a 0.527	0.528 a 0.536	0.537 a 0.544	0.545 a 0.552	0.553 a 0.560	0.561 a 0.568	0.569 a 0.576	0.577 a 0.584	0.585 a 0.592	0.593 a 0.600
-45.6(-50)	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85	85	86
-42.8(-45)	77	78	79	80	81	82	82	83	84	84	85	86	87
-40(-40)	78	79	80	81	81	82	83	83	84	85	86	86	87
-37.2(-35)	78	79	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	87
-34.4(-30)	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	86	87	88
-31.5(-25)	79	80	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88
-28.9(-20)	80	81	82	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88
-26.1(-15)	80	81	82	83	84	84	85	86	86	87	87	88	89
-23.3(-10)	81	82	83	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89
-20.6(-5)	81	82	83	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89
-17.8(0)	82	83	84	84	85	85	86	87	87	88	89	89	90
-15(5)	82	83	84	85	85	86	87	87	88	88	89	90	90
-12.2(10)	83	84	85	85	86	86	87	88	88	89	90	90	91
-9.4(15)	84	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	91	91
-6.7(20)	84	85	86	86	87	88	88	89	89	90	90	91	91
-3.9(25)	85	86	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91	92
-1.1(30)	85	86	87	87	88	89	89	90	90	91	91	92	92
1.7(35)	86	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	93
4.4*(40)	87	87	88	88	89	90	90	91	91	92	92	93	93
7.8(45)	87	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	94
10(50)	88	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	94	94
12.8(55)	89	89	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94	95
15.6(60)	90	90	91	91	92	92	92	93	93	94	94	95	95
18.3(65)	90	91	91	92	92	93	93	94	94	94	95	95	96
21.1(70)	91	91	92	93	93	93	94	94	94	95	95	96	96
23.9(75)	92	93	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	97
26.7(80)	93	93	94	94	94	95	95	95	96	96	96	97	97
29.4(85)	94	94	95	95	95	95	96	96	96	97	97	97	98
32.2(90)	93	93	93	94	94	94	95	95	95	95	96	96	96
35(95)	95	95	95	95	96	96	96	97	97	97	96	98	98
37.8(100)	97	97	97	97	97	98	98	98	98	99	99	99	99
40.4(105)	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99

Fuente: NTE INEN 1 536:98

#### d.2.3.5.6.- Purga.

Los tanques deben purgarse de los residuos o impurezas depositadas, al menos cada doce meses de trabajo continuo, independientemente del número de cargas o descargas realizadas en el tanque. Para purgar un tanque, se debe proceder de la siguiente manera:

En interiores, los recipientes deben ventilarse solamente dentro de locales que cumplan con lo establecido en la Norma INEN 1 534, con los siguientes requisitos adicionales:



- Debe proveerse de tuberías para llevar los productos de ventilación al exterior y a un sitio localizado por lo menos a un metro sobre el nivel más alto de las edificaciones aledañas, en un radio de 10 m.
- Debe ventilarse a la atmósfera solo vapor, no líquido.
- Si se utilizan tuberías múltiples de ventilación, para purgar varios recipientes a la vez, cada conexión al múltiple debe equiparse con una válvula de retención.

En exteriores, la ventilación de los recipientes debe ejecutarse en condiciones que favorezcan la rápida dispersión de los productos. Debe tomarse en cuenta factores como: la distancia a edificaciones, terreno, dirección y velocidad del viento y la consideración de posibles fuentes de ignición, que no deben ser alcanzadas por productos de ventilación en concentraciones dentro del rango de inflamabilidad:

- Si las condiciones son tales que la ventilación para purga no se puede efectuar hacia la atmósfera en condiciones seguras, se podrá quemar el GLP de purga, bajo condiciones controladas y precauciones para evitar incendios, y exclusivamente por personal especializado.
- La purga queda prohibida en lugares donde el GLP implique contaminación ambiental, ya sea por sí solo o por combinación o mezcla con otras sustancias, resultando nocivo para humanos, animales y vegetación.

#### **d.2.3.5.7.- Ventilación.**

##### **✓ Ventilación de GLP a la atmósfera.**

El gas licuado de petróleo no debe ventilarse a la atmósfera excepto en los siguientes casos:

- Medición del nivel del líquido, de requerirse ventilación de vapores en el instrumento de medida.
- Ventilación de GLP entre válvulas de cierre, antes de desacoplar la conexión para trasvase del líquido y/o vapor. De requerirse, deben instalarse válvulas de purga o drenaje.

- Dentro de locales en los que se estén trasvasando GLP deben contar con los elementos necesarios para ventilar el gas hacia el exterior, incluso, en los casos anteriores.
- Ventilación del vapor de bombas para GLP, que utilicen tal gas de ventilación como fuente de energía.

✓ **Ventilación de emergencia.**

La ventilación de GLP a la atmósfera se justifica en emergencias, para evitar desastres mayores, pero debe ser realizada solo por personal calificado, que conozca el equipo y las propiedades del gas. Deben tomarse todas las precauciones necesarias y posibles durante la emergencia, para contrarrestar incendios y evitar que se produzcan fuentes de ignición.

✓ **Prevención y control de incendios.**

Para la prevención y control de incendios en operaciones de trasvase, en instalaciones de GLP, deben observarse los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 536.

Para vehículos cisterna o camiones que transportan GLP, involucrados en operaciones de trasvase, se aplican los requisitos de protección contra incendios establecidos en la NTE INEN 1 535.

Control de fuentes de ignición. Se debe realizar el control de las fuentes de ignición para minimizar la posibilidad de encendido de mezclas inflamables aire-gas como resultado del escape normal o accidental de cantidades de líquido o vapor proveniente del sistema de GLP instalado y operado de acuerdo con esta norma.

Instalaciones eléctricas y de iluminación. Los equipos eléctricos fijos y el cableado instalado dentro de las áreas de trasvase deben cumplir con los requisitos de seguridad especificados para este tipo de combustible; los pisos deben ser antichispa y antiestáticos; los tomacorrientes y enchufes deben ser del tipo blindado con conexión a tierra, hasta que existan las normas ecuatorianas, se debe utilizar la norma NFPA 58. Los equipos eléctricos instalados sobre vehículos de carga de GLP deben cumplir con lo especificado en la NTE INEN 1155. (NTE INEN, 1992).

### **d.3.- CAPÍTULO 3: Sistemas de Control mediante autómatas programables.**

#### **d.3.1.- Definiciones:**

Antes de analizar los sistemas de control, deben definirse ciertos términos básicos.

##### **d.3.1.1.- Variable controlada.**

La variable controlada es la cantidad o condición que se mide y controla.

##### **d.3.1.2.- Variable manipulada.**

La variable manipulada es la cantidad o condición que el controlador modifica para afectar el valor de la variable controlada. Por lo común, la variable controlada es la salida (el resultado) del sistema. Controlar significa medir el valor de la variable controlada del sistema y aplicar la variable manipulada al sistema para corregir o limitar una desviación del valor medido a partir de un valor deseado.

##### **d.3.1.3.- Plantas.**

Una planta puede ser una parte de un equipo, tal vez un conjunto de las partes de una máquina que funcionan juntas, el propósito de la cual es ejecutar una operación particular. En esta referencia, llamaremos planta a cualquier objeto físico que se va a controlar (tal como un dispositivo mecánico, un horno de calefacción, un reactor químico, entre otros).

##### **d.3.1.4.- Procesos.**

Se define como una operación o un desarrollo natural progresivamente continuo, marcado por una serie de cambios graduales que se suceden uno al otro en una forma relativamente fija y que conducen a un resultado o propósito determinados; o una operación artificial o voluntaria progresiva que consiste en una serie de acciones o movimientos controlados, sistemáticamente dirigidos hacia un resultado o propósito determinados. En esta referencia llamaremos proceso a cualquier operación que se va a controlar. Algunos ejemplos son los procesos químicos, económicos y biológicos.

##### **d.3.1.5.- Sistemas.**

Un sistema es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no necesariamente es físico. El concepto de sistema se aplica a

fenómenos abstractos y dinámicos, tales como los que se encuentran en la economía. Por tanto, la palabra sistema debe interpretarse como una implicación de sistemas físicos, biológicos, económicos y similares.

#### **d.3.1.6.- Perturbaciones.**

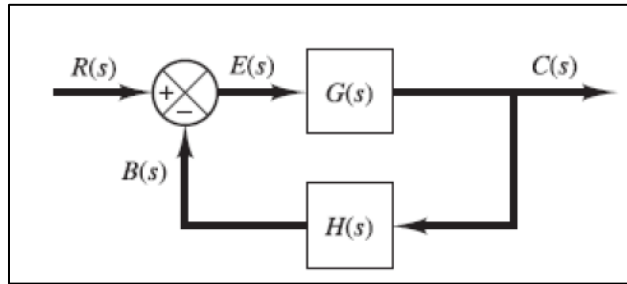
Una perturbación es una señal que tiende a afectar negativamente el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se denomina interna, en tanto que una perturbación externa se produce fuera del sistema y es una entrada. (Ogata, 1987).

#### **d.3.2.- Sistemas de control.**

En los inicios de la era industrial, el control de los procesos se llevó a cabo mediante tanteos basados en la intuición y en la experiencia acumulada por el operario, pero más tarde el mercado exigió mayor calidad en la industria lo que condujo al desarrollo de teorías para explicar el funcionamiento del proceso, de las que derivaron estudios analíticos que, a su vez, permitieron realizar el control de la mayor parte de las variables de interés en los procesos. El control se realiza según el lazo de control típico formado por el proceso, el transmisor, el controlador y la válvula de control. (Creus Solé, 2010).

##### **d.3.2.1.- Sistemas de control en lazo cerrado.**

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control en lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema; como lo podemos observar en la figura 5. (Ogata, 1987).



**FIGURA 5:** Sistema de control lazo cerrado

**FUENTE:** Ogata 1987.

**d.3.2.2.- Sistemas de control en lazo abierto.**

En la figura 6 podemos observar la secuencia de un sistema de control en lazo abierto. Los sistemas en los cuales la salida no afecta la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. Un ejemplo práctico es una lavadora. El remojo, el lavado y el enjuague en la lavadora operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, que es la limpieza de la ropa.



**FIGURA 6:** Sistema de control lazo abierto.

**FUENTE:** Ogata 1987.

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Por tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada. En la práctica, el control en lazo abierto sólo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas. Es evidente que estos sistemas no son de control realimentado. Observe que cualquier sistema de control que opere con una base

de tiempo es en lazo abierto. Por ejemplo, el control del tránsito mediante señales operadas con una base de tiempo es otro ejemplo de control en lazo abierto. (Ogata, 1987).

#### **d.3.2.3.- Tipos de Control.**

En un control manual el operador puede hacer las correcciones en la válvula de control de varias formas:

- Puede abrir o cerrar instantáneamente la válvula.
- Puede abrir o cerrar la válvula lentamente, a una velocidad constante, mientras se mantenga la desviación
- Puede abrir la válvula en mayor grado cuando la desviación es más rápida.
- Puede abrir la válvula un número de vueltas constante, por cada unidad de desviación.

Asimismo, el operador puede emplear otros métodos o combinaciones en la manipulación de la válvula. En los sistemas industriales se emplea, básicamente, uno o una combinación de los siguientes sistemas de control:

- De dos posiciones (todo-nada).
- Flotante.
- Proporcional de tiempo variable.
- Proporcional.
- Proporcional + integral.
- Proporcional + derivada.
- Proporcional + integral + derivada.

##### **d.3.2.3.1.- Control TODO-NADA.**

En la regulación todo-nada, la válvula de control adopta únicamente dos posiciones, abierta o cerrada, para un valor único de variable controlada. Este tipo de control se caracteriza por un ciclo continuo de variación de la variable controlada.

El control todo-nada se emplea, usualmente, con una banda diferencial o zona neutral, dentro de la cual el elemento final de control permanece en su última posición, para valores

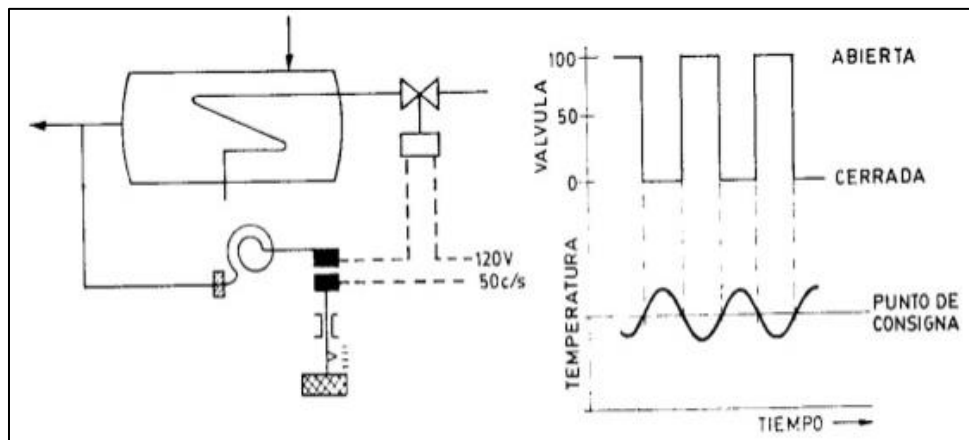
de la variable comprendidos dentro de la banda diferencial. Los ajustes de control se basan en variar el punto de consigna y la gama diferencial.

El control todo-nada funciona satisfactoriamente si el proceso tiene una velocidad de reacción lenta y posee un tiempo de retardo mínimo. Se caracteriza porque las dos posiciones extremas de la válvula permiten una entrada y salida de energía al proceso ligeramente superior e inferior, respectivamente, a las necesidades de la operación normal.

Es evidente que la variable controlada oscila continuamente y que estas oscilaciones variarán, en frecuencia y magnitud, si se presentan cambios de carga en el proceso.

El controlador podría ser también neumático, electrónico o digital con dos únicas señales de salida excitando una válvula neumática, dotada de un posicionador electroneumático o digitoneumático.

Evidentemente, sería complicado y caro frente a la simplicidad de la válvula de solenoide como elemento final de control, en la figura 7 podemos observar un ejemplo de control todo-nada. (Creus Solé, 2010).

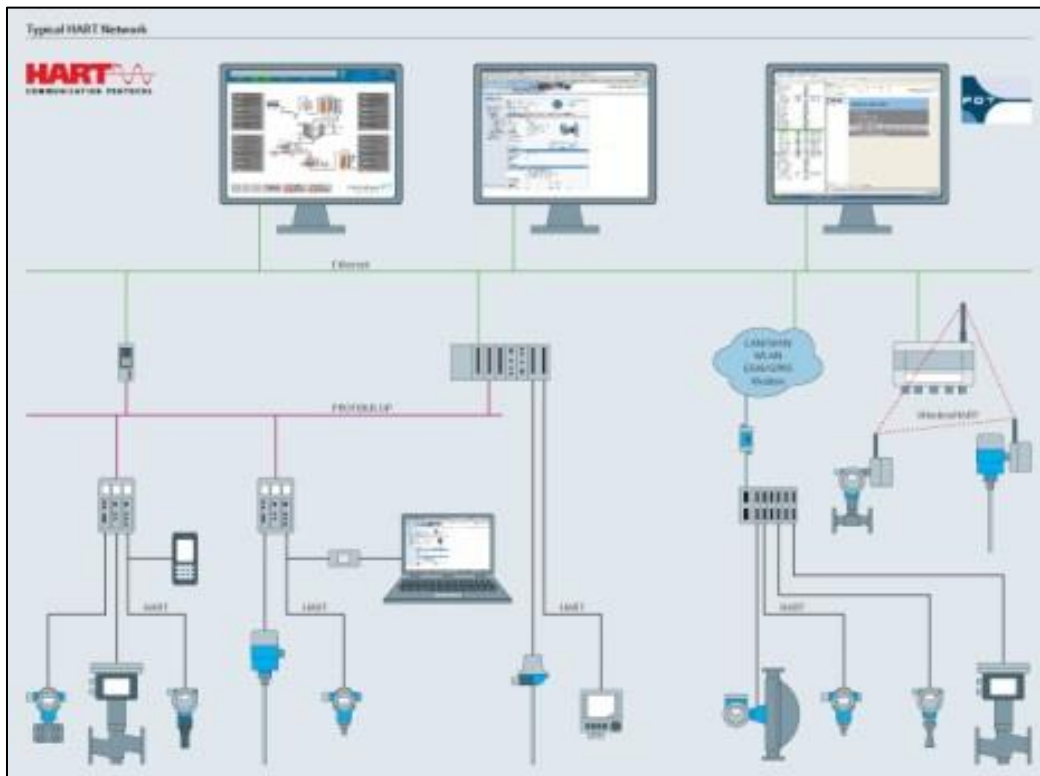


**FIGURA 7:** Ejemplo de control TODO-NADA.

**Fuente:** [www.google.com](http://www.google.com).

#### d.3.2.3.2.- Control Supervisor.

El gran problema que presenta todo sistema electrónico son los posibles fallos de sus componentes a pesar de los avances constantes en la tecnología de los circuitos integrados y la creciente simplificación lograda en el diseño de los computadores, dentro del control supervisor se usa el término SCADA, en la figura 8 se puede observar una conexión típica de un sistema de control SCADA.



**FIGURA 8:** Sistema de control SCADA.

**FUENTE:** [www.google .com](http://www.google.com).

SCADA quiere decir Supervisory Control And Data Adquisition, y en español significa, Supervisión, Control y Adquisición de Datos y son aplicaciones de software, diseñadas con el objetivo de controlar y supervisar procesos a distancia, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, sensores, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora u otro dispositivo. Igualmente, envía la información que se genera en el proceso de producción a uno o varios usuarios, del



mismo nivel y hacia otros entes de supervisión dentro de la empresa, es decir, admite la participación de otras áreas.

En un sistema SCADA se incluyen muchos subsistemas, así la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual recibe las señales y las envía a las estaciones remotas usando protocolos determinados, otra manera podría ser a través de una computadora que realice la toma de datos vía hardware especializado y luego transmita la información a un equipo de radio mediante su puerto serial, y así un sinnúmero de alternativas.

Las tareas tanto de supervisión como de control están relacionadas con el software que utilice el sistema SCADA, allí el operador puede visualizar en la pantalla del computador de cada estación remota que conforme el sistema, los estados, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real. Además estos sistemas actúan sobre dispositivos de la planta, y permiten controlar el proceso desde una estación remota.

Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema la posibilidad de crear alarmas, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada del proceso. Permite la generación de datos históricos de las señale de planta, que pueden ser interpretados en una hoja de cálculo. También ejecuta programas para anular o modificar las tareas asociadas al proceso, bajo ciertas condiciones y tiene la posibilidad de realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador. (Aillón Abril, 2010).

✓ **Requerimientos Principales de un SCADA.**

Existen varios tipos de SCADA's dependiendo del fabricante y del fin con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más indicado hay que tener presente si cumple o no ciertos requerimientos primordiales:

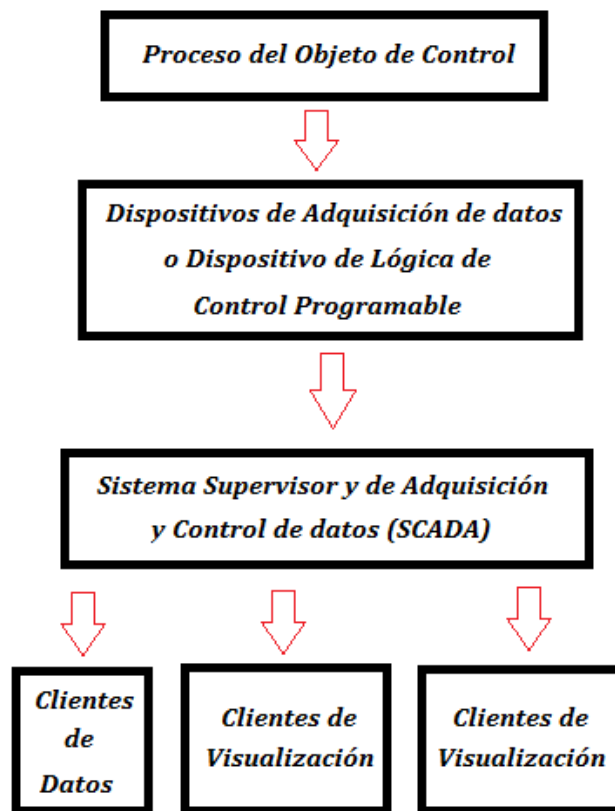
Debe ser indispensable que tenga arquitectura abierta, es decir, permita su crecimiento y expansión, también debe poder ajustarse a las necesidades futuras de los procesos de producción y de la planta.

La programación debe ser sencilla y la instalación debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso, pero que además, sean amigables para el usuario.

Es muy importante que se permita la adquisición de datos de todos los equipos que formen parte del sistema SCADA, y su la comunicación debe ser a nivel interno y externo. (Aillón Abril, 2010).

✓ **Esquema Básico de un Sistema SCADA.**

En la Figura 9 se puede observar que un sistema SCADA conectado a un proceso automatizado consta de las siguientes partes:



**FIGURA 9:** Esquema básico de un SCADA.

**FUENTE:** Aillón Abril-2010.

### **d.3.3.- Componentes básicos.**

Al existir una gama muy extensa de componentes en esta sección definiremos los instrumentos que intervienen en el diseño propuesto.

#### **d.3.3.1.- Sensor.**

Un sensor como los expuestos en la figura 10 se los define como dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Existen de dos tipos:

- Instrumentos ciegos.
- Instrumentos indicadores o medidores.

Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc.

Los sensores pueden estar conectados a un computador para obtener ventajas como son el acceso a una base de datos, la toma de valores desde el sensor, etc. (Ogata, 1987).



**FIGURA 10:** Tipos de Sensores.

**FUENTE:** [www.google .com](http://www.google.com).

### **Características de un sensor**

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- Offset o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.
- Linealidad o correlación lineal.
- Sensibilidad de un sensor: suponiendo que es de entrada a salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida (Ogata, 1987).

#### **d.3.3.1.1.- Sensor final de Carrera.**

Dentro de la clasificación de los instrumentos ciegos; también conocido como "interruptor de límite", pueden ser eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido o de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito.

Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado. Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.

#### ✓ **Funcionamiento.**

Estos sensores tienen dos tipos de funcionamiento: modo positivo y modo negativo. En el modo positivo el sensor se activa cuando el elemento a controlar tiene una tara que hace que el eje se eleve y conecte el objeto móvil con el contacto NC. Cuando el muelle (resorte de presión) se rompe el sensor se queda desconectado. En la figura 11 podemos observar un final de carrera del tipo neumático. ([Robalino Bonifaz, 2007](#)).



**FIGURA 11:** Sensor final de carrera.

**FUENTE:** [www.google.com](http://www.google.com).

#### **d.3.3.1.2.- Sensor de Caudal.**

En la mayor parte de las operaciones realizadas en los procesos industriales y en las efectuadas en laboratorio y en plantas piloto es muy importante la medición de caudales de líquidos y gases. Clasificado como un instrumento indicador o de medición.

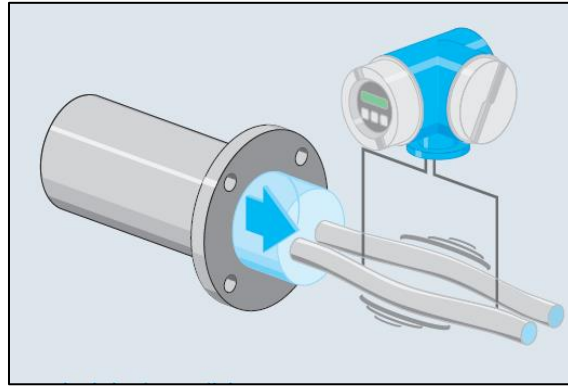
Existen dos tipos de medidores, los volumétricos que determinan el caudal en volumen del fluido, y los de masa que determinan el caudal masa. Se reservan los medidores volumétricos para la medida general de caudal y se destinan los medidores de caudal másico a aquellas aplicaciones en las que la exactitud de la medida es importante, por ejemplo en las determinaciones finales del caudal del producto para su facturación. (Creus Solé, 2010).

#### ✓ **Medidor de Coriolis.**

Como el de la figura 12, éste se basa en el teorema de Coriolis, matemático francés (1795-1843) que observó que un objeto de masa  $m$  que se desplaza con una velocidad lineal  $V$  a través de una superficie giratoria, que gira con velocidad angular constante  $w$ , experimenta una velocidad tangencial (velocidad angular  $\times$  radio de giro) tanto mayor cuanto mayor es su alejamiento del centro. Si el móvil se desplaza del centro hacia la periferia experimentará un aumento gradual de su velocidad tangencial, lo cual indica que se le está aplicando una aceleración  $y$ , por lo tanto, una fuerza sobre su masa. Como el radio de giro va aumentando gradualmente, la velocidad tangencial también varía, con lo que se concluye que una variación de velocidad comporta una aceleración que, a su vez, es debida a una fuerza que actúa sobre la bola. Estas son, respectivamente, la aceleración y la fuerza de Coriolis.

La generación de la fuerza de Coriolis puede producirse básicamente de dos formas:

- Por inversión de las velocidades lineales del fluido mediante la desviación de un bucle en forma de omega ( $\Omega$ ) en estado de vibración controlada.
- Por inversión de las velocidades angulares del fluido mediante un tubo recto. (Creus Solé, 2010).



**FIGURA 12:** Sensor tipo Coriolis.

**FUENTE:** catálogo Endress+Hauser.

#### **d.3.3.1.3.- Sensor de Nivel.**

En la industria, la medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto de vista del funcionamiento correcto del proceso como de la consideración del balance adecuado de materias primas o de productos finales.

Los medidores de nivel de líquidos trabajan midiendo, bien directamente la altura de líquido sobre una línea de referencia, bien la presión hidrostática, bien el desplazamiento producido en un flotador por el propio líquido contenido en el tanque del proceso, bien aprovechando características eléctricas del líquido o bien utilizando otros fenómenos. (Creus Solé, 2010).

#### ✓ **Medidor Capacitivo.**

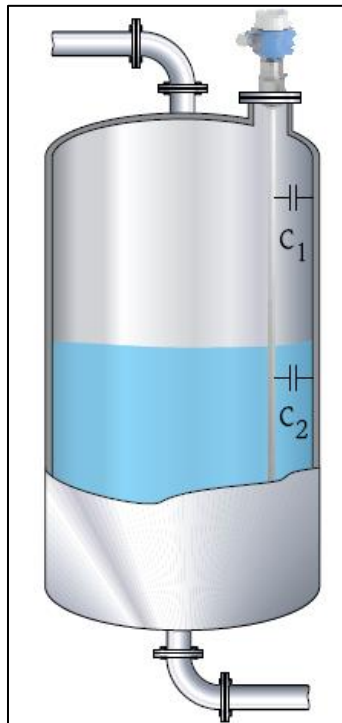
Como el expuesto en la figura 13; el cual utiliza un método que se relaciona con la teoría de la variación de capacidad en un condensador, que utilizan como dieléctrico una capa delgada de óxido no conductor entre una lámina metálica y una disolución conductora que en conjunto nos permiten almacenar o descargar carga eléctrica.

Los componentes internos de este tipo de instrumentos son:

- Sonda de medición.
- Oscilador de alta frecuencia.
- Amplificador con señal de salida.

Para realizar la medición de nivel por capacidad, se conecta el condensador conformado por la guía y la pared del tanque conectado a un oscilador de alta frecuencia de modo que el cambio de capacidad se puede convertir en señal eléctrica.

Si el tanque se encuentra vacío quiere decir que el producto no se encuentra en contacto con la sonda y se tiene un valor de capacitancia baja en cuanto que si se comienza a llenar el tanque con el producto cierra el circuito presentando una variación en la capacitancia. (Arias Toapanta, 2013).



**FIGURA 13:** Medición de Nivel tipo capacitivo.

**FUENTE:** [www.google .com](http://www.google.com).

#### **d.3.3.2.- Transmisores.**

Los transmisores como el de la figura 14 son instrumentos que captan la variable de proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática, electrónica, digital, óptica, hidráulica o por radio.

La señal electrónica normalizada es de 4 a 20mA de corriente continua, si bien se utilizan de 1 a 5mA c.c., de 10 a 50mA c.c. y de 0 a 20mA c.c.; por otra parte la señal digital



consiste una serie de impulsos en forma de bits. Cada bit consiste en dos signos, el 0 y el 1 (código binario), y representa el paso (1) o no (0) de una señal a través de un conductor. Si la señal digital que maneja el microprocesador del transmisor es de 32 bits entonces puede enviar 32 señales binarias (0 y 1) simultáneamente. (Creus Solé, 2010).



**FIGURA 14:** Transmisor SITRANS P500.

**FUENTE:** [www.google.com](http://www.google.com).

### **d.3.3.3.- Controlador.**

El controlador es un instrumento que compara la variable controlada con un valor deseado y ejerce automáticamente una acción de corrección conforme con la desviación; de acuerdo con el tipo de energía que utilizan en su operación se pueden clasificar como neumáticos hidráulicos y electrónicos, el tipo de controlador que se use debe decidirse con base en la naturaleza de la planta y las condiciones operacionales, incluyendo consideraciones tales como seguridad, costo, disponibilidad, confiabilidad, precisión, peso y tamaño. (Creus Solé, 2010).

#### **d.3.3.3.1.- Controlador Lógico Programable.**

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Los PLC's son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real duro donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, que de lo contrario no producirá el resultado deseado, en la figura 15 podemos observar un PLC de uso industrial Siemens S7-300. (Ogata, 1987).



**FIGURA 15:** PLC Siemens S7-300.

**FUENTE:** [www.google.com](http://www.google.com).

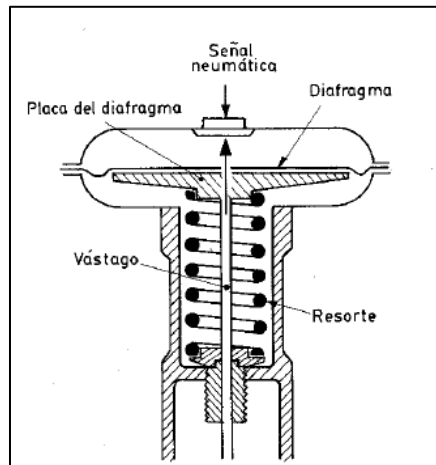
#### **d.3.3.4.- Elemento final de Control.**

Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador, ya que realiza la función de variar el caudal del fluido de control. (Creus Solé, 2010).

En esta sección de los elementos finales de control analizaremos los accionados por servomotores neumáticos y los accionados por solenoides, definiendo primeramente cada uno de ellos.

##### **d.3.3.4.1.- Servomotores Neumáticos.**

En la figura 16 se puede apreciar un servomotor neumático el cual consta de un diafragma con resorte que trabaja (con algunas excepciones) entre 3 y 15 psi (0.2-1 bar), es decir, que las posiciones extremas de la válvula corresponden a 3 y 15 psi (0.2 y 1 bar). (Creus Solé, 2010).



**FIGURA 16:** Servomotor neumático.

**FUENTE:** Creus Solé 2010.

Dentro de los elementos finales de control accionados de forma neumática tenemos:

✓ **Válvulas de estrangulación o reguladoras de flujo.**

En la figura 17 se puede observar una válvula de compuerta. Éstas tienen como función limitar el flujo en una tubería, esto con el fin de evitar daños a los elemento o reducir la velocidad con que estos actúan. Son muy usadas para aumentar la seguridad de una instalación. (Frank Ebel, 2010).



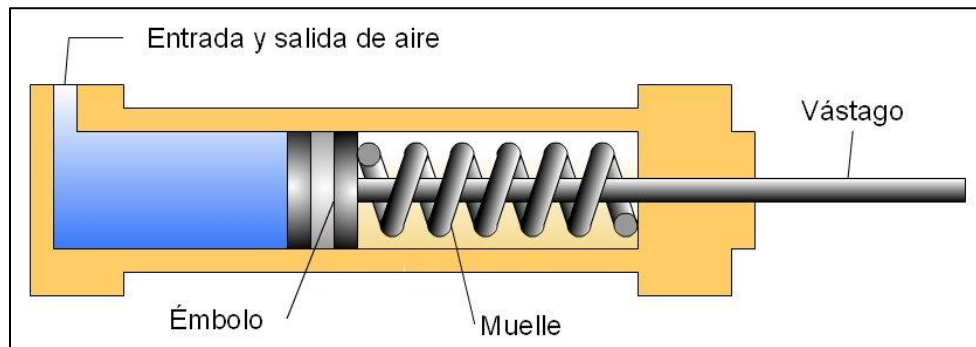
**FIGURA 17:** Válvula de cierre con actuador neumático.

**FUENTE:** www.google .com.

✓ **Cilindros simple efecto.**

Estos cilindros se componen de: Tubo cilíndrico, tapa de fondo y tapa frontal con cojinete, émbolo con retén, vástago, muelle de recuperación, casquillo de cojinete y junta de rascador, como el que se puede observar en la figura 18. Al aplicar el aire comprimido a la parte posterior del émbolo avanza el vástago. Al efectuarse la purga del aire el muelle recupera el émbolo a su posición inicial. Debido a la longitud del muelle se utilizan cilindros de simple efecto hasta carreras de 100 mm aprox.

Estos cilindros sólo pueden efectuar trabajo en una dirección, por lo tanto es apropiado para tensar, expulsar, introducir, sujetar, etc. (Frank Ebel, 2010).



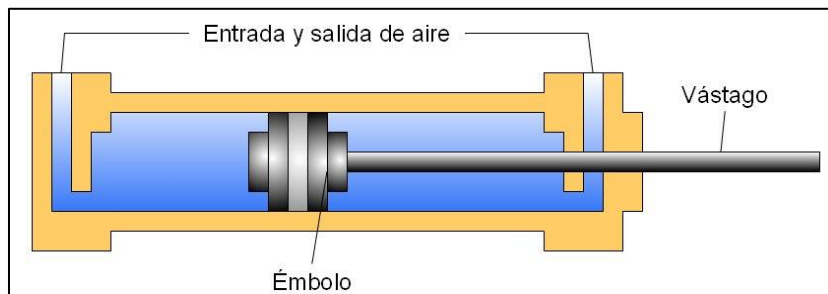
**FIGURA 18:** Cilindro neumático simple efecto.

**FUENTE:** [www.google.com](http://www.google.com).

✓ **Cilindros doble efecto.**

Estos cilindros se componen de: Tubo, tapa posterior, frontal con casquillo de cojinete, junta de labio, junta de rascador, vástago y émbolo con rezón (de doble labio), como la que se aprecia en la figura 19. Al recibir aire comprimido por la parte posterior y purgándose el lado anterior, sale el vástago. Cuando el aire se introduce frontalmente el vástago retrocede. A igualdad de presión, la fuerza del émbolo es mayor en el avance que en el retroceso debido a la mayor sección posterior sobre la anterior.

En los casos en que el trabajo sea en las dos direcciones además las carreras que pueden obtenerse son mayores a la de los cilindros de simple efecto. (Frank Ebel, 2010).



**FIGURA 19:** Cilindro neumático doble efecto.

**FUENTE:** [www.google.com](http://www.google.com).

#### **d.3.3.4.2.- Solenoide.**

Es una bobina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica para accionar, normalmente, la válvula desde la posición cerrada a la posición abierta, es decir, en ausencia de alimentación eléctrica la válvula está cerrada mediante un muelle y, al excitar el solenoide, se abre por atracción del émbolo unido al obturador, en la figura 20 podemos observar una válvula solenoide típica. (Creus Solé, 2010).



**FIGURA 20:** Válvula activada por solenoide.

**FUENTE:** [www.google.com](http://www.google.com).

Dentro de los elementos finales de control accionados por solenoide tenemos:

#### ✓ **Electroválvulas o válvula de vías.**

En la figura 21 se puede apreciar una electroválvula, las electroválvulas son dispositivos utilizados para controlar la presión o flujo en un circuito neumático, las características de la válvulas de vías, son el número de conexiones (vías), el número de posiciones, su tipo de

accionamiento y la forma en que esta vuelve a su posición original, además por supuesto características técnicas como presión que maneja, tamaño, peso y fuerza necesaria en el accionamiento o energía que este consume. (Frank Ebel, 2010).



**FIGURA 21:** Electroválvula biestable.

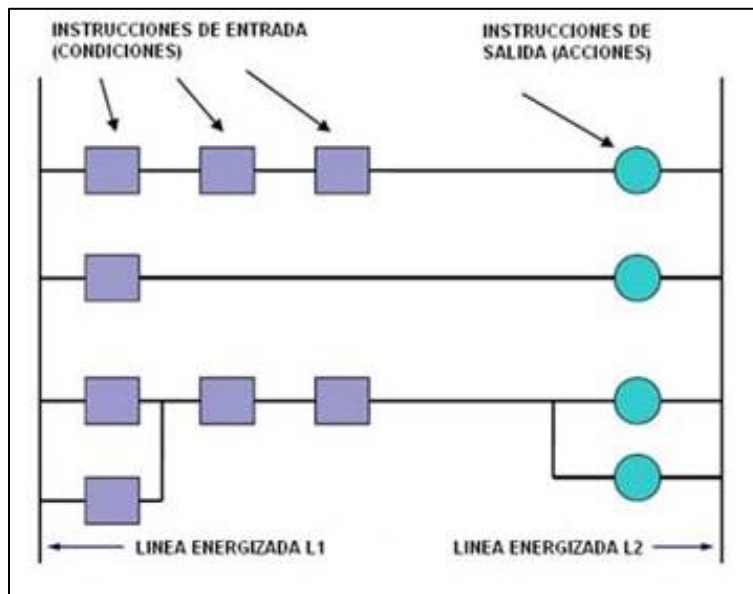
**FUENTE:** www.google .com.

#### **d.3.3.5.- Lenguaje de Programación.**

##### **d.3.3.5.1.- Diagrama de Escalera (Ladder).**

En la figura 22 se puede observar un ejemplo de uno de los lenguajes de programación más ambiguos, que se asemeja mucho al utilizado para la elaboración de diagramas eléctricos con contadores y relés.

En lo que respecta a la similitud con los circuitos eléctricos, se debe tener en cuenta que en un circuito eléctrico todas las conexiones se realizan en forma simultánea mientras que en un PLC se desarrollan en forma secuencial de tal manera que sigue la posición de cada una de las líneas del programa ejecutándose de tal manera que primero lee las entradas, para posteriormente ejecutar el programa y activar o desactivar las salidas de acuerdo al programa. (Arias Toapanta, 2013).



**FIGURA 22:** Programación LADDER.

FUENTE: [www.google.com](http://www.google.com).

#### **d.3.3.6.- Comunicación.**

Las comunicaciones entre los instrumentos de proceso y el sistema de control se basan en señales analógicas neumáticas (0.2-1 bar utilizadas en pequeñas plantas y en las válvulas de control), electrónicas de 4-20mA c.c. y digitales, siendo estas últimas capaces de manejar grandes volúmenes de datos y guardarlos en unidades históricas, las que están aumentando día a día sus aplicaciones.

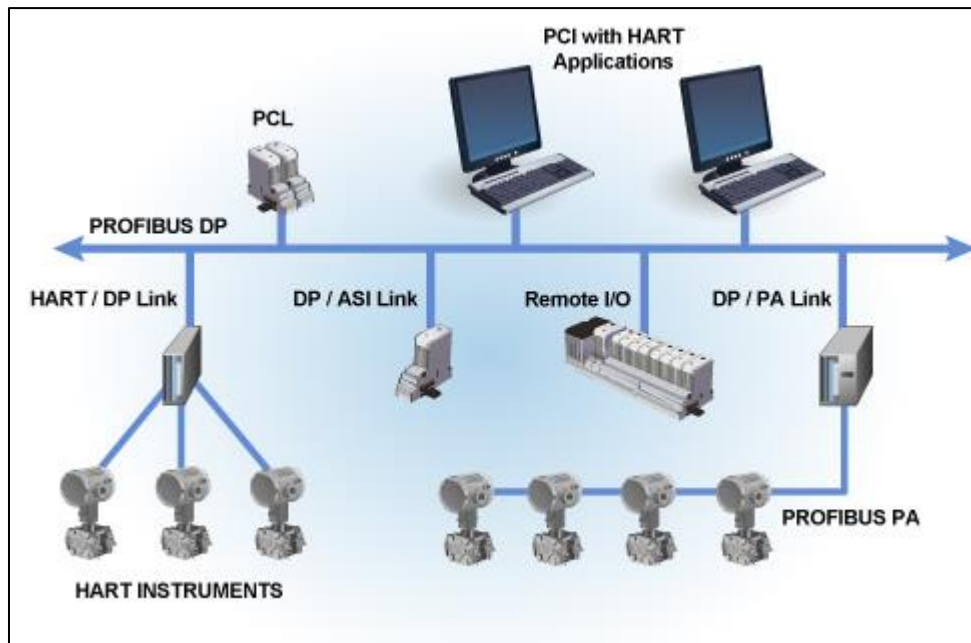
La exactitud de las señales digitales es de unas 10 veces mayor que la señal clásica de 4-20mA c.c., en lugar de enviar cada variable por un par de hilos (4-20mA), transmiten secuencialmente las variables a través de un cable de comunicaciones llamado bus. El término bus indica el transporte secuencial de señales eléctricas que representan información codificada de acuerdo con un protocolo.

Los fabricantes de sistemas de comunicaciones empezaron con sus propios sistemas llamados propietarios, es decir sin que fuera posible intercambiar sus aparatos con los de otros fabricantes. Sin embargo, han llegado por lógica a fabricar sistemas abiertos, debido a la demanda del mercado. (Creus Solé, 2010).

### d.3.3.6.1.-Protocolo Profibus.

Es una red abierta, muy popular en Europa, estándar e independiente de fabricantes (interoperable). Dispone de tres perfiles de usuario: Profibus FMS (universal), Profibus DP (rápido) y Profibus PA (orientado a la aplicación con automatización de procesos incluso en áreas con riesgo de explosión y comunicación con equipos de campo).

Profibus está basado en el modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnections) e implementa los niveles 1(físico) y 2(enlace). El nivel de usuario normaliza las funciones básicas de todos los instrumentos, de tal manera que aparatos de distintos fabricantes son intercambiables, en la figura 23 se puede observar un esquema de conexión Profibus. (Creus Solé, 2010).



**FIGURA 23:** Conexión HART y conexión PROFIBUS.

**FUENTE:** [www.google.com](http://www.google.com).



## **e. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **e.1.- Materiales.**

- Computadora.
- Redes de comunicación interconectadas (internet).
- Software de programación de controladores (TIA PORTAL V13, SIMATIC S7, PLC SIM).

### **e.2.- Metodología.**

La elaboración del presente trabajo de tesis se lo realizó siguiendo el proceso que se detalla a continuación:

Se realizó inicialmente el levantamiento físico y teórico del proceso de evacuación de GLP en los cilindros de 15 kg.

#### **RESULTADOS:**

- Se elaboró los planos isométricos de la instalación, por medio del software AUTOCAD®.
- Se realizó la descripción gráfica y teórica del proceso de evacuado de GLP en los cilindros de 15 kg.
- Se detectó los problemas e inconvenientes existentes en el desarrollo del proceso de evacuado de GLP.

Se efectuó una propuesta de automatización del proceso de evacuado de GLP en los cilindros de 15 kg.

#### **RESULTADOS:**

- Se elaboró los planos isométricos del nuevo diseño propuesto, utilizando el software AUTOCAD®.
- Se elaboró la descripción del diseño propuesto.
- Se escogió los instrumentos que se utilizarán en la propuesta de diseño, investigando y evaluando su funcionamiento por medio de manuales, catálogos y videos extraídos de internet.

Se desarrolló la propuesta mediante el diseño de un sistema SCADA.

**RESULTADOS:**

- Se ejecutó la programación del PLC, con el software TIA Portal V13.
- Se ejecutó la programación y el diseño de las pantallas HMI, por medio del software TIA Portal V13.
- Se realizó la simulación de la programación realizada mediante el software PLCSim y WinCC Runtime.

Se elaboró el presupuesto del diseño propuesto mediante la elaboración de análisis de precios unitarios APU's.

**RESULTADOS:**

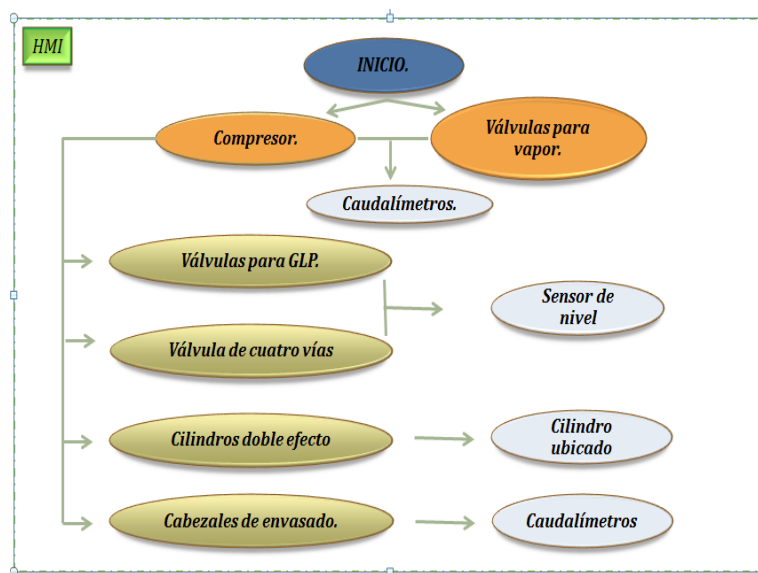
- Se efectuó la valoración económica y el análisis del diseño propuesto para determinar la factibilidad de su implementación.

## f. RESULTADOS.

### f.1. Diagrama de Flujo del sistema SCADA propuesto.

En la figura 24 se observa el diagrama de flujo del sistema supervisor propuesto, el cual explica:

- El proceso arranca al pulsar el botón de *INICIO*, activando las salidas *compresor* y *válvulas de vapor*, cuyo funcionamiento está restringido por la señal que emiten los *caudalímetros* a la salida de las *válvulas de vapor*;
- Luego de que se activó el *compresor* y en dependencia de éste se puede activar la *válvula de cuatro vías* para vapor y las *válvulas para GLP* de entrada y salida del fluido tanto para el tanque estacionario 1 y tanque estacionario 2, la apertura y cierre de las *válvulas para GLP* está restringido por la señal del *sensor de nivel* del tanque estacionario 1.
- La activación y desactivación de los *cilindros doble efecto* y de los *reguladores neumáticos* está restringido por la señal de los caudalímetros ubicados a la salida de los cilindros de 15 kg.
- Todo el proceso puede ser supervisado por las pantallas de control *HMI*.



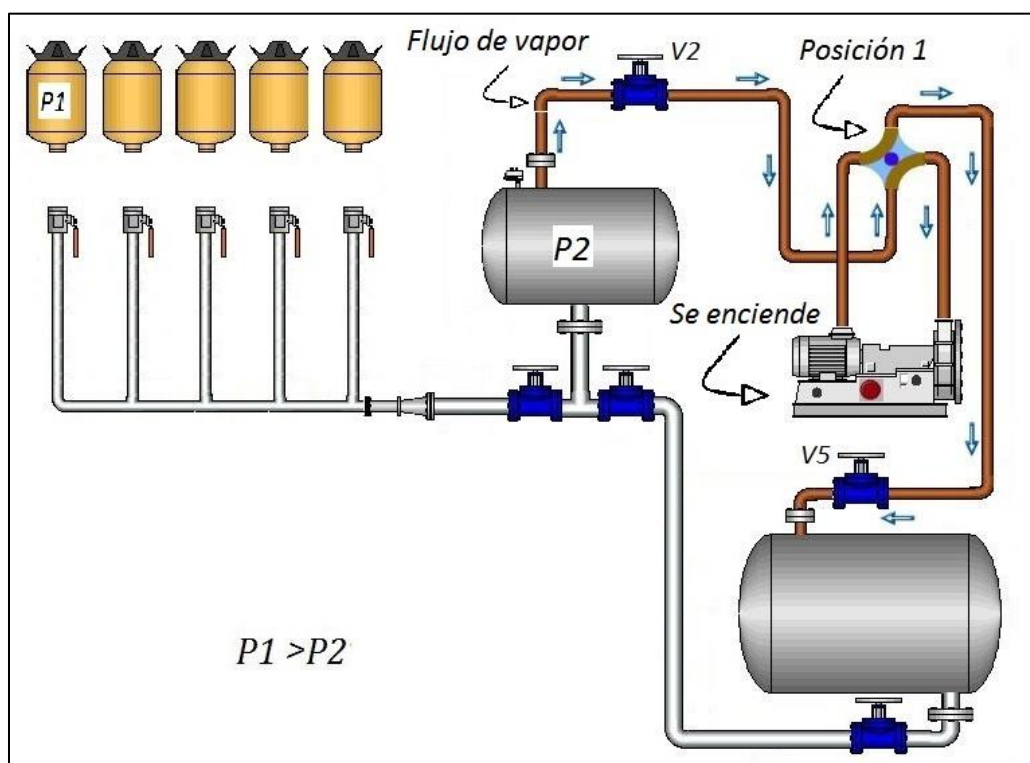
**FIGURA 24:** Diagrama de flujo del sistema propuesto.

**FUENTE:** El Autor.

## f.2. Descripción del proceso de evacuado de GLP en cilindros de 15 kg.

### f.2.1. Proceso de evacuado de GLP con el sistema existente.

- a. Se enciende el compresor, la válvula de 4 vías se coloca en la posición 1, y se abre la válvula V2 (válvula de vapor de tanque estacionario 1) y la válvula V5 (válvula de vapor de tanque estacionario 2); al estar la válvula de 4 vías en esa posición nos permitirá succionar el vapor existente en el tanque 01 y así crear un vacío en el mismo, por lo que obtendremos una mayor presión en el cilindro de 15 kg, este paso se lo realiza por lo que es necesaria una diferencia de presiones para poder realizar el trasvase de GLP por medio de compresor, se aclara que el compresor debe permanecer encendido durante todo el proceso de evacuado del GLP debido a que en algún momento las presiones P1 y P2 se igualan; entonces al mantener el compresor encendido nos aseguramos que exista una diferencia de presiones entre ambos recipientes; en la figura 25 se tiene una explicación gráfica del primer paso del proceso.

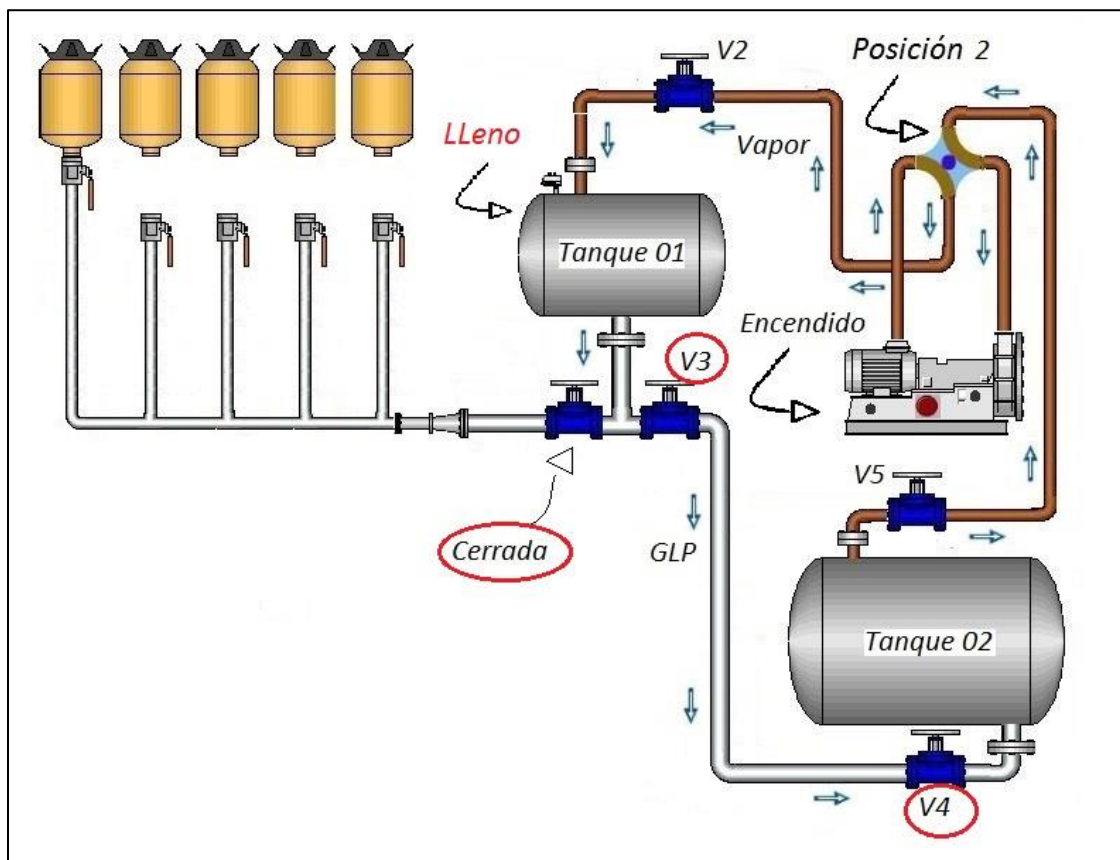


**FIGURA 25:** Diferencia de presiones.

**FUENTE:** El autor.



(salida de GLP del tanque estacionario 1) y la válvula V4 (entrada de GLP al tanque estacionario 2) y así poder realizar el trasvase desde el tanque 01 hacia el tanque 02, cuando el tanque 01 se ha vaciado por completo el proceso se vuelve a repetir nuevamente, cerrando la válvula V3 (salida del GLP del tanque estacionario 1) y la válvula V4 (entrada de GLP a tanque estacionario 2), abriendo nuevamente la válvula V1 (entrada de GLP a tanque estacionario 1) y colocando la válvula de cuatro vías nuevamente en la posición 1; como se puede observar el compresor se encuentra encendido y las válvulas de vapor también permanecen abiertas durante todo el proceso de trasvase del GLP.



**FIGURA 27:** Trasvase hacia tanque 2.

**FUENTE:** El autor.

### f.2.2. Propuesta de diseño.

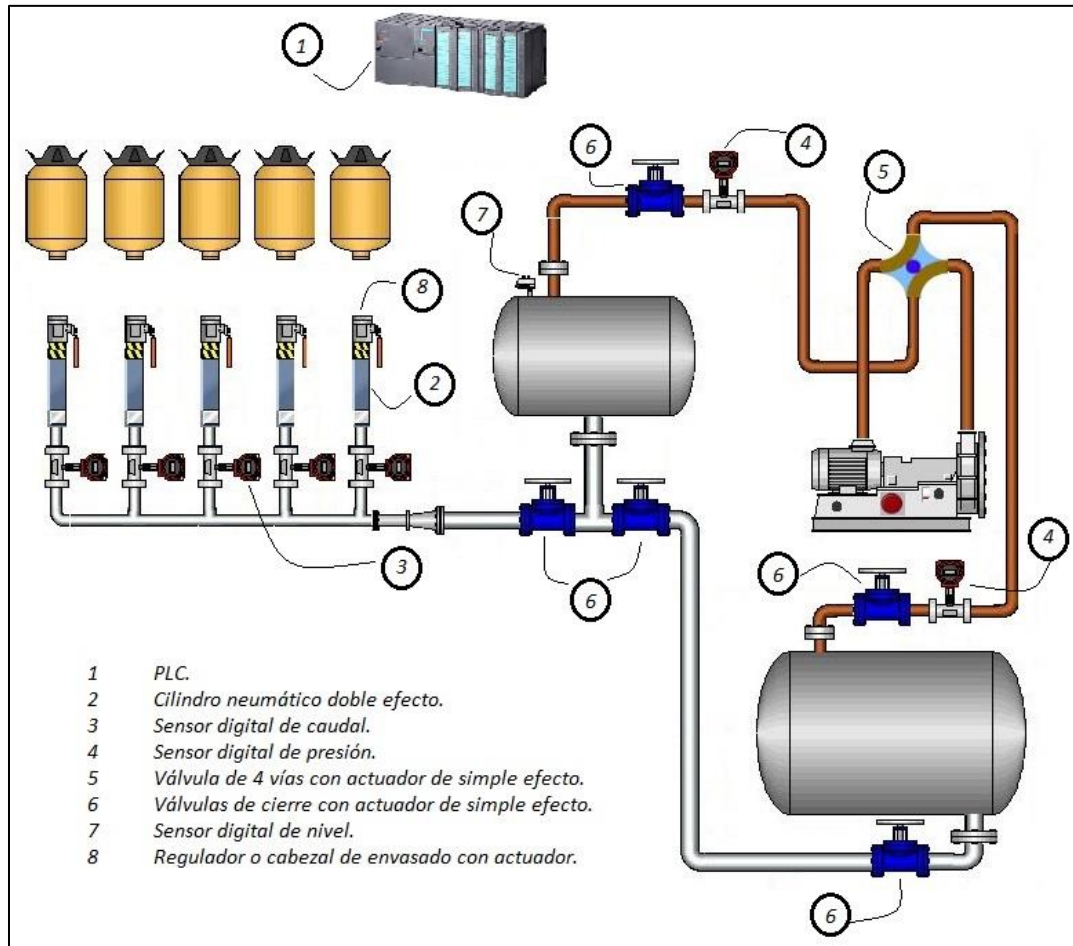
Para la propuesta de diseño, el evacuado de GLP se desarrolla bajo el mismo proceso descrito en el ítem anterior, pero se incorporarán los equipos descritos en la tabla 14, estos equipos nos permitirán realizar el proceso de evacuado de GLP en los cilindros de 15 kg de una forma automatizada.

**Tabla 14:** Descripción de los equipos.

N°	Descripción	Función
1	PLC.	Controla todo el proceso, controlando las entradas, marcas y salidas de todo el proceso diseñado.
2	Cilindro neumático doble efecto.	Subir el cabezal de envasado hacia la válvula del cilindro de 15kg.
3	Sensor digital de caudal1.	Emite una señal para determinar si hay flujo de GLP y regresar el cilindro doble efecto a su posición inicial.
4	Sensor digital de caudal2.	Emite una señal en el momento en que existe intrusión de GLP en la tubería de vapor para apagar todo el sistema.
5	Válvula de 4 vías con actuador neumático simple efecto.	Ésta tendrá dos posiciones que nos permitirán controlar el flujo del vapor ya sea hacia el tanque 01 o hacia el tanque 02.
6	Válvula de cierre con actuador neumático simple efecto.	Éstas nos permitirán el acceso o salida de GLP y de vapor, en los tanques 01 y 02.
7	Sensor digital de nivel.	Éste se encuentra instalado en el tanque 01 y nos emitirá una señal de lleno para iniciar el trasvase de GLP hacia el tanque 02, y una señal de vacío para nuevamente iniciar el trasvase desde los cilindros de 15 kg hacia el tanque 01.
8	Regulador o cabezal de envasado con actuador neumático doble efecto.	Éste se activará cuando el cilindro doble efecto complete su recorrido y permitirá el flujo del GLP por el sistema de tuberías hacia el tanque 01.
9	Pantalla HMI.	Nos permite visualizar el proceso de evacuado de GLP.

**Fuente:** El Autor.

En la figura 28 se observa la ubicación de los equipos seleccionados dentro del proceso de evacuado de GLP de los cilindros de 15 kg,



**FIGURA 28:** Ubicación de equipos.

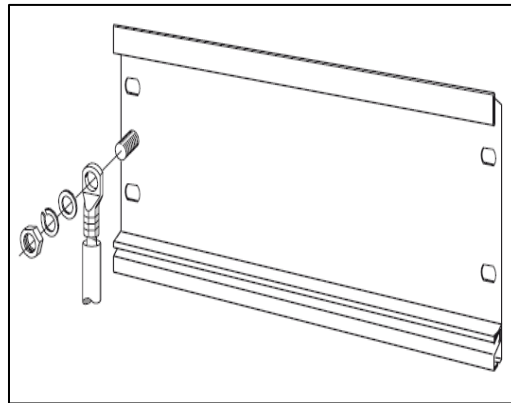
**FUENTE:** El Autor.



### f.3. Esquema de conexión de equipos.

#### f.3.1. Conexión a tierra de los equipos.

En la figura 29 se detalla la conexión a tierra del riel en el que se ubicará el PLC, la fuente de poder y los módulos de entradas y salidas del PLC.

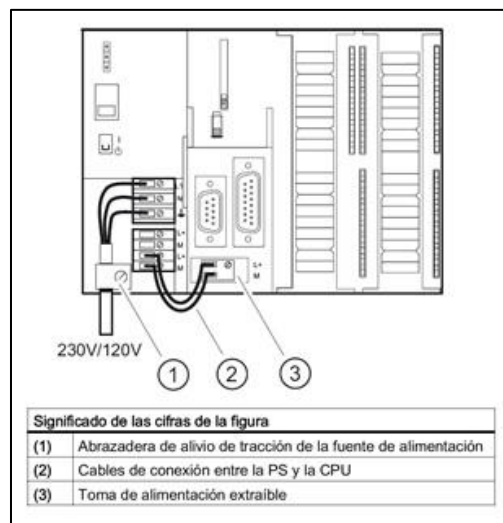


**FIGURA 29:** Protección a tierra física.

**FUENTE:** Manual de instalación S7-300.

#### f.3.2. Conectar a la red la Fuente de alimentación y el PLC.

En la figura 30 se observa la conexión de la fuente de alimentación a la red y también observamos la conexión de ésta con el PLC.

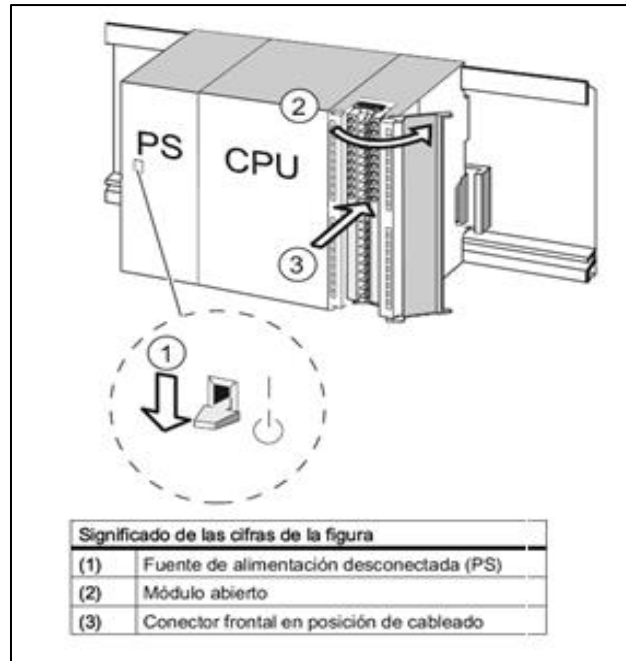


**FIGURA 30:** Cableado a la red de alimentación.

**FUENTE:** Manual de instalación S7-300

**f.3.3. Conectar los módulos de entradas I y salidas Q.**

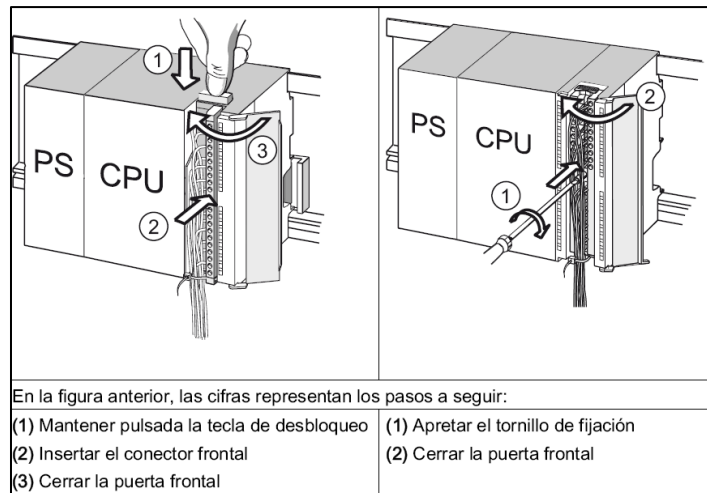
En la figura 31 se indica como conectar los módulos de entradas y salidas al PLC, operación que se realiza con los equipos apagados para evitar daños.



**FIGURA 31:** Conexión de entradas.

**FUENTE:** Manual de instalación S7-300.

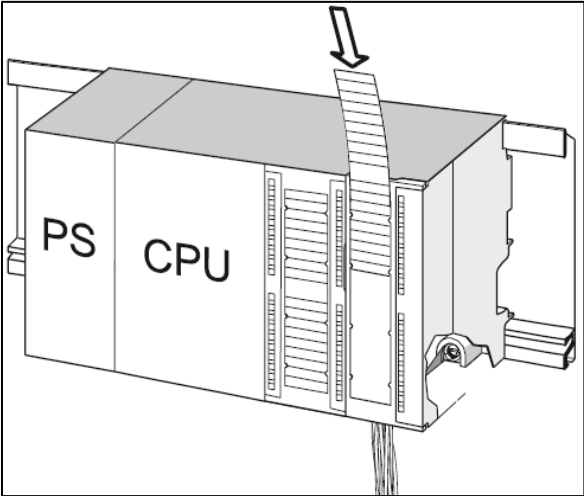
En la figura 32 se detalla el proceso para conectar las entradas a los módulos del PLC.



**FIGURA 32:** Cableado de conectores frontales.

**FUENTE:** Manual de instalación S7-300

Por último en la conexión del PLC se tiene en la figura 33 la manera de rotular los módulos de entradas y salidas.

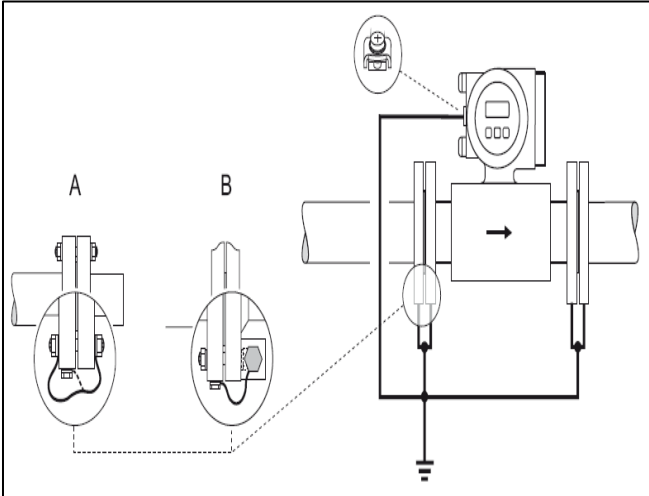


**FIGURA 33:** Rotulado de módulos.

**FUENTE:** Manual de instalación S7-300.

**f.3.4. Conectar los Sensores de nivel y caudal.**

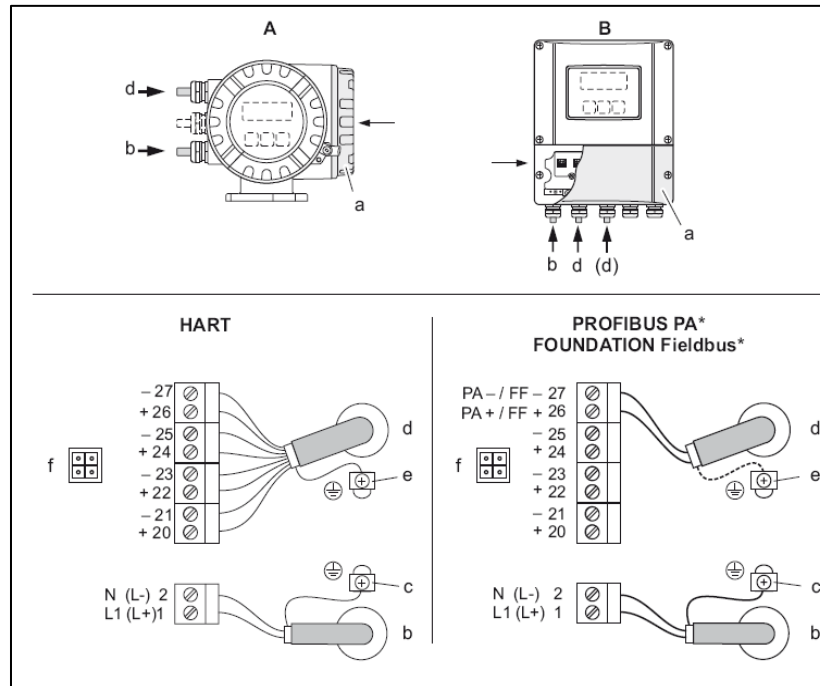
Una vez instalados los equipos de control (PLC), se procede a conectar los equipos de medición de nivel y caudal, en la figura 34 se detalla cómo hacer la conexión a tierra de los transmisores tanto de los caudalímetros como del sensor de nivel.



**FIGURA 34:** Conexión de transmisores a tierra.

**FUENTE:** Manual de instalación SITRANS P500.

En la figura 35 se tiene un detalle de conexión de los transmisores con la red de tensión y con la red de comunicación ya sea en comunicación HART o en comunicación PROFIBUS.



**FIGURA 35:** Conexión de transmisores a la red de tensión y red de datos.

**FUENTE:** Manual de instalación SITRANS P500

#### f.4. Programación del PLC.

Como primer paso se recomienda realizar las tablas de variables que intervienen en el diseño, ya sea de entradas digitales, marcas, entradas analógicas y salidas digitales; para tener una idea clara de las variables que intervienen y poder dar las direcciones dentro de la programación.

##### f.4.1. Tabla de entradas digitales.

Las entradas digitales son del tipo booleanas y sus direcciones se las denota con la letra I, en este diseño por tratarse de un PLC simulable se puede empezar por dirección I0.0, pero al conectar a un módulo de entradas real la dirección debe coincidir con las direcciones del módulo por ejemplo I8.0, en la tabla 15 se detalla las entradas digitales que intervienen en el diseño.

**Tabla 15:** Entradas digitales.

NOMBRE	TIPO DE DATOS	DIRECCIÓN	COMENTARIO
Cilindro 01 ubicado	Bool	I0.0	Pulsador para activar cilindro neumático ramal 1
Cilindro 02 ubicado	Bool	I0.1	Pulsador para activar cilindro neumático ramal 2
Cilindro 03 ubicado	Bool	I0.2	Pulsador para activar cilindro neumático ramal 3
Cilindro 04 ubicado	Bool	I0.3	Pulsador para activar cilindro neumático ramal 4
Cilindro 05 ubicado	Bool	I0.4	Pulsador para activar cilindro neumático ramal 5
Final de carrera 01	Bool	I0.5	Final de carrera que activa regulador 01
Final de carrera 02	Bool	I0.6	Final de carrera que activa regulador 02
Final de carrera 03	Bool	I0.7	Final de carrera que activa regulador 03
Final de carrera 04	Bool	I1.0	Final de carrera que activa regulador 04
Final de carrera 05	Bool	I1.1	Final de carrera que activa regulador 05

Fuente: El Autor.

**f.4.2. Tabla de marcas internas.**

Las marcas sirven para activar las salidas, son del tipo booleanas con excepción de la marca TIEMPO que es del tipo time la cual guarda el registro de los temporizadores, éstas marcas no son físicas más bien son procesadas internamente por el PLC.

**Tabla 16:** Marcas Internas.

NOMBRE	TIPO DE DATOS	DIRECCIÓN	COMENTARIO
M1	Bool	M0.1	Marca de manómetro 1-salida del tanque 02
M2	Bool	M0.2	Marca de manómetro 2-salida del tanque 01
M3	Bool	M0.3	Marca que activa el compresor, válvulas 2 y 5.
M4	Bool	M0.4	Marca de tanque 01 vacío.
M5	Bool	M0.5	Marca de tanque 01 lleno.
M6	Bool	M0.6	Marca para activar solenoides de C1 y V1
M7	Bool	M0.7	Marca caudalímetro de ramal 1
M8	Bool	M1.0	Marca caudalímetro de ramal 2
M9	Bool	M1.1	Marca caudalímetro de ramal 3
M10	Bool	M1.2	Marca caudalímetro de ramal 4
M11	Bool	M1.3	Marca caudalímetro de ramal 5
M12	Bool	M1.4	Marca para activar solenoides de válvulas V3 y V4
M13	Bool	M3.3	Comparación nivel lleno
M14	Bool	M3.4	Comparación nivel bajo
M15	Bool	M3.5	Iniciar evacuado
TIEMPO	Time	MD104	Marca interna de tiempo
ON	Bool	M2.4	Marca para iniciar proceso
OFF	Bool	M2.5	Marca de paro de emergencia
MT1	Bool	M2.6	Marca para activar regulador 01
MT2	Bool	M2.7	Marca para activar regulador 02
MT3	Bool	M3.0	Marca para activar regulador 03
MT4	Bool	M3.1	Marca para activar regulador 04
MT5	Bool	M3.2	Marca para activar regulador 05

Fuente: El Autor.

### f.4.3. Tabla de salidas.

Las salidas digitales se las denota con la letra Q y su dirección debe coincidir con la de los módulos de salidas digitales, en este diseño las salidas son las que activarán los solenoides de las electroválvulas para así poder activar las válvulas de cierre neumáticas, los cilindros doble efecto, los reguladores neumáticos y la válvula de cuatro vías, en la tabla 17 se puede observar las salidas necesarias para realizar el proceso de evacuado de GLP.

**Tabla 17:** Salidas digitales.

NOMBRE	TIPO DE DATOS	DIRECCIÓN	COMENTARIO
Compresor	Bool	Q8.0	Compresor encendido
V2	Bool	Q8.1	Válvula 2 activa
V5	Bool	Q8.2	Válvula 5 activa
C1	Bool	Q8.3	Válvula 4vías activa
V1	Bool	Q8.4	Válvula 1 activa
CR1 sube	Bool	Q8.5	Cilindro neumático ramal1 activado
CR1 baja	Bool	Q8.6	Cilindro neumático ramal1 desactivado
CR2 sube	Bool	Q8.7	Cilindro neumático ramal2 activado
CR2baja	Bool	Q9.0	Cilindro neumático ramal2desactivado
CR3 sube	Bool	Q9.1	Cilindro neumático ramal3 activado
CR3 baja	Bool	Q9.2	Cilindro neumático ramal3 desactivado
CR4 sube	Bool	Q9.3	Cilindro neumático ramal4 activado
CR4 baja	Bool	Q9.4	Cilindro neumático ramal4 desactivado
CR5 sube	Bool	Q9.5	Cilindro neumático ramal5 activado
CR5 baja	Bool	Q9.6	Cilindro neumático ramal5 desactivado
V3	Bool	Q9.7	Válvula 3 activa
V4	Bool	Q12.0	Válvula 4 activa
Reg1 off	Bool	Q12.1	Regulador 1 desactivado
Reg2 off	Bool	Q12.2	Regulador 2 desactivado
Reg3 off	Bool	Q12.3	Regulador 3 desactivado
Reg4 off	Bool	Q12.4	Regulador 4 desactivado
Reg5 off	Bool	Q12.5	Regulador 5 desactivado
Reg1 on	Bool	Q12.6	Regulador 1 activado
Reg2 on	Bool	Q12.7	Regulador 2 activado
Reg3 on	Bool	Q13.0	Regulador 3 activado
Reg4 on	Bool	Q13.1	Regulador 4 activado
Reg5 on	Bool	Q13.2	Regulador 5 activado

Fuente: El Autor.

### f.4.4. Señales análogas.

Las direcciones de las señales análogas también deben coincidir con las de los módulos de entradas análogas están se utilizan para leer variables que cambian constantemente, en

este diseño se las utiliza para las variables de caudal y de nivel, en la tabla 18 se detalla cada una de las señales analógicas que intervienen en el proceso.

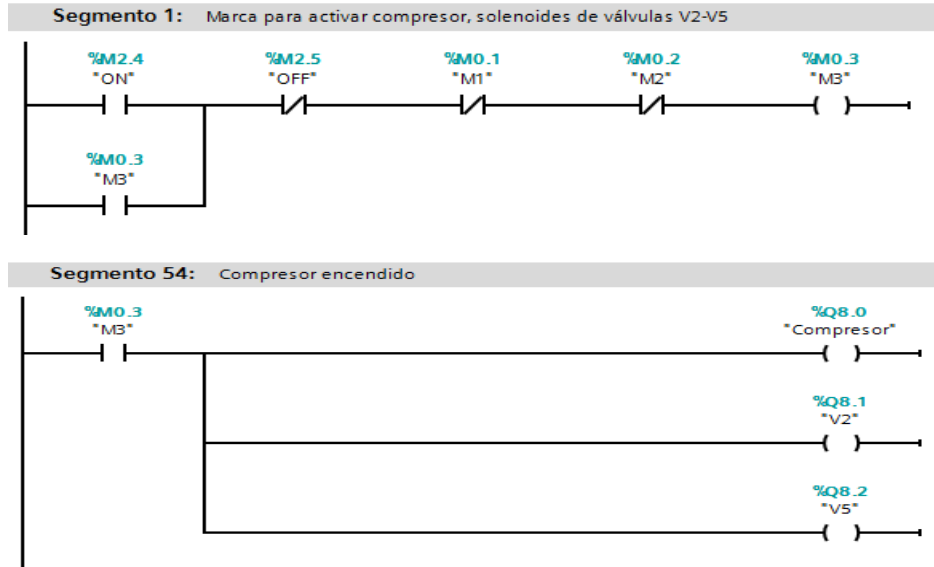
**Tabla 18:** Señales análogas.

NOMBRE	TIPO DE DATOS	DIRECCIÓN	COMENTARIO
IVAR P1	Int	IW256	Valor a escalar manómetro 1
RETVAl P1	Word	MW1	Error valor escalado manómetro 1
OUT P1	Real	MD4	Valor escalado manómetro 1
TRUNC P1	Dint	MD8	Valor redondeado manómetro 1
VMAX P1	Dint	MD12	Valor máximo permitido manómetro 1
IVAR P2	Int	IW258	Valor a escalar manómetro 2
RETVAl P2	Word	MW2	Error valor escalado manómetro 2
OUT P2	Real	MD16	Valor escalado manómetro 2
TRUNC P2	Dint	MD20	Valor redondeado manómetro 2
VMAX P2	Dint	MD24	Valor máximo permitido manómetro 2
IVAR CAUD1	Int	IW260	Valor a escalar caudalímetro 1
RETVAl CAUD1	Word	MW3	Error valor escalado caudalímetro 1
OUT CAUD1	Real	MD28	Valor escalado caudalímetro 1
TRUNC CAUD1	Dint	MD32	Valor redondeado caudalímetro 1
VMAX CAUD1	Dint	MD36	Valor máximo permitido caudalímetro 1
IVAR CAUD2	Int	IW262	Valor a escalar caudalímetro 2
RETVAl CAUD2	Word	MW4	Error valor escalado caudalímetro 2
OUT CAUD2	Real	MD40	Valor escalado caudalímetro 2
TRUNC CAUD2	Dint	MD44	Valor redondeado caudalímetro 2
VMAX CAUD2	Dint	MD48	Valor máximo permitido caudalímetro 2
IVAR CAUD3	Int	IW264	Valor a escalar caudalímetro 3
RETVAl CAUD3	Word	MW5	Error valor escalado caudalímetro 3
OUT CAUD3	Real	MD52	Valor escalado caudalímetro 3
TRUNC CAUD3	Dint	MD56	Valor redondeado caudalímetro 3
VMAX CAUD3	Dint	MD60	Valor máximo permitido caudalímetro 3
IVAR CAUD4	Int	IW266	Valor a escalar caudalímetro 4
RETVAl CAUD4	Word	MW6	Error valor escalado caudalímetro 4
OUT CAUD4	Real	MD64	Valor escalado caudalímetro 4
TRUNC CAUD4	Dint	MD68	Valor redondeado caudalímetro 4
VMAX CAUD4	Dint	MD72	Valor máximo permitido caudalímetro 4
IVAR CAUD5	Int	IW268	Valor a escalar caudalímetro 5
RETVAl CAUD5	Word	MW7	Error valor escalado caudalímetro 5
OUT CAUD5	Real	MD76	Valor escalado caudalímetro 5
TRUNC CAUD5	Dint	MD80	Valor redondeado caudalímetro 5
VMAX CAUD5	Dint	MD84	Valor máximo permitido caudalímetro 5
IVAR NIV	Int	IW270	Valor a escalar sensor de nivel
RETVAl NIV	Word	MW8	Error valor escalado sensor de nivel
OUT NIV	Real	MD88	Valor escalado sensor de nivel
TRUNC NIV	Dint	MD92	Valor redondeado sensor de nivel
VMAX NIV	Dint	MD96	Valor máximo permitido sensor de nivel
VMIN NIV	Dint	MD100	Valor mínimo permitido sensor de nivel

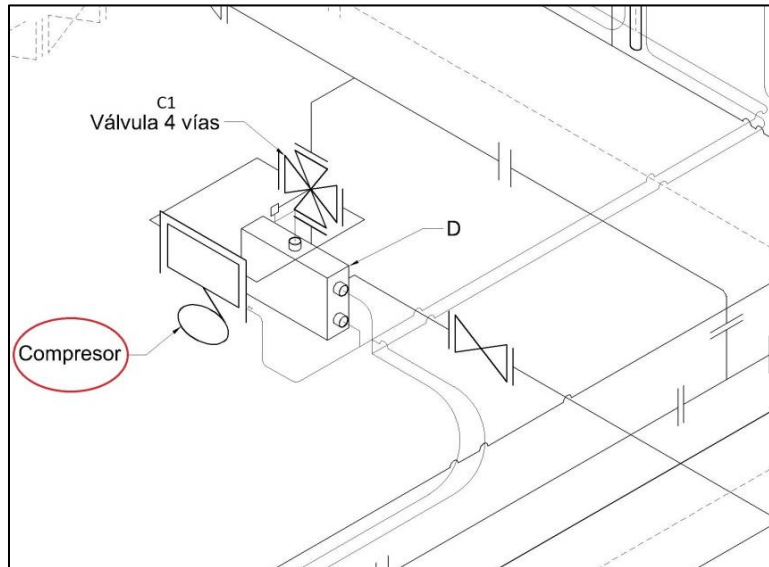
Fuente: El Autor.

#### f.4.5. Bloque de programa.

El segmento 1 activa la Marca M3 que es la que activará las salidas compresor, válvula 02 (vapor tanque estacionario 1) y válvula 05 (vapor tanque estacionario 2) en el segmento 54; la marca M3 será desactivada por la marca OFF o paro de emergencia, o por las marcas M1 y M2 de los manómetros.



En la figura 36 se observa la ubicación del compresor dentro de la instalación.

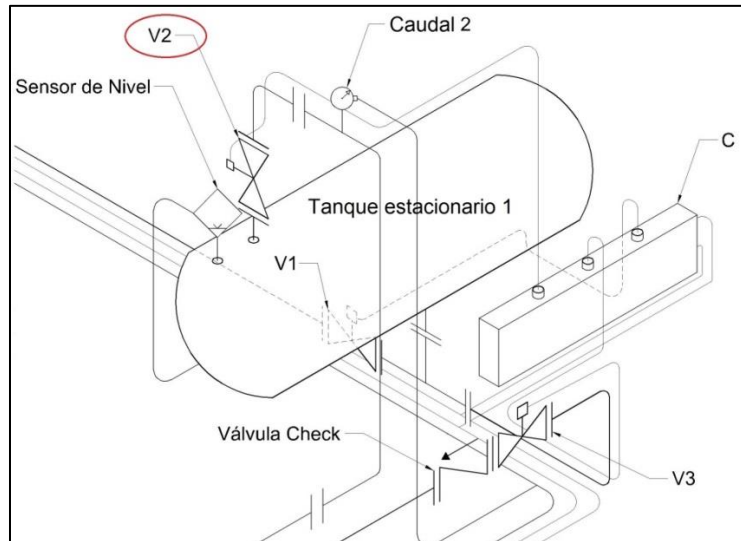


**FIGURA 36:** Encendido del compresor.

**FUENTE:** El Autor.



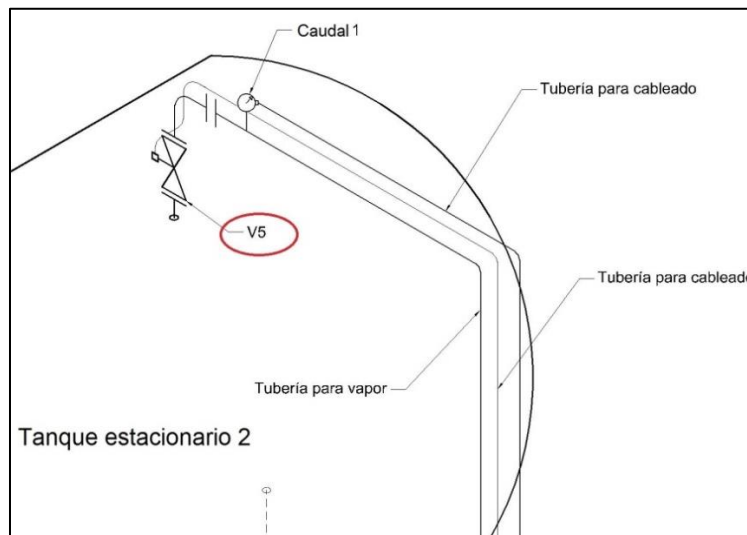
En la figura 37 se tiene la ubicación en la instalación de la válvula de vapor V2 del tanque estacionario 1.



**FIGURA 37:** Activación de válvula 2.

**FUENTE:** El Autor.

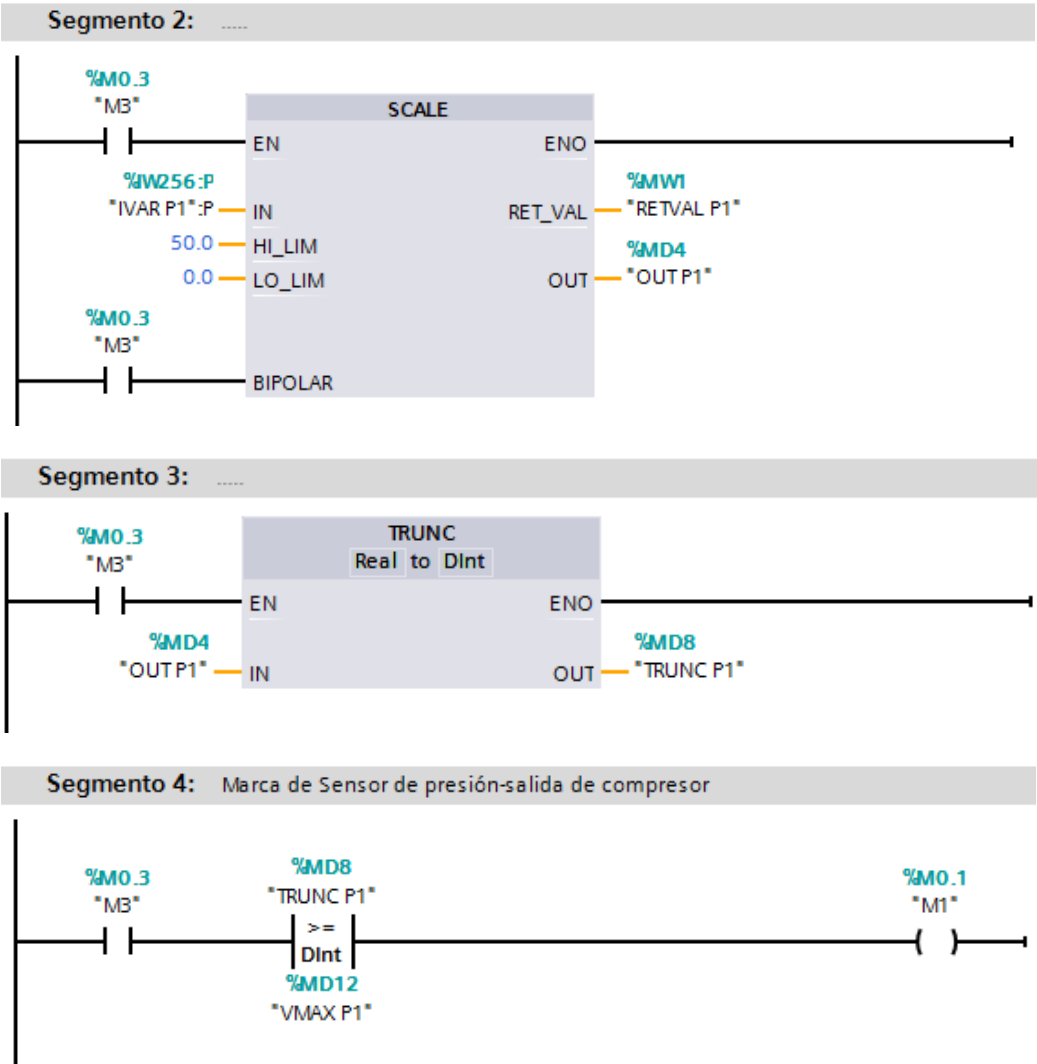
En la figura 38 se observa en cambio la ubicación de la válvula de vapor V5 del tanque estacionario 2.



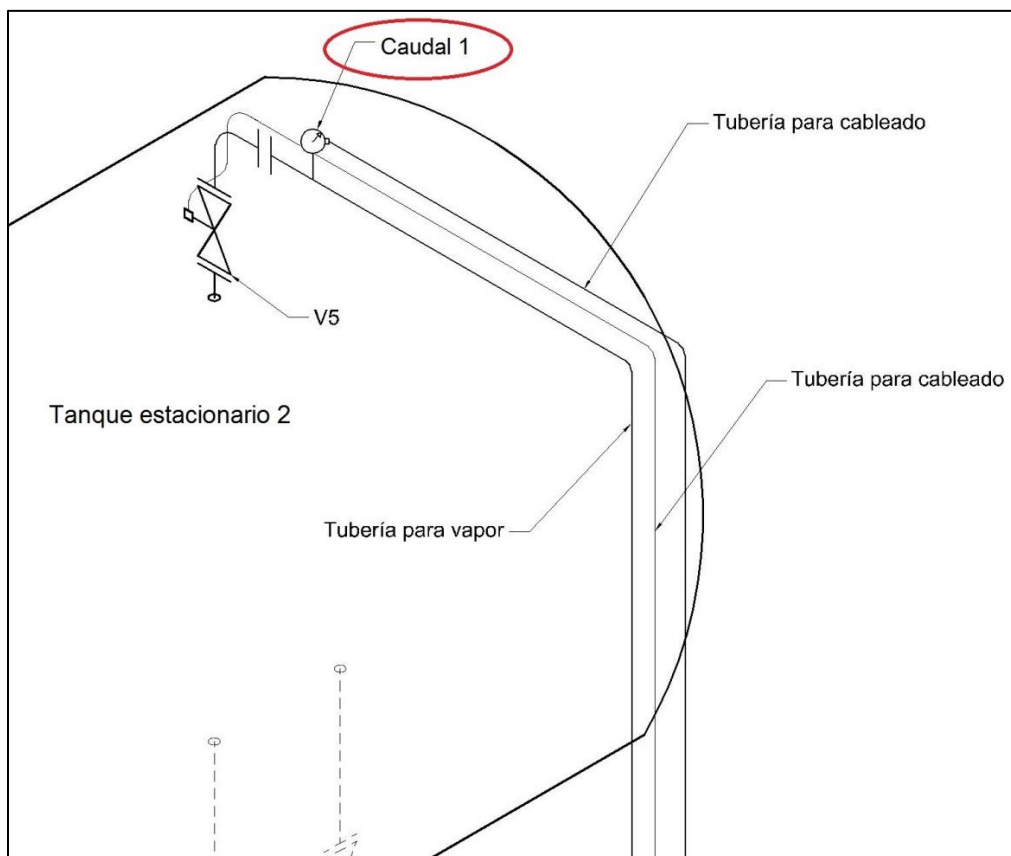
**FIGURA 38:** Activación de válvula 5.

**FUENTE:** El Autor.

En los segmentos 2, 3 y 4 se observa la programación para activar la marca M1 del caudalímetro 1 de la sección de vapor, para la activación de la marca M1 se utilizaron un bloque escalador SCALE para medir el aumento o disminución de caudal, también se utilizó un bloque convertidor TRUNC que nos permite redondear el valor escalado a un valor entero y por último se utilizó un comparador de  $\geq$  (mayor o igual que) que es el que comparará el valor medido con el valor máximo de caudal admitido por el proceso, todo el conjunto únicamente se activará cuando se halla activado la marca M3, el mismo proceso se repite en los segmentos 6, 7 y 8 para la activación de la marca M2 del caudalímetro 2 de la sección de vapor.



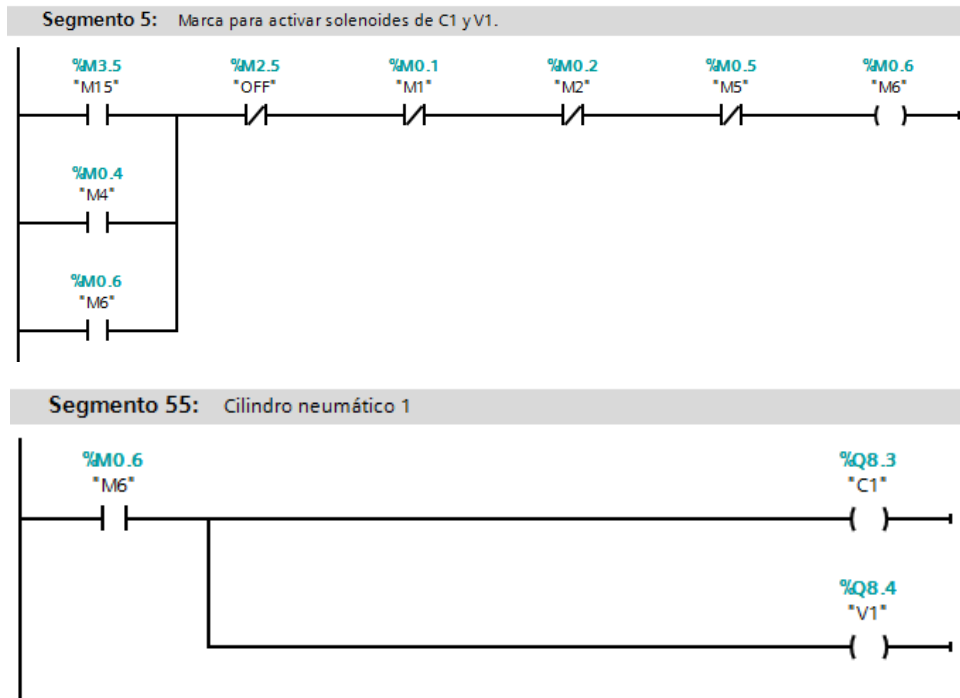
La marca M1 se activa con la señal que emite el caudalímetro 1 de la sección de vapor el cual lo podemos ubicar en la figura 39.



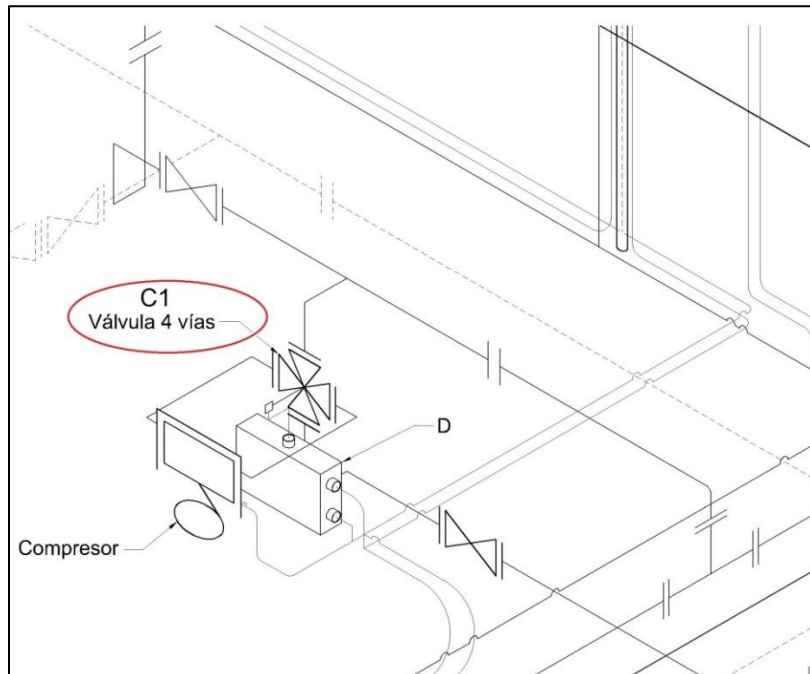
**FIGURA 39:** Activación de marca de caudalímetro.

**FUENTE:** El Autor.

En el segmento 5 se muestra la programación para activar la marca M6 la cual abrirá la válvula V1 (entrada de GLP a tanque estacionario 1) y la salida C1 (válvula de 4 vías) del compresor, esta marca se desactivará por las marcas OFF (paro de emergencia), M1 (caudalímetro 1 sección vapor), M2 (caudalímetro 2 sección vapor) y M5 (tanque estacionario 1 nivel lleno); esta marca se activará pulsando el botón de INICIO de la HMI, también se activará con la marca M4 (tanque estacionario nivel vacío), y en el segmento 55 se puede observar como la marca M6 activa las salidas C1 y V1.



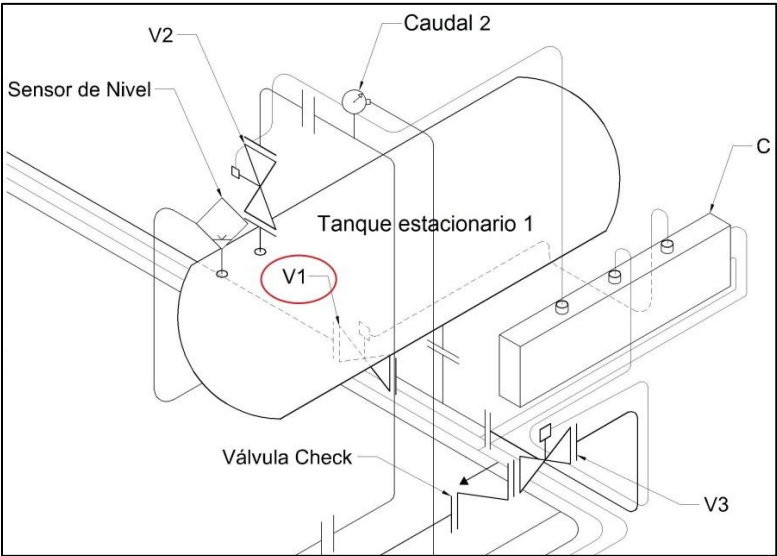
En la figura 40 se detalla la ubicación de la válvula de cuatro vías C1.



**FIGURA 40:** Activación de válvula de cuatro vías.

**FUENTE:** El Autor.

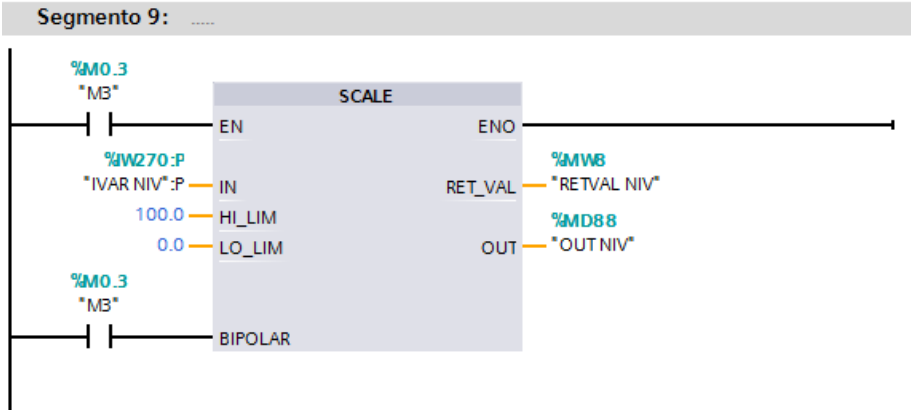
La figura 41 detalla la ubicación en la instalación de la válvula V1 (entrada GLP a tanque estacionario 1).



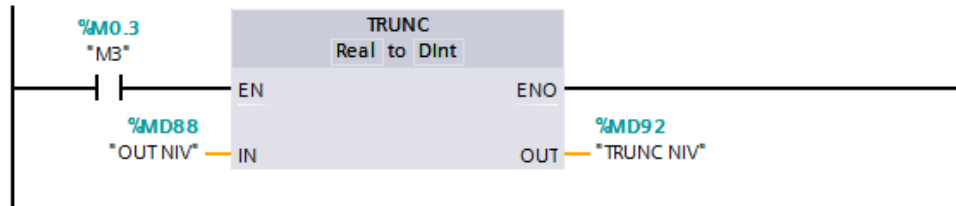
**FIGURA 41:** Activación de válvula 1.

**FUENTE:** El Autor.

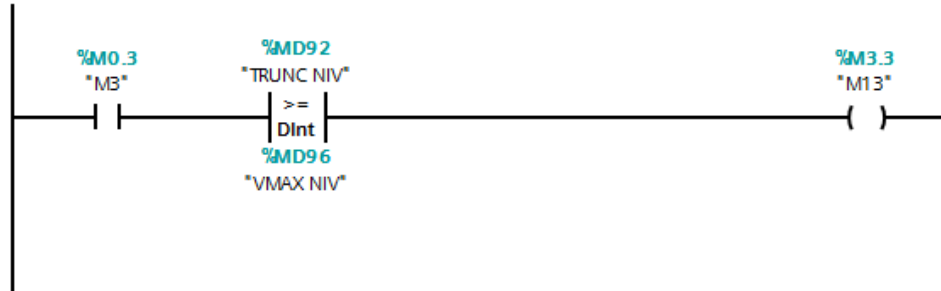
En los segmentos 9 y 10 se tiene los bloques SCALE y TRUNC los cuales nos permiten medir las variaciones de nivel de la entrada analógica IW270 (Sensor de nivel tanque estacionario 1) y convertirlos en un número entero; en el segmento 11 tenemos un comparador que activa la marca M5 (tanque estacionario 1 nivel lleno) comparando el valor escalado con el valor máximo de nivel permitido, el mismo proceso lo repetimos en los segmentos 13 y 14 comparando el valor escalado con el valor mínimo permitido y así activar la marca M4 (tanque estacionario 1 nivel vacío).



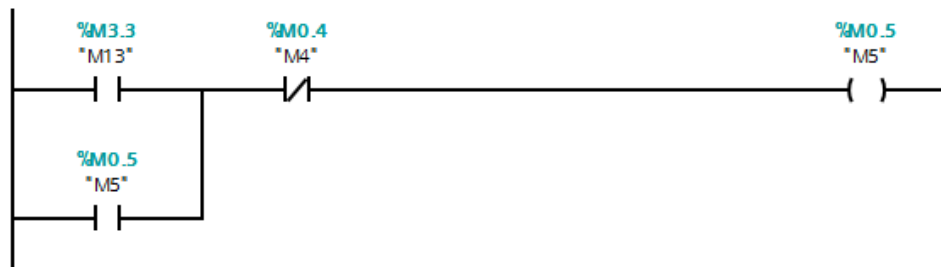
**Segmento 10:** .....



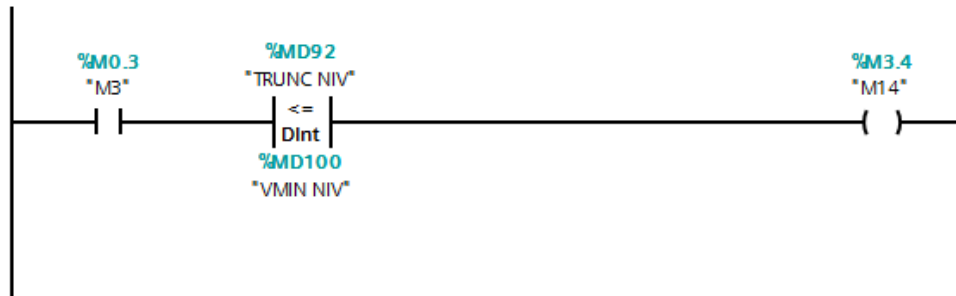
**Segmento 11:** Marca que indica tanque 01 lleno.



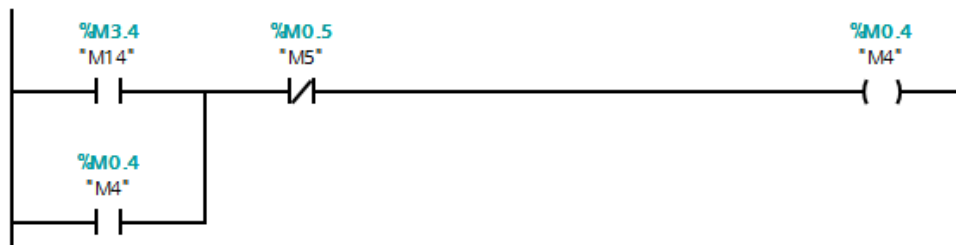
**Segmento 12:** Marca que indica tanque 01 lleno.



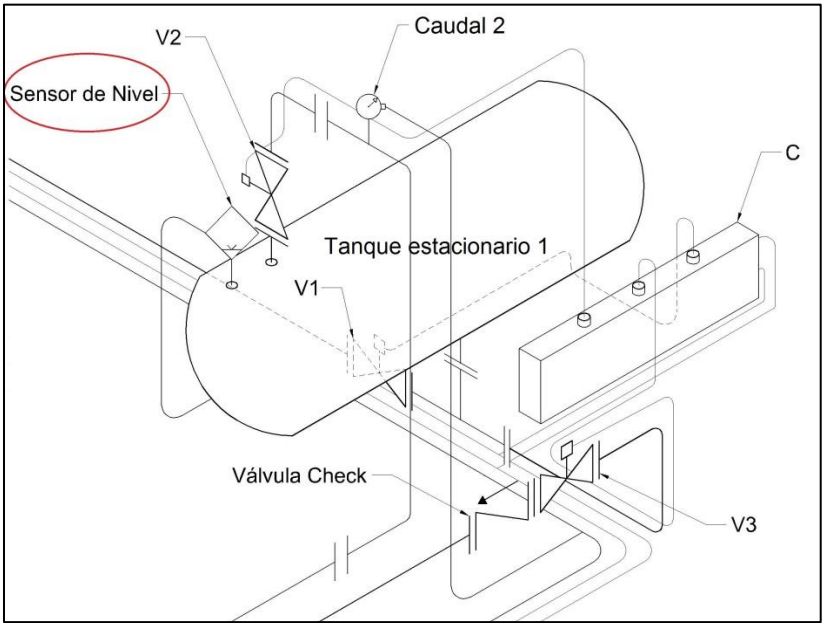
**Segmento 13:** Marca que indica tanque 01 vacío.



**Segmento 14:** Marca que indica tanque 01 vacío.



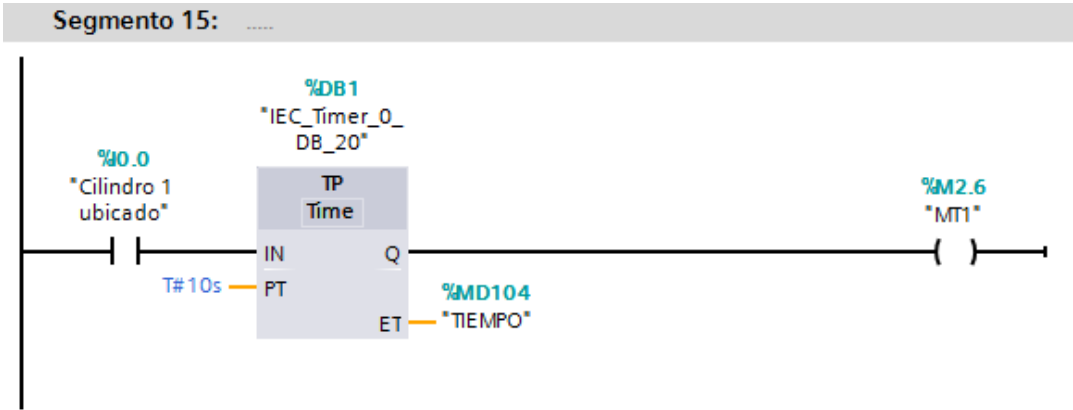
En la figura 42 se puede ubicar el sensor de nivel dentro de la instalación.



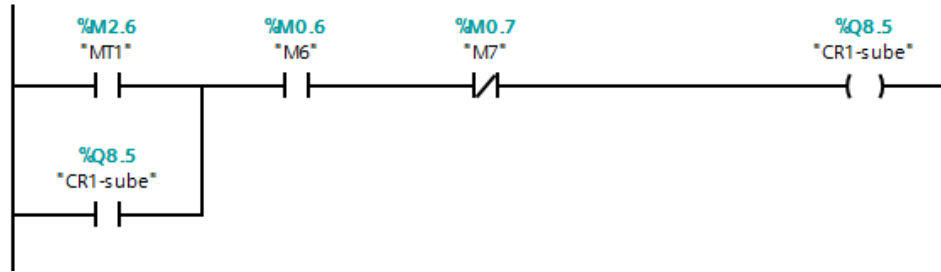
**FIGURA 42:** Activación de sensor de nivel.

**FUENTE:** El Autor.

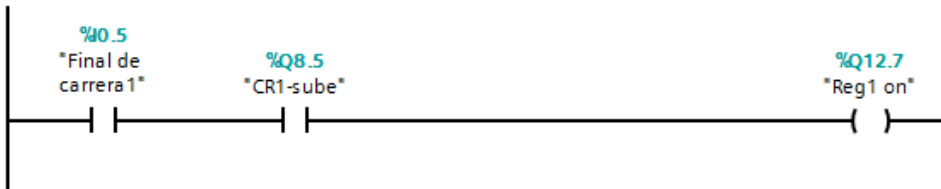
En los segmentos 15, 16 y 17 se detalla la programación para activar el cilindro neumático que sube el regulador del ramal 1, éste se activa al presionar un pulsador el cual da una señal de entrada que activa el cilindro neumático del ramal, el cilindro se desactiva con la marca M7 (caudalímetro sección GLP), el temporizador de impulso DB1 permitirá mantener la entrada durante el tiempo programado para poder registrar la medida del caudalímetro y que se active el movimiento de retorno del cilindro neumático.



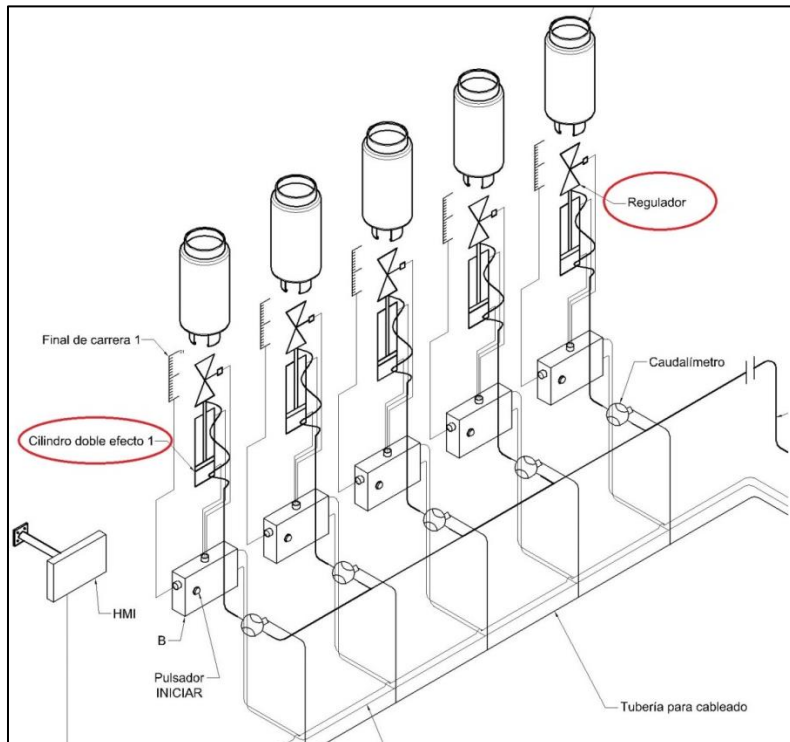
**Segmento 16:** Marca para activar solenoide de cilindro neumático ramal 1-sube.



**Segmento 17:** Regulador 1 encendido



En la figura 43 se detalla la ubicación tanto de los cilindros doble efecto como de los reguladores neumáticos de los 5 ramales de cilindros de 15 kg.

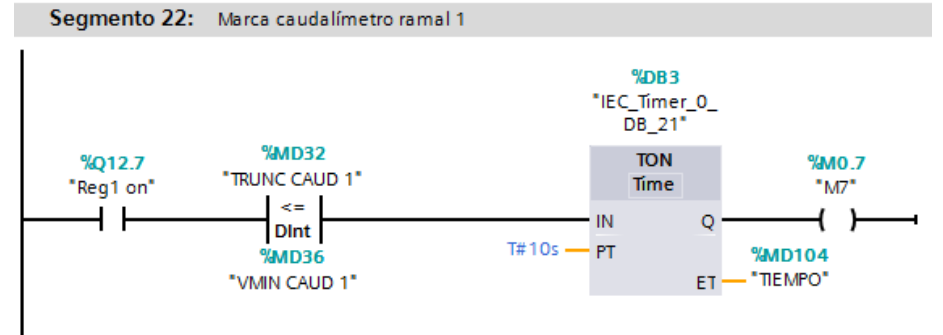
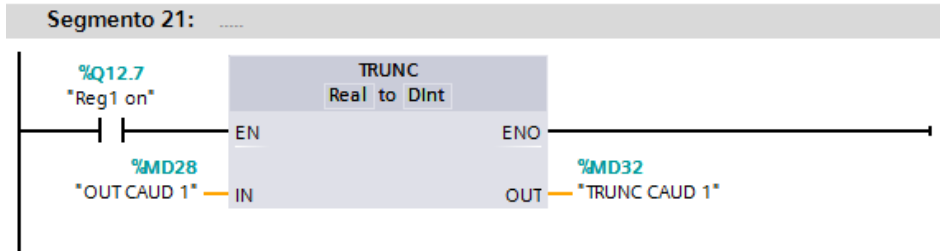
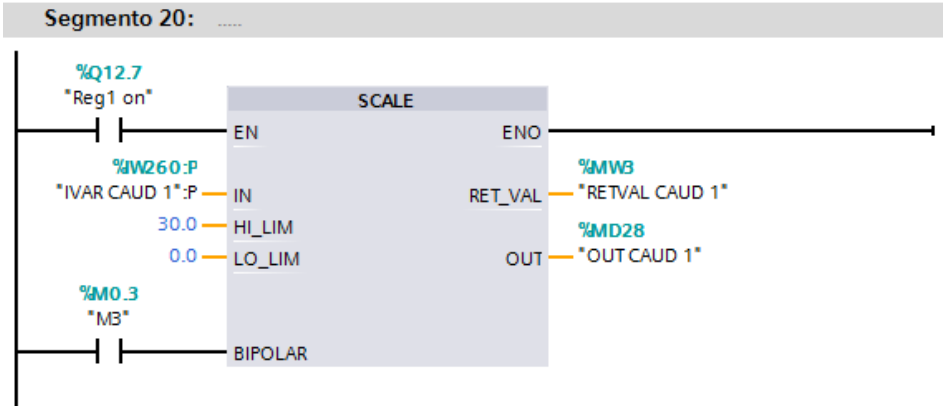


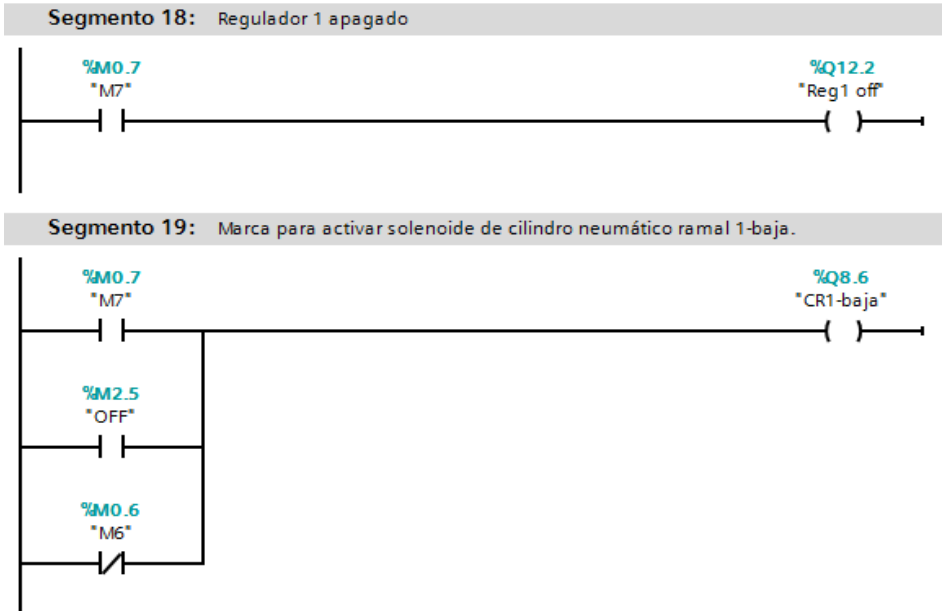
**FIGURA 43:** Activación de cabezales de envasado.

**FUENTE:** El Autor.

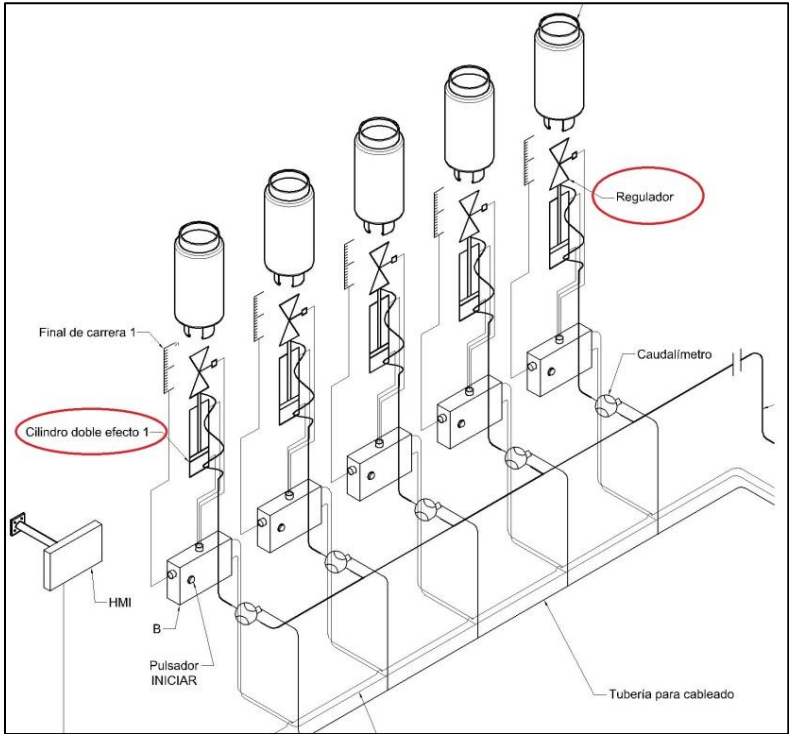


En los segmentos 20, 21 y 22 se detalla la programación que permite activar la marca M7 (caudalímetros sección GLP) esta marca desactiva el regulador y regresa el cilindro neumático del ramal a su posición inicial, el temporizador con retardo a la conexión del segmento 22 permite retrasar la salida para que el convertidor SCALE registre la medición del caudalímetro, estos dos últimos párrafos de programación se repiten para los ramales 2, 3, 4 y 5.





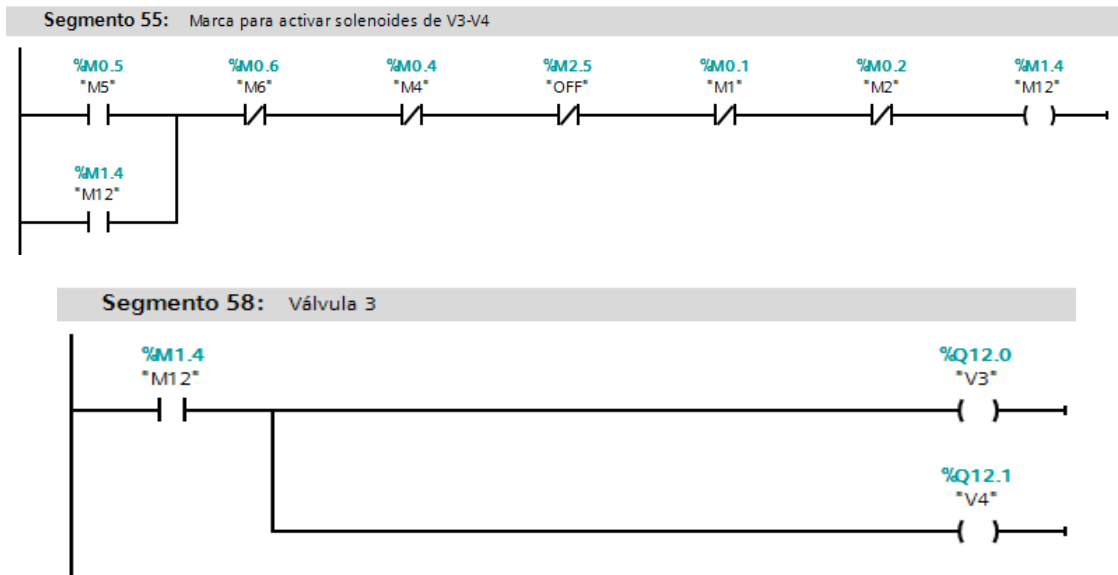
En la figura 44 se detalla la ubicación tanto de los cilindros doble efecto como de los reguladores neumáticos de los 5 ramales de cilindros de 15 kg.



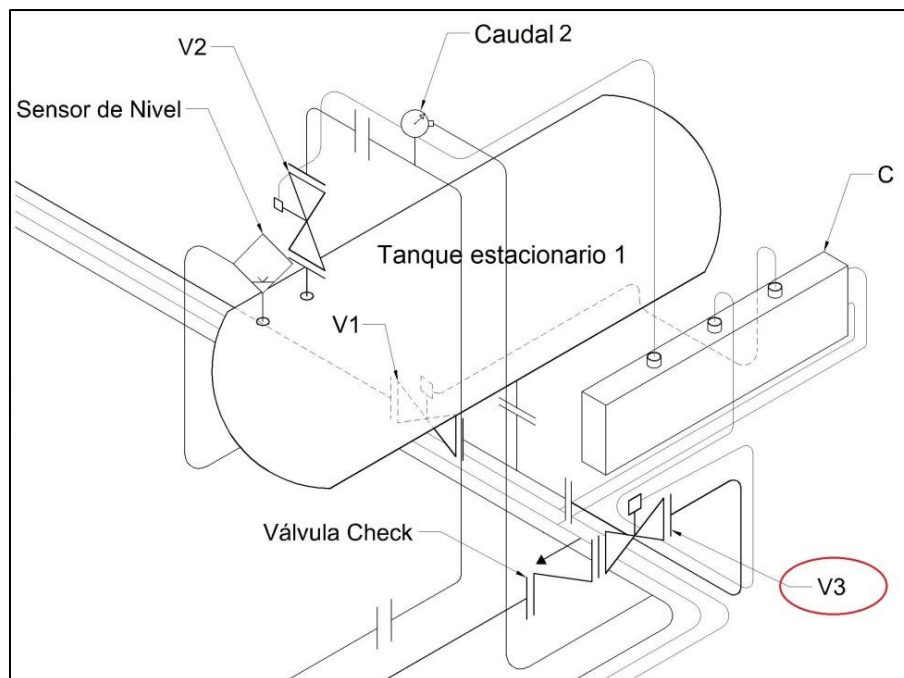
**FIGURA 44:** Activación de marca de caudalímetro.

**FUENTE:** El Autor.

En el segmento 55 se tiene la programación para activar la marca M12 que es la que activa las válvulas V3 (salida GLP de tanque estacionario 1) y V4 (entrada GLP a tanque estacionario 2).



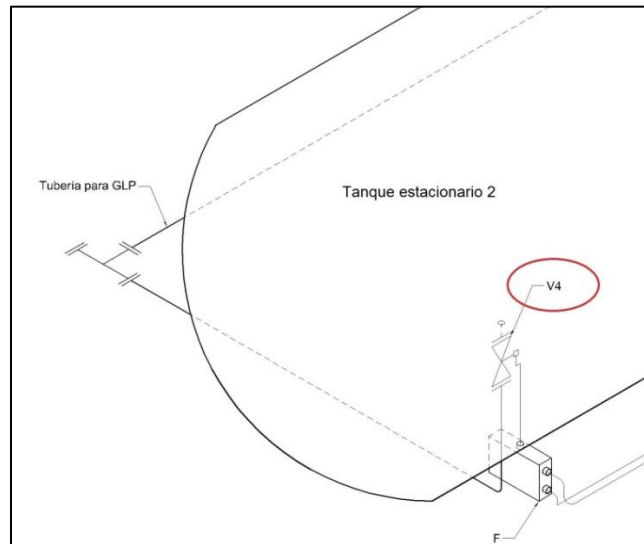
La figura 45 muestra la ubicación de la válvula V3 (salida de GLP tanque estacionario 1).



**FIGURA 45:** Activación de válvula 3.

**FUENTE:** El Autor.

La figura 46 muestra la ubicación de la válvula V4 (entrada de GLP tanque estacionario 2).

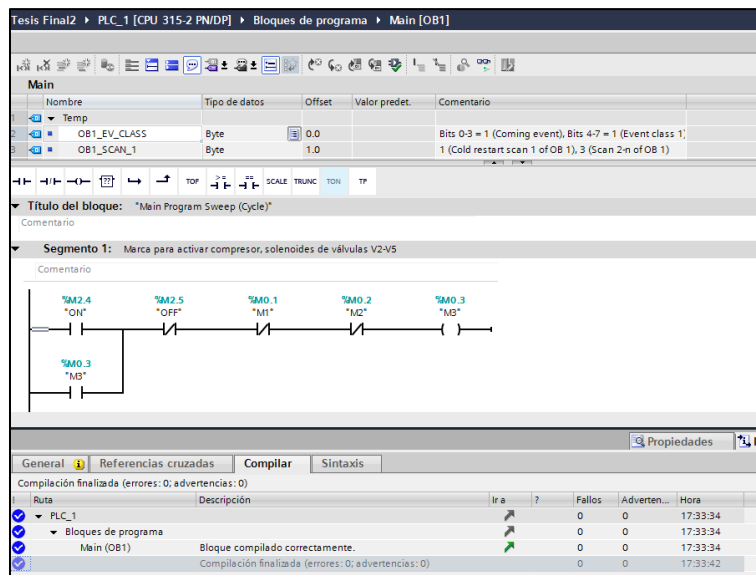


**FIGURA 46:** Activación de válvula 4.

**FUENTE:** El Autor.

#### f.4.6. Diseño de pantallas de control.

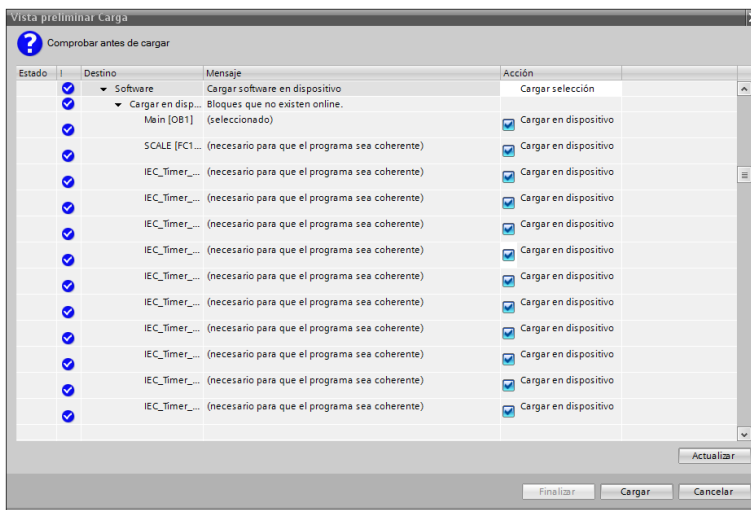
En la figura 47 se puede observar el mensaje del software al compilar la programación y determinar algún error en la misma.



**FIGURA 47:** Compilación de programación de PLC.

**FUENTE:** El Autor..

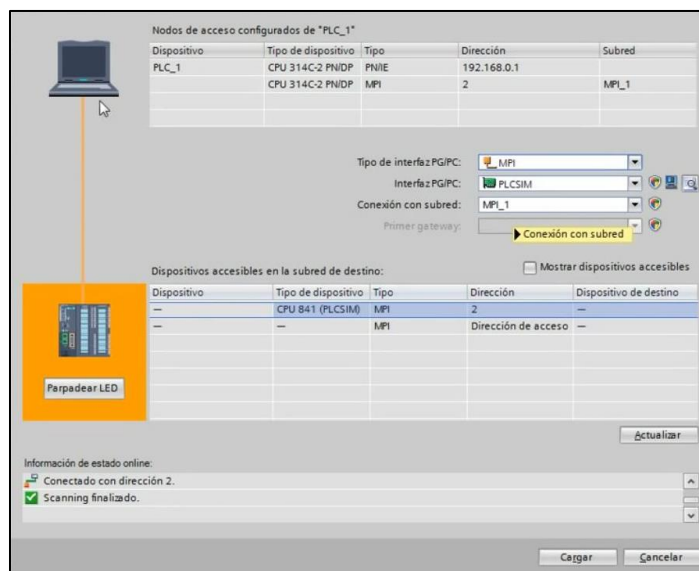
Luego de compilar se carga la programación en el dispositivo de control PLC, activando los segmentos de programación que deseamos que intervengan en el proceso, tal y como se observa en la figura 48.



**FIGURA 48:** Cargar programa en PLC simulable.

**FUENTE:** El Autor.

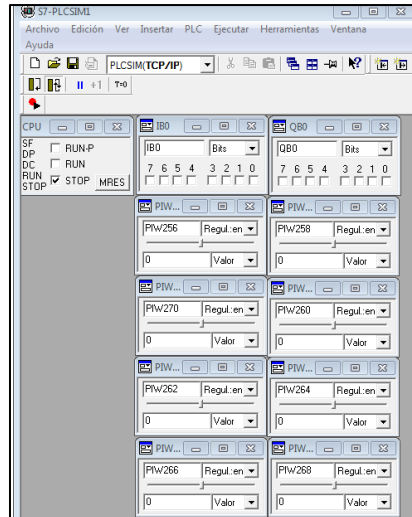
Se procede a establecer los puertos de comunicación entre el software TIA Portal v13 y el PLC, tal y como se observa en la figura 49.



**FIGURA 49:** Conexión ONLINE entre el PLC y PLCSim.

**FUENTE:** El Autor.

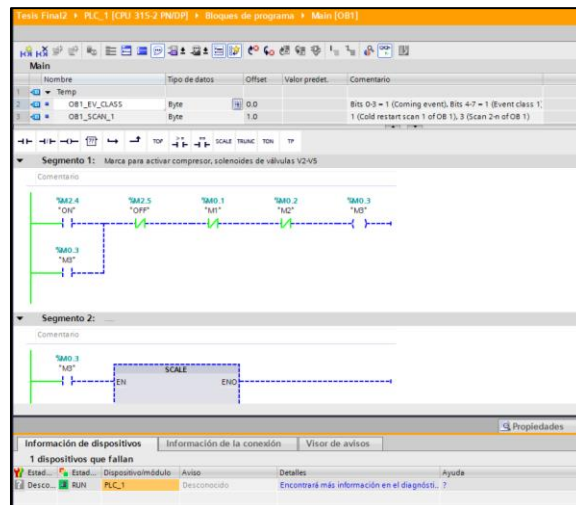
Una vez que se cargó la programación se procede a diseñar el tablero de simulación tal y como muestra la figura 50, estableciendo las entradas digitales y analógicas, así como las salidas digitales.



**FIGURA 50:** Módulos de simulación de PLCSim.

**FUENTE:** El Autor.

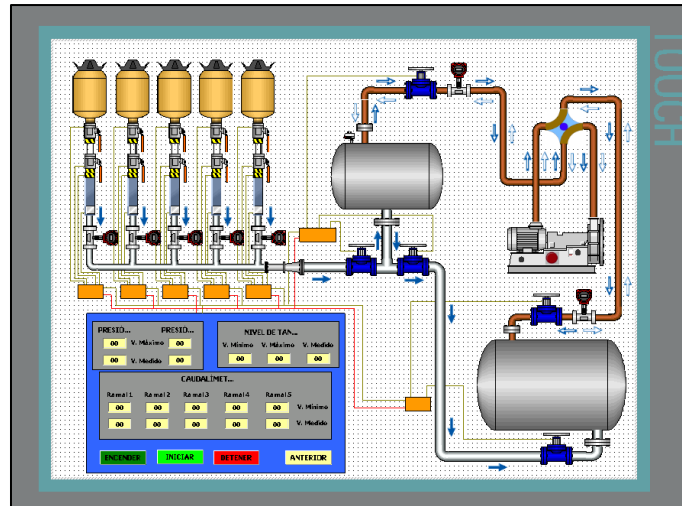
Al establecer las entradas y salidas simulables, se arranca la simulación poniendo el PLCSim en estado RUN y verificando si la programación realizada cumple el proceso requerido, en la figura 51 se observa el PLC simulable en estado RUN.



**FIGURA 51:** Estado RUN del programa.

**FUENTE:** El Autor.

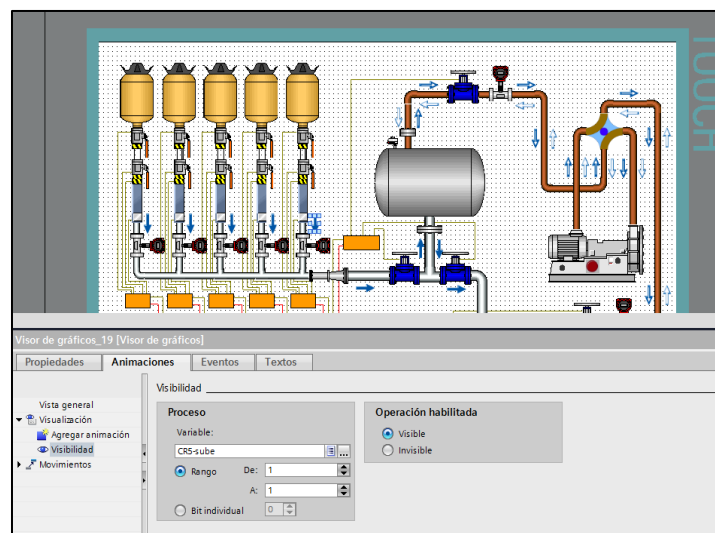
Una vez que se constató que la programación permite el óptimo funcionamiento del proceso se continúa con el diseño de la HMI o pantalla de control incorporando los diferentes equipos que intervienen en el proceso, figura 52.



**FIGURA 52:** Diseño de pantalla de control HMI.

**FUENTE:** El Autor.

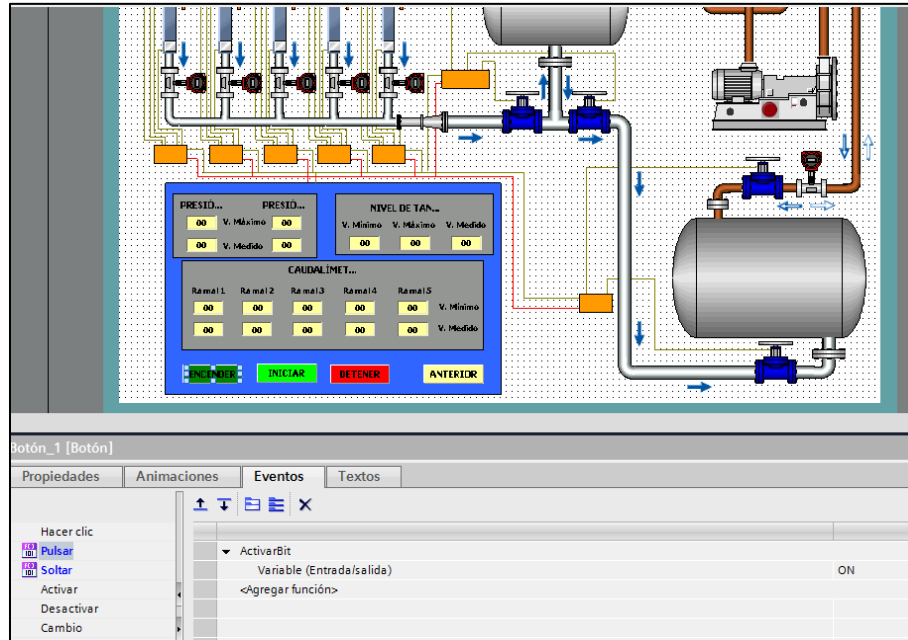
Al finalizar el diseño de la HMI, se prosigue con la programación de la pantalla HMI, estableciendo parámetros de visualización y eventos de las imágenes integradas, figura 53.



**FIGURA 53:** Programación de visibilidad de elementos.

**FUENTE:** El Autor.

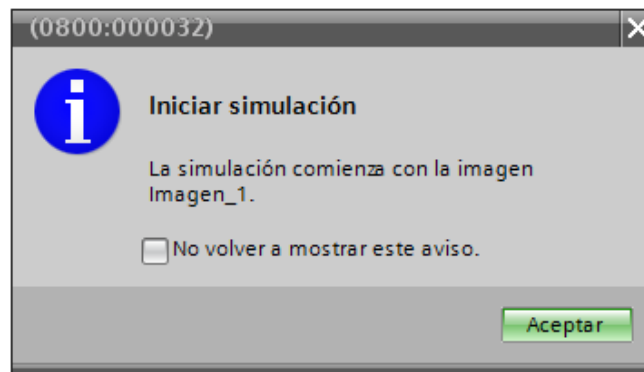
En la figura 54 se tiene el proceso para programar los eventos de las imágenes de la pantalla de control.



**FIGURA 54:** Programación de eventos de imágenes.

**FUENTE:** El Autor.

Ya finalizada la programación de la HMI se da inicio a la simulación mediante el WinCC RUNTIME, éste nos permitirá visualizar en la pantalla HMI el proceso de evacuado del GLP de los cilindros de 15 kg, en la figura 55 se tiene el cuadro de diálogo para arranca la simulación.



**FIGURA 55:** Mensaje de inicio de simulación.

**FUENTE:** El Autor.



En la figura 56 se tiene la visualización de la pantalla al momento de dar inicio al proceso de simulación por medio de la HMI.

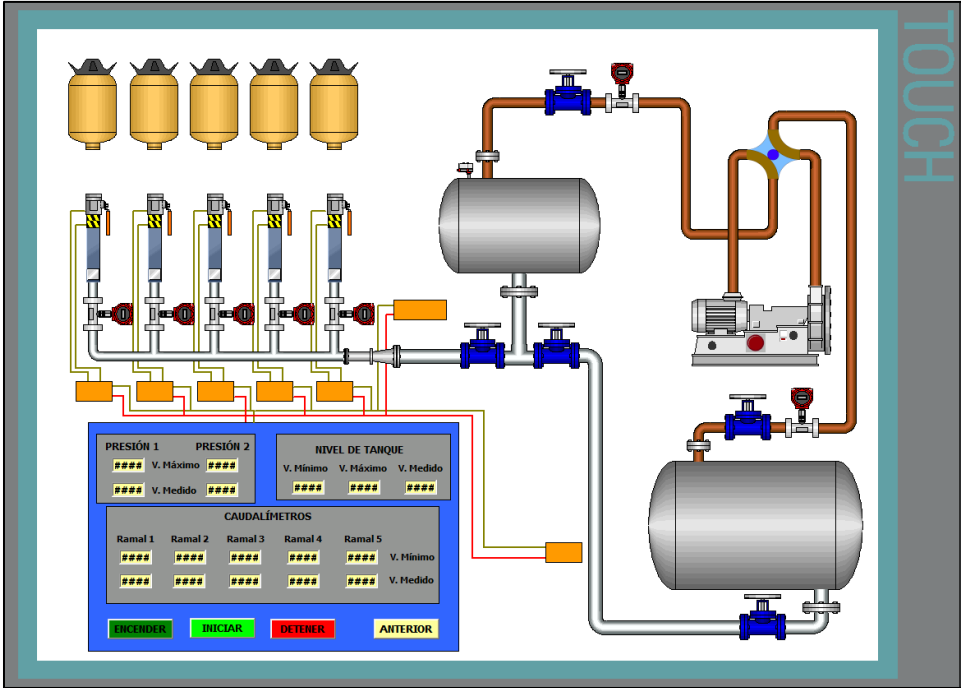


FIGURA 56: Simulación con WinCC.

FUENTE: El Autor.

## f.5. Evaluación Económica.

### f.5.1. Lista de equipos.

En la tabla 19 se enumera los equipos seleccionados y las cantidades de los mismos para poder elaborar el análisis de precios unitarios y luego unificarlos en el presupuesto.

**Tabla 19:** Equipos incorporados.

<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
Controlador Lógico Programable PLC	01
Fuente de alimentación	01
Módulos de entradas digitales	01
Módulos de entradas análogas	01
Módulos de salidas digitales	02
Pantalla HMI	01
Sensor Fin de carrera	05
Regulador o cabezal de envasado con actuador de doble efecto.	05
Cilindro doble efecto	05
Caja anti explosión de 1,00 *1,00 m	01
Caja anti explosión de 30 *30 cm con pulsador incorporado	05
Caja anti explosión de 30 *30 cm	04
Sensor digital de caudal+ cable de comunicación.	07
Sensor digital de nivel + cable de comunicación.	01
Electroválvulas 5/2 vías, biestable activada por solenoide	05
Electroválvulas 5/2 vías, monoestable activada por solenoide	05
Electroválvulas 3/2 vías, monoestable activada por solenoide y retorno por muelle	05
Válvula de 4 vías con actuador de simple efecto.	01
Solenoide	20
Válvula de bola de 3" con actuador simple efecto.	05

**Fuente:** El Autor.

### f.5.2. Presupuesto.

**Tabla 20:** Presupuesto unificado.

N°	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Global
01	Adecuación Red principal de tuberías de acero al carbono norma ASTM A53	Global	1,00	335,82	335,82
02	Adecuación de banco de cilindros de GLP de 15 kg.	Global	1,00	227,08	227,08
03	Adecuación de tanque estacionario N°01	U	1,00	258,25	258,25
04	Desmontaje de válvulas manuales de la red principal de GLP y vapor.	U	5,00	16,13	80,65
05	Suministro e instalación de tubería conduit EMT $\varnothing = 1''$	m	400,00	6,46	2.584,00
06	Suministro e instalación de tubería conduit EMT $\varnothing = 2''$	m	200,00	6,67	1.334,00
07	Suministro y armado de caja de control principal antiexplosiva incluye conexión de equipos.	U	1,00	8.959,50	8.959,50
08	Cajas antiexplosivas para electroválvulas 0.30x0.30cm Tipo 1	U	5,00	385,43	1.927,15
09	Cajas antiexplosivas para electroválvulas 0.30x0.30cm Tipo 2	U	2,00	238,73	477,46
10	Cajas antiexplosivas para electroválvulas 0.30x0.30cm Tipo 2	U	1,00	356,09	356,09
11	Tubería neumática para conexión de entrada y salida de electroválvulas	m	230,00	1,01	232,30
12	Válvulas de cierre 3'' con actuador neumático.	U	5,00	306,11	1.530,55
13	Válvula de 4 vías 2'', con actuador neumático de simple efecto	U	1,00	208,31	208,31
14	Suministro e instalación de cilindro neumático doble efecto.	U	5,00	134,46	672,30
15	Suministro e instalación de regulador con actuador neumático	U	5,00	112,76	300,25
16	Suministro e instalación de Sensores de fin de carrera	U	5,00	60,05	563,80
17	Caudalímetros digitales con comunicación PROFINET.	U	7,00	2.226,31	15.584,17
18	Sensores de nivel tipo Capacitivo con comunicación PROFINET.	U	1,00	954,91	954,91
19	Pantalla digital de control HMI-15''	U	1,00	338,58	338,58
20	Suministro e instalación de software TIA Portal V13.	U	1,00	945,00	945,00
<b>TOTAL</b>					<b>37.870,17</b>

Como podemos observar en la tabla N° 20 se detalla cada uno de los rubros o trabajos a realizarse en el diseño de la nueva instalación, el costo de los mismos se lo realizó bajo una cotización de precios de los equipos que intervienen en el diseño, así como la asignación de

costos de mano de obra y equipo de acuerdo a la tabla salarial vigente para el Ecuador, al no contar con la experiencia en cuanto a rendimientos de mano de obra se trabajó con un estimado tratando de que el tiempo de ejecución de la obra no se alargue mucho, éstos valores se los determinó realizando una hoja de Análisis de precios unitarios, la misma que está detallada en los Anexos de ésta investigación, para luego integrarlos en el presupuesto obteniendo un total de \$37.870,17 dólares americanos.

### **f.5.3. Fórmulas de cálculo.**

#### **EQUIPO:**

##### **Costo Hora del Equipo.**

$$\text{Costo Hora} = (\text{Cantidad} * \text{Tarifa}) \quad (1)$$

Cantidad= Porcentaje de utilización del equipo en un día de trabajo.

Tarifa= Costo que se paga por cada hora de utilización del equipo.

##### **Costo de utilización de equipo.**

$$\text{Costo 1} = (\text{Costo hora} * \text{Rendimiento}) \quad (2)$$

Rendimiento= Horas utilizadas para realizar una tarea, éste no se lo calcula mediante una fórmula, más bien está basada en la capacidad de una persona en realizar dicha tarea.

#### **MANO DE OBRA:**

##### **Costo Hora del Personal.**

$$\text{Costo Hora} = [\text{Cantidad} * (\text{Jornal/hora})] \quad (3)$$

Cantidad= Número de personal necesario para una tarea.

Jornal/hora= Costo que se paga por cada hora de trabajo del personal.

##### **Costo de mano de obra.**

$$\text{Costo 2} = (\text{Costo hora} * \text{Rendimiento}) \quad (4)$$

**MATERIAL:**

$$\text{Costo por material} = [\text{Cantidad} * \text{Precio Unitario}] \quad (5)$$

$$\text{Costo Materiales} = \sum \text{Costo por Material} \quad (6)$$

**COSTO TOTAL DIRECTO:**

$$\text{Costo Directo} = [\text{Costo Equipo} + \text{Costo Mano de Obra} + \text{Costo Materiales}] \quad (7)$$

**COSTO TOTAL DEL RUBRO:**

$$\text{Costo Rubro} = [\text{Costo Directo} + (\text{Costo Indirecto} * 20\%)] \quad (8)$$

## **g. DISCUSIÓN.**

De los resultados obtenidos con la realización de esta Tesis denominada "Diseño de un sistema de automatización del proceso de evacuación de GLP en los cilindros de 15 kg para la Empresa de Economía mixta LojaGas", se puede decir:

- Se pudo realizar el levantamiento del proceso, el mismo que nos permitió conocer la problemática de la empresa en el proceso de evacuado de GLP de los cilindros de 15 kg, así mismo aclarando que este diseño no sigue la secuencia normal del proceso de envasado de los cilindros de 15 kg debido a que los cilindros que presentan daños en sus válvulas son almacenados en un espacio designado para luego en función de la disponibilidad del personal éstos puedan ser evacuados.
- Al elaborar los planos isométricos de la nueva propuesta de diseño se pudo determinar la cantidad de materiales necesarios para poder realizar el diseño propuesto.
- Se logró realizar la simulación por medio del software TIA Portal V13 y PLCSim demostrando la validez de la programación y dando factibilidad técnica del diseño presentado.
- Al realizar el presupuesto se constató que el diseño propuesto requiere de una inversión económica muy alta por parte de la empresa de Economía Mixta LojaGas, la empresa deberá realizar un análisis económico interno para establecer la factibilidad y ejecución del sistema diseñado.

## **h. CONCLUSIONES.**

- La programación fue capaz de realizar el proceso de evacuado de GLP de los cilindros de 15 kg que presentan fugas en sus válvulas, de forma autónoma y sistematizada.
- El análisis investigativo de los instrumentos de medida escogidos para el diseño, en lo que respecta a funcionamiento, aplicaciones y comunicación ha permitido conocer si cumplen con las normativas para las instalaciones de envase y almacenamiento de GLP.
- La realización a detalle de los rubros o trabajos a realizarse para poder implementar la nueva propuesta de automatización, ayudó a conocer cuáles son los trabajos específicos a realizarse en la propuesta.
- La realización de los planos isométricos ha permitido determinar la cantidad de material necesario para el diseño y así poder realizar el análisis de costos unitarios de cada rubro que interviene en el presupuesto.
- El estudio detallado por medio de análisis de precios unitarios de los rubros que intervienen en el diseño, brindó una estimación de costos ya sea de materiales, equipo y mano de obra, necesarios para poder realizar un presupuesto general del diseño, y así evaluar la factibilidad del diseño con respecto a los ingresos generados por la empresa.
- El proceso de evacuado de GLP al no estar integrado dentro del proceso diario de envasado de cilindros de 15 kg no influye demasiado en la comercialización de éstos, recalcando que las fugas presentadas en las válvulas de los cilindros da un desperdicio que no es tan significativo para la empresa más bien se procede a su retiro y cambio por aspectos de gestión de calidad, al no tener también un detalle y un registro de la cantidad de GLP exacta que se desperdicia no se puede determinar el perjuicio económico para la empresa y por ende no se puede realizar un análisis de los factores TIR y VAN del diseño propuesto.

## **i. RECOMENDACIONES.**

- La instalación y calibración de los equipos electrónicos y digitales se debe realizar siguiendo estrictamente cada una de los manuales del equipo.
- Toda conexión se la debe realizar con los equipos desconectados o sin alimentación de poder, para evitar problemas con los mismos.
- Se debe realizar la instalación de protección eléctrica necesaria ya sea para los equipos como para la tubería de cableado para evitar la generación de cargas estáticas.
- Se debe elaborar un plan de mantenimiento adecuado de los equipos para garantizar su óptimo funcionamiento y tiempo de vida.
- Como una recomendación para la Universidad Nacional de Loja, se pide que habilite los laboratorios y los bancos didácticos que son muy importantes para el complemento de los conocimientos académicos.



## j. BIBLIOGRAFÍA.

**Aillón Abril, Marco Xavier. 2010.** "Tesis o trabajo de graduación". *Diseño de un sistema SCADA de control automático de temperatura y humedad para los lechos de producción de Humus de Lombriz en la empresa BIOAGROTECSA CÍA LTDA.* Ambato : s.n., 2010.

**Arias Toapanta, Marco Vinicio. 2013.** *Diseño e implementación de un módulo didáctico en automatización industrial aplicando buses de campo para la empresa ECUAINSETEC*". Quito-Pichincha : s.n., 2013.

**Creus Solé, Antonio. 2010.** *Instrumentación Industrial.* Barcelona : 8° edición. MARCOMBO S.A., 2010.

**Frank Ebel, Siegfried Idler, Georg Prede, Dieter Scholz. 2010.** FESTO DIDACTIC. [En línea] Frank Ebel, Siegfried Idler, Georg Prede, Dieter Scholz, 2010. [Citado el: 20 de junio de 2015.] [http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/573031\\_lb\\_pep\\_extracto\\_es.pdf](http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/573031_lb_pep_extracto_es.pdf).

**LojaGas. LojaGas.** [En línea] [Citado el: 14 de abril de 2014.] <http://www.lojagas.com/>.

**NTE INEN, 1536-2R. 1992.** Prevención de Incendios. Requisitos de seguridad en plantas de almacenamiento y envasado de GLP. s.l. : Registro Oficial, 1992. 38.

**NTE INEN, 1537-1R. 1987.** Prevención de Incendios. Requisitos de seguridad para operaciones de trasvase de GLP. s.l. : Registro Oficial, 1987. 724.

**NTE INEN, 440. 1984.** Colores de identificación de tuberías. s.l. : Registro Oficial, 1984. 92.

**Ogata, Katsuhiko. 1987.** *Ingeniería de Control Moderna.* Cuba : Ediciones del Castillo S.A., 1987.

**Robalino Bonifaz, Christian Homero. 2007.** *Diseño e implementación de un sistema SCADA para el módulo "Banda transportadora del Laboratorio de Neumática en la U.P.S. Quito"*. Quito-Pichincha : s.n., 2007.

## k. ANEXOS.

### k.1.- Especificaciones Técnicas de los equipos.

#### Fuente de alimentación Siemens PS 307, 10ª.

##### SIPLUS S7-300 PS 307, 10 A

##### Sinopsis



##### Nota:

Los productos SIPLUS extreme se basan en productos estándar de Siemens Industry. Los contenidos aquí enumerados se han tomado de los correspondientes productos estándar. Se complementan con información específica de SIPLUS extreme.

SIPLUS S7-300 PS 307 10 A	
Referencia	6AG1 307-1KA02-7AA0
Referencia del modelo base	6ES7 307-1KA 02-0AA0
Revestimiento conformado	Revestimiento de la placa de circuito impreso y de los componentes electrónicos
Rango de temperatura ambiente	-25 ... +70 °C
Datos técnicos	Se aplican los datos técnicos del producto estándar, a excepción de las condiciones ambientales.
Conforme con la norma para equipos electrónicos usados en vehículos ferroviarios (EN 50155, temperatura T1, categoría 1).	No

Condiciones ambientales	
Humedad relativa del aire	5 ... 100%; admite condensación
Sustancias biológicamente activas	Conforma con EN 60721-3-3, clase 3B2, esporas de moho, hongos y esporangios (exceptuando fauna)
Sustancias químicamente activas	Conforma con EN 60721-3-3, clase 3C4, incl. niebla salina e ISA-S71.04, nivel de severidad G1; G2; G3; GX <sup>1)</sup>
Sustancias mecánicamente activas	Conforma con EN 60721-3-3, clase 3S4, incl. polvo y arena <sup>2)</sup>
Presión atmosférica (en función del rango positivo de temperatura más alto indicado)	1090 ... 795 hPa (-1000 ... +2000 m) consultar rango de temperatura ambiente 795 ... 658 hPa (+2000 ... +3500 m) derating 10 K 658 ... 540 hPa (+3500 ... +5000 m) derating 20 K

<sup>1)</sup> ISA -S71.04, nivel de severidad GX: carga constante/long-term load: SO<sub>2</sub> < 4,8 ppm; H<sub>2</sub>S < 9,9 ppm; Cl < 0,2 ppm; HCl < 0,66 ppm; HF < 0,12 ppm; NH < 49 ppm; O<sub>3</sub> < 0,1 ppm; NOX < 5,2 ppm  
Valor límite/limit value (máx. 30 min/d): SO<sub>2</sub> < 14,8 ppm; H<sub>2</sub>S < 49,7 ppm; Cl < 1,0 ppm; HCl < 3,3 ppm; HF < 2,4 ppm; NH < 247 ppm; O<sub>3</sub> < 1,0 ppm; NOX < 10,4 ppm

<sup>2)</sup> Las cubiertas de conectores suministradas deben permanecer en las interfaces no utilizadas en caso de servicio en atmósferas con gases nocivos!

Encontrará la documentación técnica de SIPLUS en: [www.siemens.com/siplus-extreme](http://www.siemens.com/siplus-extreme)

Datos de pedido	Referencia
Fuente de alimentación de carga SIPLUS S7-300 PS 307, 10 A incl. peine de unión 120/230 V AC; 24 V DC Intensidad de salida 10 A (dimensiones 80 x 125 x 120)	6AG1 307-1KA02-7AA0

## PLC Siemens 315-2 PN/DP.

### Sinopsis SIPLUS CPU 315-2 PN/DP



- La CPU con memoria de programa y capacidades funcionales medias
- Alta capacidad de procesamiento en aritmética binaria y de coma flotante

- Empleo a modo de PLC central en líneas de fabricación con unidades periféricas centralizadas y descentralizadas
- Component based Automation (CBA) con comunicación por PROFINET
- Representante (proxy) en PROFINET de equipos inteligentes conectados a PROFIBUS DP en Component based Automation (CBA)
- PROFINET IO-Controller para operar periferia descentralizada en PROFINET
- Interfaz PROFINET con switch de 2 puertos
- Interfaz combinada MPI/maestro-esclavo PROFIBUS DP
- Modo isócrono en PROFIBUS

Para el funcionamiento de la CPU es imprescindible una SIMATIC Micro Memory Card.

#### Nota:

Los productos SIPLUS extreme se basan en productos estándar de Siemens Industry. Los contenidos aquí enumerados se han tomado de los correspondientes productos estándar. Se complementan con información específica de SIPLUS extreme.

SIPLUS CPU 315-2 PN/DP		
Referencia	6AG1 315-2EH14-2AY0	6AG1 315-2EH14-7AB0
Referencia del modelo base	6ES7 315-2EH14-0AB0	6ES7 315-2EH14-0AB0
Rango de temperatura ambiente	-25 ... +60 °C	-25 ... +70 °C
Revestimiento conformado	Revestimiento de la placa de circuito impreso y de los componentes electrónicos	
Datos técnicos	Se aplican los datos técnicos del producto estándar, a excepción de las condiciones ambientales	
Conforme con la norma para equipos electrónicos usados en vehículos ferroviarios (EN 50155, temperatura T1, categoría 1).	Si	No
<b>Condiciones ambientales</b>		
Humedad relativa del aire	5 ... 100 % Admite condensación	
Sustancias biológicamente activas	Conforme con EN 60721-3-3, clase 3B2, esporas de moho, hongos y esporangios (exceptuando fauna)	
Sustancias químicamente activas	Conforme con EN 60721-3-3, clase 3C4, Incl. niebla salina e ISA-S71.04, nivel de severidad G1; G2; G3; GX <sup>1)2)</sup>	
Sustancias mecánicamente activas	Conforme con EN 60721-3-3, clase 3S4, Incl. polvo y arena conductiva <sup>2)</sup>	
Presión atmosférica (en función del rango positivo de temperatura más alto indicado)	1080 ... 795 hPa (-1000 ... +2000 m) consultar rango de temperatura ambiente 795 ... 658 hPa (+2000 ... +3500 m) derating 10 K 658 ... 540 hPa (+3500 ... +5000 m) derating 20 K	

<sup>1)</sup> ISA-S71.04, nivel de severidad GX: carga constante/long-term load: SO<sub>2</sub> < 4,8 ppm; H<sub>2</sub>S < 9,9 ppm; Cl < 0,2 ppm; HCl < 0,66 ppm; HF < 0,12 ppm; NH < 49 ppm; O<sub>3</sub> < 0,1 ppm; NOX < 5,2 ppm Valor límite/limit value (máx. 30 min/d): SO<sub>2</sub> < 17,8 ppm; H<sub>2</sub>S < 49,7 ppm; Cl < 1,0 ppm; HCl < 3,3 ppm; HF < 2,4 ppm; NH < 247 ppm; O<sub>3</sub> < 1,0 ppm; NOX < 10,4 ppm

<sup>2)</sup> ¡Las cubiertas de conectores suministradas deben permanecer en las interfaces no utilizadas en caso de servicio en atmósferas con gases nocivos!

Encontrará la documentación técnica de SIPLUS en:

[www.siemens.com/siplus-extreme](http://www.siemens.com/siplus-extreme)

Datos de pedido	Referencia	Accesorios	Referencia
SIPLUS CPU 315-2 PN/DP (rango de temperatura ampliado y presencia de atmósfera agresiva)			ver SIMATIC CPU 315-2 PN/DP, página 5/30
Memoria de trabajo de 384 kbytes, tensión de alimentación 24 V DC, Interfaz MPI/maestro/esclavo PROFIBUS DP combinada, Interfaz Ethernet/PROFINET con switch de 2 puertos; se necesita MMC	6AG1 315-2EH14-7AB0		
Conforme con EN 50155	6AG1 315-2EH14-2AY0		

## Módulo de entradas digitales Siemens SM 321.

### Módulo de entradas digitales SM 321

#### Sinopsis



- Entradas digitales
- Permite conectar contactos y detectores de proximidad a 2 hilos (BERO)

#### Datos técnicos

	6ES7 321-1BH02-0AA0	6ES7 321-1BH50-0AA0	6ES7 321-1BL00-0AA0	6ES7 321-1BP00-0AA0	6ES7 321-1BH10-0AA0
<b>Nombre del producto</b>					
Tensión de carga L+ • Valor nominal (DC)	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V
De bus de fondo 5 V DC, máx.	10 mA	10 mA	15 mA	100 mA	110 mA
<b>Pérdidas</b>					
Pérdidas, tip.	3,5 W	3,5 W	6,5 W	7 W	3,8 W
<b>Entradas digitales</b>					
Nº de entradas digitales	16	16	32	64	16
Número de entradas atacables simultánea- mente					
• Posición de montaje horizontal					
- hasta 40 °C, máx.			32	64	
- hasta 60 °C, máx.	16	16	16	32	16
• Posición de montaje vertical					
- hasta 40 °C, máx.	16	16	32	32	16
Característica de entrada según IEC 1131, tipo 1	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Tensión de entrada					
• Valor nominal, DC	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V
• para señal "0"	-30 a +5 V	-5 a +30 V	-30 a +5 V	-30 a +5 V	-30 a +5 V
• para señal "1"	13 a 30 V	-13 a -30 V	13 a 30 V	13 a 30 V	13 a 30 V
Intensidad de entrada					
• para señal "1", tip.	7 mA	7 mA	7 mA	4,2 mA; típicamente	7 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)					
• para entradas estándar					
- parametrizable				No	
- en transición "0" a "1", máx.	1,2 ms	1,2 ms	1,2 ms	1,2 ms	25 µs
- en transición "0" a "1", máx.	4,8 ms	4,8 ms	4,8 ms	4,8 ms	75 µs
Longitud del cable					
• Longitud del cable apantallado, máx.	1 000 m	1 000 m	1 000 m	1 000 m	1 000 m
• Longitud de cable no apantallado, máx.	600 m	600 m	600 m	600 m	600 m

## Módulo de salidas digitales Siemens SM 322.

### Módulo de salidas digitales SM 322

#### Sinopsis



- Salidas digitales
- Permite conectar electroválvulas, contactores, pequeños motores, lámparas y arrancadores de motor

#### Datos técnicos

	6ES7 322-1BH01-0AA0	6ES7 322-1BH10-0AA0	6ES7 322-1BL00-0AA0	6ES7 322-1BP00-0AA0	6ES7 322-1BP50-0AA0	6ES7 322-8BF00-0AB0
<b>Nombre del producto</b>						
Tensión de carga L+	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V
• Valor nominal (DC)						
De la tensión de carga L+ (sin carga), máx.	80 mA	110 mA	160 mA	75 mA	75 mA	90 mA
De bus de fondo 5 VDC, máx.	80 mA	70 mA	110 mA	100 mA	100 mA	70 mA
<b>Pérdidas</b>						
Pérdidas, tip.	4,9 W	5 W	6,6 W	6 W	6 W	5 W
<b>Salidas digitales</b>						
Número de salidas	16	16	32	64	64	8
Protección contra cortocircuitos	SI; electrónica	SI; electrónica	SI; electrónica	SI; electrónica	SI; electrónica	SI; electrónica
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	L+ (-53 V)	L+ (-53 V)	L+ (-53 V)	L+ (-53 V)	M+ (45 V)	L+ (-45 V)
Carga tipo lámpara, máx.	5 W	5 W	5 W	5 W	5 W	5 W
Tensión de salida						
• para señal "1", mín.	L+ (-0,8 V)	L+ (-0,8 V)	L+ (-0,8 V)	L+ (-0,5 V)	M+ (0,5 V)	L+ (-0,8 a -1,6 V)
Intensidad de salida						
• para señal "1" valor nominal	0,5 A	0,5 A	0,5 A	0,3 A	0,3 A	0,5 A
• para señal "1" rango admisible, mín.				2,4 mA	2,4 mA	
• para señal "1" rango admisible, máx.				0,36 A	0,36 A	
• para señal "1" rango admisible para 0 a 40 °C, mín.	5 mA	5 mA	5 mA			10 mA
• para señal "1" rango admisible para 0 a 40 °C, máx.	0,6 A	0,6 A	0,6 A			0,6 A
• para señal "1" rango admisible para 40 a 60 °C, mín.	5 mA	5 mA	5 mA			10 mA
• para señal "1" rango admisible para 40 a 60 °C, máx.	0,6 A	0,6 A	0,6 A			0,6 A

## Módulo de entradas analógicas Siemens SM 331.

### Módulo de entradas analógicas SM 331

#### Sinopsis



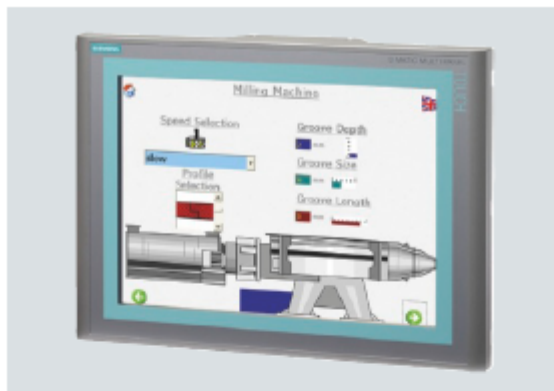
- Entradas analógicas
- Para conectar sensores con señal de tensión y de corriente (intensidad), termopares, resistencias y termoresistencias

#### Datos técnicos

	6ES7 331-7KF02-0AB0	6ES7 331-7HF01-0AB0	6ES7 331-1KF02-0AB0	6ES7 331-7KB02-0AB0
<b>Nombre del producto</b>				
Tensión de carga L+	24 V	24 V		24 V
• Valor nominal (DC)	SI	SI		SI
• Protección contra inversión de polaridad				
De la tensión de carga L+ (sin carga), máx.	200 mA	50 mA		80 mA
De bus de fondo 5 V DC, máx.	50 mA	60 mA	90 mA	50 mA
<b>Pérdidas</b>				
Pérdidas, ttp.	1 W	1,5 W	0,4 W	1,3 W
<b>Entradas analógicas</b>				
Nº de entradas analógicas	8	8	8	2
Nº de entradas analógicas para medida de resistencia	4		8	1
Longitud del cable apantallado, máx.	200 m; 50 m con 80 mV y termopares	200 m	200 m; máx. 50 m con 50 mV	200 m; 50 m con 80 mV y termopares
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	20 V; permanentes; 75 V durante 1 s como máx. (ciclo de trabajo 1:20)	20 V; 20 V DC permanentes; 75 V DC durante 1 s como máx. (ciclo de trabajo 1:20)	30 V; 12 V permanentes; 30 V durante 1 s como máx.	20 V; permanentes; 75 V durante 1 s como máx. (ciclo de trabajo 1:20)
Intensidad de entrada admisible para entrada de corriente (límite de destrucción), máx.	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA
<b>Rangos de entrada (valores nominales), tensiones</b>				
• 0 a +10 V	No	No	SI	No
• 1 a 5 V	SI	SI	SI	SI
• 1 a 10 V	No	SI	No	No
• -1 V a +1 V	SI	SI	SI	SI
• -10 V a +10 V	SI	SI	SI	SI
• -2,5 V a +2,5 V	SI	No	No	SI
• -250 mV a +250 mV	SI	No	No	SI
• -5 V a +5 V	SI	SI	SI	SI
• -50 mV a +50 mV	No	No	SI	No
• -500 mV a +500 mV	SI	SI	SI	SI
• -80 mV a +80 mV	SI	SI	No	SI
<b>Rangos de entrada (valores nominales), Intensidades</b>				
• 0 a 20 mA	SI	SI	SI	SI
• -10 a +10 mA	SI		No	SI
• -20 a +20 mA	SI	SI	SI	SI
• -3,2 a +3,2 mA	SI	No	No	SI
• 4 a 20 mA	SI	SI	SI	SI

## Pantalla de control HMI SIMATIC MP 377-15inch.

### Síntesis



SIMATIC MP 377 PRO de 15"

### Gama de aplicación

El SIMATIC Multi Panel 377 PRO sirve para cualquier aplicación de manejo y visualización de máquinas e instalaciones. El Multi Panel es un equipo muy potente, apto para tareas HMI complejas. Además de para la visualización, los equipos también sirven para otras tareas de automatización como, por ejemplo, para plataforma de un PLC en software.

SIMATIC Thin Client PRO es ideal como segundo puesto de mando a precio reducido en un MP 377 PRO.

### Integración

Interfaces integradas SIMATIC MP 377 PRO:

- 2 x Ethernet  
Las interfaces Ethernet integradas sirven para la comunicación de TI y para intercambiar datos con equipos de automatización como, p. ej., SIMATIC S7.
- PROFIBUS / MPI (RS 485/ RS 422)  
La interfaz PROFIBUS aislada galvánicamente (12 Mbits/s) sirve para conectar equipos de campo descentralizados o para el acoplamiento a SIMATIC S7
- Otras interfaces  
Para conectar otros periféricos se dispone de dos interfaces USB 2.0 (Universal Serial Bus), una interfaz para tarjeta CompactFlash y un slot para tarjeta SD/MMC.

### Datos técnicos

6AV6 644-2AB01-2AX0	
<b>Display</b>	
Tamaño	15 pulgadas (304,1 mm x 228,1 mm)
Tipo de display	TFT, 65536 colores
Resolución (píxeles)	
• Resolución (An x Al en píxeles)	1024 x 768
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	aprox. 50000 h

### SIMATIC MP 377 PRO

6AV6 644-2AB01-2AX0	
<b>Elementos de mando</b>	
Elementos de mando	Pantalla táctil
Conexión para ratón/teclado/lector de códigos de barra	USB/USB/USB
<b>Teclado</b>	
• Teclado numérico/alfanumérico	Sí/No
<b>Manejo táctil</b>	
• Pantalla táctil	analógica, resistiva
<b>Tensión de alimentación</b>	
Rango permitido	+20,4 V a +28,8 V DC
Tensión de alimentación	24 V DC
<b>Intensidad de entrada</b>	
Intensidad nominal	1,8 A
<b>Memoria</b>	
Tipo	Flash/RAM
<b>Tipo de salida</b>	
Acústica	Señal acústica
<b>Hora</b>	
Reloj	
• Tipo	Reloj por hardware, sincronizable
<b>Interfaces</b>	
Interfaces	1 x RS422, 1 x RS485, 2 x Ethernet (RJ45)
Interfaz USB	2 x USB
Slot para tarjeta CF	1 x Slot para tarjeta CF
Slot para tarjeta Multi Media	1 x Slot para tarjeta Multi Media
Industrial Ethernet	
• Interfaz Ethernet industrial	2 x Ethernet (RJ45)
<b>Informes (logs)</b>	
Protocolos (conexión a terminal)	
• Sm@rtAccess	Sí
<b>Condiciones ambientales</b>	
Temperatura de empleo	
• En servicio (montaje vertical)	0 °C a +45 °C
• En servicio (máx. ángulo de inclinación)	0 °C a +45 °C
Temperatura de almacenaje/ transporte	
• En transporte, almacenamiento	-20 °C a +60 °C
Humedad relativa	
• Humedad relativa máx.	85 %
Posición de montaje	vertical
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	+/- 45 °
<b>Grado de protección y clase de protección</b>	
Frente	IP65, NEMA 4, (montado)
Lado posterior	IP65
<b>Normas, homologaciones, certificados</b>	
Certificaciones	CE, cULus, C-TICK, NEMA 4
<b>Sistemas operativos</b>	
Sistema operativo	Windows CE
<b>Configuración</b>	
Software de configuración	
• Herramienta de configuración	ver "Síntesis de la configuración" a partir de la página 2/3

## Cable de comunicación entre PLC y HMI.

### Cables de conexión

#### Sinopsis (continuación)

	S5-TTY (PG-S5)	S5-TTY (TD/OP- S5) (15/15 pol.)	S7 PG702	RS232 no Siemens (15/9 pol.)	TD-PPI (incl. tens.)	RS232 módem nulo	Cable RS232/PPI Multi Master	Cable USB/PPI Multi Master	MPI (PG-S7) hasta 187,5 kbaudios
	6ES5 734- 2xxxx	6XV1 440- 2Axxx	6ES7 705- 0AA00- 7BA0	6XV1 440- 2Kxxx	6ES7 901- 3EB10- 0XA0	6ES7 901- 1BF00- 0XA0	6ES7 901- 3CB30-0XA0	6ES7 901- 3DB30-0XA0	6ES7 901- 0BF00- 0AA0
MBP 177	-	-	-	-	-	-	D/U	-	-
MBP 277	-	-	-	-	-	-	D/U	-	-
TD200	-	-	-	-	P	-	D/U	-	P
TD400C	-	-	-	-	P	-	D/U	-	P
OP73micro	-	-	-	-	P	-	D/U	D/U	P
TP177micro	-	-	-	-	-	-	D/U	D/U	-
OP73	-	-	-	-	P	-	D/U	D/U	P/D
OP77A	-	-	-	-	-	-	D/U	D/U	P/D
OP77B	-	-	-	P	-	D/U	-	-	P/D
TP177A	-	-	-	-	-	-	D/U	D/U	P/D
TP177B	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D/U	-	P/D
TP177B 4'	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	D	D	-	P/D
OP177B	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D/U	-	P/D
TP277-6	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D/U	-	P/D
OP277-6	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D/U	-	P/D
MP177-6 T	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D/U	-	P/D
MP277-8 T	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D/U	-	P/D
MP277-10 T	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D/U	-	P/D
MP377-12 T	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D	-	P/D
MP377-15 T	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D	-	P/D
MP377-19 T	-	-	-	p <sup>3)</sup>	-	-	D	-	P/D



## Electroválvula servopilotada 5/2 vías.

**MiCRO**

**Válvulas direccionales 5/2**

Serie SB0 Global Class  
1/8"

Tipo.....	Válvulas 5/2 de actuación neumática o eléctrica, con actuador manual mono y biestable
Montaje.....	Unitario, en uso múltiple mediante Distribuidor de alimentación o Base manifold
Conexiones.....	De trabajo: G 1/8" - De pilotaje: M5x0,8
Temperatura ambiente.....	-5...50 °C (23...122 °F)
Temperatura del fluido.....	-10...60 °C (14...140 °F)
Fluido.....	Aire comprimido filtrado (se recomienda lubricación) - Gases Inertes
Presión de trabajo.....	Ver para cada tipo de actuación
Caudal nominal.....	420 l/min (0,42 Cv)
Frecuencia.....	24 Hz (con reacción neumática y 6 bar)
Materiales.....	Cuerpo de zamac, distribuidor de acero inoxidable, sellos de NBR



Descripción	Presión de trabajo	MICRO	Kit de reparación
Válvula 5/2 mando neumático, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.001.311	0.200.000.509
Válvula 5/2 mando neumático, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.001.511	0.200.000.510
Válvula 5/2 biestable por impulsos neumáticos	0,5...10 bar	0.220.001.711	0.200.000.511
Electroválvula 5/2, reacción neumática	1,5...10 bar	0.220.002.311/—	0.200.000.512
Electroválvula 5/2, reacción a resorte	2,5...10 bar	0.220.002.511/—	0.200.000.513
Electroválvula 5/2, biestable por impulsos eléctricos	0,5...10 bar	0.220.002.711/—	0.200.000.514

En los códigos de las electroválvulas reemplazar los guiones luego de la barra por los valores de la tabla siguiente, según la tensión seleccionada para el solenoide.

Ejemplo: una válvula 0.220.002.311 / - - - con tensión 220V 50/60Hz, debe solicitarse 0.220.002.311 / 201

Para más características de los solenoides, ver página 2.6.2.2

Tensión	Código adicional /---
220V 50/60Hz	/201
110V 50/60Hz	/202
48V 50/60Hz	/208
24V 50/60Hz	/203
24 Vdc	/212
12 Vdc	/213



NUEVO: actuador manual conforme ISO 4414 y EN 983.

## Electroválvula servopilotada 3/2 vías.

**MiCRO**



**Electroválvulas 3/2**

Serie 211 Global Class  
1/8"

Tipo.....	Válvulas 3/2 de actuación eléctrica, normal cerradas, con actuador manual blestable
Montaje.....	Unitario o múltiple mediante el kit manifold
Temperatura ambiente.....	-5...50 °C (23...122 °F)
Temperatura del fluido.....	-10...60 °C (14...140 °F)
Fluido.....	Aire comprimido filtrado - Gases inertes
Presión de trabajo.....	0...10 bar (0...145 psi)
Caudal nominal.....	40 l/min (0,04 Cv)
Frecuencia.....	Máx. 24 Hz (a 6 bar)
Materiales.....	Cuerpo de zamac, bobina encapsulada en resina epoxi, tubo guta y tragante de latón y acero inoxidable



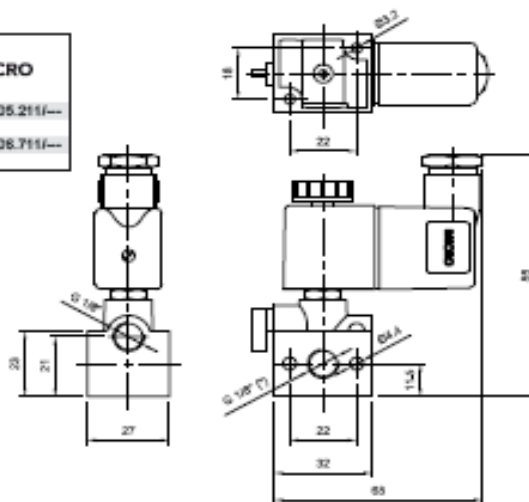
Para más características de los solenoides, ver página 2.6.2.2

Descripción	MiCRO
 Electroválvula 3/2 normal cerrada unitaria	0.211.005.211/-
 Electroválvula 3/2 normal cerrada p/manifold	0.211.008.711/-

Tensión	Código adicional /-
220V 50/60Hz	/201
110V 50/60Hz	/202
48V 50/60Hz	/208
24V 50/60Hz	/203
24 Vdc	/212
12 Vdc	/213

En los códigos de las electroválvulas reemplazar los guiones luego de la barra por los valores de la tabla superior, según la tensión seleccionada para el solenoide.

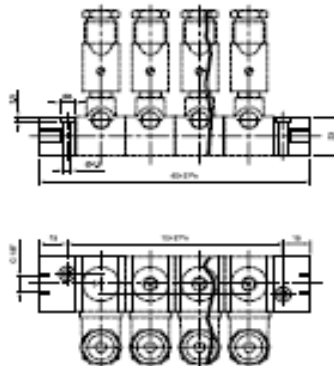
Ejemplo: una válvula 0.211.005.211 / - - con tensión 220V 50/60Hz, debe solicitarse 0.211.005.211 / 201



### Kit Manifold

Cantidad de válvulas	MiCRO
2	0.200.000.482
3	0.200.000.483
4	0.200.000.484
5	0.200.000.485
6	0.200.000.486
7	0.200.000.487
8	0.200.000.488
9	0.200.000.489
10	0.200.000.490

Al especificar un manifold, solicitar "n" válvulas y el kit manifold para las "m" válvulas.



## Solenoid antiexplosivo.

**MiCRO**

**Solenoides antiexplosivos**

Serie 22

Tipo.....	Solenoides antiexplosivos encapsulados según Directiva ATEX 94/9/CE. Fabricado y testeado bajo normas EN 60079-0:2009, EN 60079-18:2009, EN 60079-31:2009, ancho 30mm (tubo guía especial incluido) II 2G Ex mb IIC T5 Gb Ta:-50°C + +50°C II 2D Ex tb IIC T130/T95 °C IP66 Db Ta:-50°C + +50°C
Presión de trabajo .....	0,5...8 bar
Diámetro de pasaje .....	1,1 mm
Fluidos .....	Aire comprimido o gases neutros, filtrados a 50 µ, con o sin lubricación
Conexión del escape .....	M5x0,8
Variación de tensión .....	± 10%
Conexión ED .....	100%
Protección.....	IP 66
Tiempo de respuesta.....	10 ms
Clase de aislación .....	F
Certificaciones .....	TÜV IT 13 ATEX 030



Tensión	Potencia	MiCRO
220V 50/60 Hz	3,2 VA	0.200.000.544
110V 50/60Hz	3,2 VA	0.200.000.545
24V 50/60Hz	3,2 VA	0.200.000.546
24 Vcc	3 W	0.200.000.551
12 Vcc	3 W	0.200.000.552

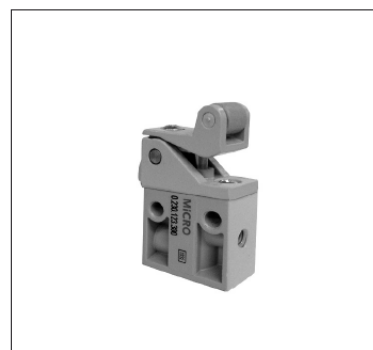
## Sensor fin de carrera.

**MiCRO**

**Válvulas 3/2 manuales y mecánicas**

Serie MML - M5

Tipo.....	Válvulas 3/2 normal cerradas de actuación manual o mecánica, reacción por resorte
Fuerza de actuación .....	Mando a pulsador manual: 400 gr Mando directo: 1000 gr Mando por rodillo: 500 gr
Temperatura ambiente.....	-5...50 °C (23...122 °F)
Temperatura fluido.....	-10...60 °C (14...140 °F)
Fluido.....	Aire comprimido filtrado (se recomienda lubricación) - Gases inertes
Presión de trabajo .....	0...10 bar (0...145 psi)
Caudal nominal.....	45 l/min (0,046 Cv)
Materiales .....	Cuerpo de zamac, mandos metálicos y plásticos de ingeniería



## Cabezal de envasado con actuador neumático.

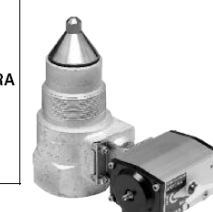
### ***3" Threaded Internal Valves for Bobtail Delivery Trucks, Transports and Stationary Storage Tanks***

Designed primarily for use with LP-Gas and anhydrous ammonia for liquid withdrawal; vapor transfer or vapor equalization of bobtail delivery trucks, transports, stationary storage tanks, and in-line installations. The valve may be operated manually by cable or pneumatically.



A3213R

Part Number	Inlet Connection M-NPT	Outlet Connection F-NPT	Closing Flow Half Coupling (GPM)		Closing Flow Full Coupling (GPM)		LP-Gas Vapor Capacity (SCFH/Propane)		Accessories		
			LPG	NH <sub>3</sub>	LPG	NH <sub>3</sub>	25 PSIG Inlet	100 PSIG Inlet	Thermal Latch	Pneumatic Actuator	Rotary Actuator
A3213R150	3"	3"	150	135	125	113	-	-	A3213TL	A3213PA	A3213RA
A3213R200			200	180	160	144	44,100	75,100			
A3213R300			300	270	250	225	57,900	90,500			
A3213R400			400	360	325	293	71,400	121,300			
A3213RT150			150	135	125	113	-	-			
A3213RT200			200	180	160	144	44,100	75,100			
A3213RT300			300	270	250	225	57,900	90,500			
A3213RT400			400	360	325	293	71,400	121,300			



A3213RA

# Sensor de caudal y presión Siemens SITRANS P500.

## Transmisores SITRANS P para altos requerimientos



Transmisores a dos hilos para medir:

- Presión diferencial
- Caudal volumétrico
- Caudal másico
- Nivel
- Volumen
- Masa

### SITRANS P500

- Dinámica de rango de medida: 200 : 1
- Muy alta precisión
- Tiempo de respuesta muy rápido
- Elevada estabilidad a largo plazo
- Parametrización con 3 teclas y HART

## Medida de presión

Transmisores para requisitos generales

### SITRANS P DS III Descripción técnica

#### Transmisores de presión relativa

Magnitud de medida: Presión relativa de gases, vapores y líquidos corrosivos y no corrosivos.

Alcance de medida (ajustable sin escalones)

para DS III con HART: 0,01 a 700 bar (0,15 a 10153 psi)

Rango nominal de medida

para DS III con PROFIBUS PA y FOUNDATION Fieldbus: 1 a 700 bar (14,5 a 10153 psi)

#### Transmisores de presión absoluta

Magnitud de medida: Presión absoluta de gases, vapores y líquidos corrosivos y no corrosivos.

Alcance de medida (ajustable sin escalones)

para DS III con HART: 8,3 mbar a ... 100 bar a (0,12 ... 1450 psia)

Rango nominal de medida

para DS III con PROFIBUS PA y FOUNDATION Fieldbus: 250 mbar a ... 100 bar a (3,6 ... 1450 psia)

Existen 2 series:

- Serie Presión relativa
- Serie Presión diferencial

#### Transmisores de presión diferencial y caudal

Magnitudes de medida:

- Presión diferencial
- Pequeña presión relativa positiva o negativa
- Caudal  $q_v$  -  $\Delta p$  (en conjunto con un depérimetro (ver capítulo "Caudalímetros"))

Alcance de medida (ajustable sin escalones)

para DS III con HART: 1 mbar... 30 bar (0,0145 ... 435 psi)

Rango nominal de medida

para DS III con PROFIBUS PA y FOUNDATION Fieldbus: 20 mbar... 30 bar (0,29 ... 435 psi)

#### Transmisores de presión para nivel

Magnitud de medida: Niveles de líquidos corrosivos y no corrosivos en depósitos abiertos y cerrados.

Alcance de medida (ajustable sin escalones)

para DS III con HART: 25 mbar... 5 bar (0,363... 72,5 psi)

Rango nominal de medida

para DS III con PROFIBUS PA y FOUNDATION Fieldbus: 250 mbar... 5 bar (3,63 ... 72,5 psi)

Diametro nominal de la brida de montaje

- DN 80 o DN 100
- 3 pulgadas o 4 pulgadas

Cuando se mide el nivel en un recipiente abierto, la conexión "1" de la célula de medida permanece sin conectar (medida "contra la presión atmosférica").

Para las dimensiones en depósitos cerrados, la conexión "2" ha de conectarse con el recipiente para compensar la presión estática.

Las piezas en contacto con el fluido son - de acuerdo a la resistencia a la corrosión exigida - de diferentes materiales.

#### Diseño



Vista frontal del aparato

El transmisor está compuesto de diferentes componentes según las especificaciones del cliente. Las posibilidades de composición se pueden consultar en las instrucciones de pedido. Los componentes especificados a continuación son los mismos en todos los instrumentos.

En la parte lateral del transmisor se encuentra, entre otras cosas, la placa de características (7, figura "Vista frontal") con la referencia. Con la referencia indicada y lo especificado en las instrucciones de pedido es posible definir tanto los detalles de diseño opcionales como el posible rango de medida (propiedades físicas del elemento sensor incorporado).

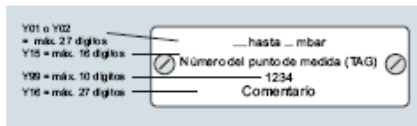
En el lado contrario se encuentra la placa de homologación.

La carcasa es de fundición de aluminio o de fundición fina de acero inoxidable. En cada una de las partes frontal y posterior de la caja se encuentra una tapa redonda destornillable. La tapa delantera (2) puede estar dotada de una mirilla que permite la lectura directa de los valores medidos en el display. Lateralmente, a elección a la izquierda o a la derecha, se encuentra la entrada de cable (8) para la conexión eléctrica. La abertura no utilizada está cerrada con un tapon ciego en el lado opuesto. En la parte posterior de la carcasa se encuentra el terminal de conexión del conductor de protección.

Destornillando la tapa posterior se obtiene acceso a las conexiones eléctricas para la alimentación auxiliar y la pantalla. En la parte inferior de la carcasa se encuentra la célula de medida con la conexión al proceso (5). La célula de medida está protegida contra giro mediante un tornillo de retención (4). La estructura modular permite el cambio independiente de la célula de medida y de la electrónica. Al hacerlo se mantienen los datos de parametrización ajustados.

En el lado superior de la carcasa está la tapa de plástico (1), bajo la cual se encuentran las teclas integradas.

#### Ejemplo de una placa para el punto de medida adjunta

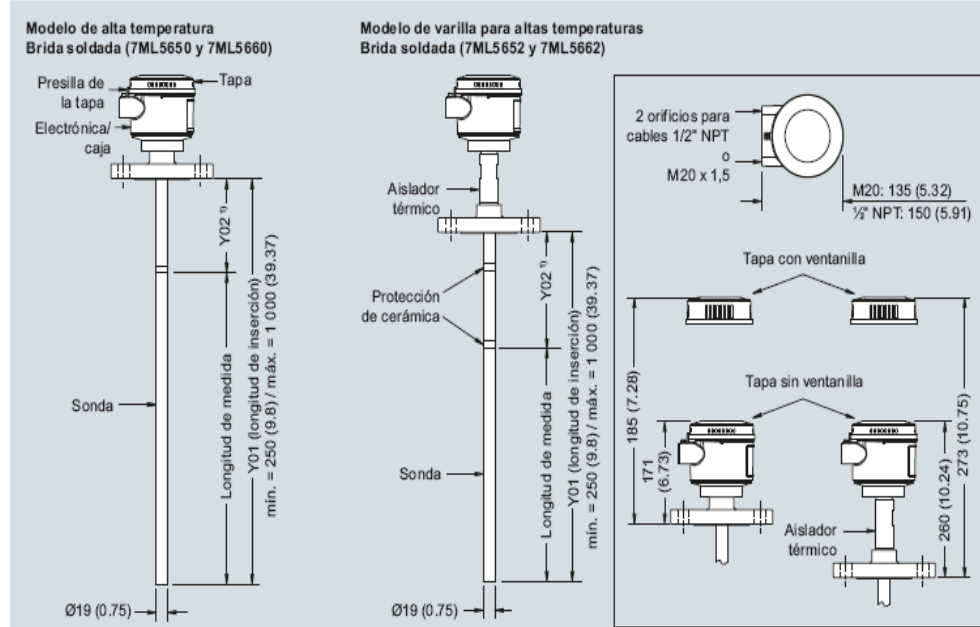


## Sensor de nivel Capacitivo Pointek CLS300.

### Medida de nivel

Detección de nivel - Sensores capacitivos

### Pointek CLS300 - Estándar y digital



## Cilindro neumático doble efecto.

P1A

Cilindro

### Datos

Presión de trabajo máx. 10 bar  
 Temperatura de trabajo máx. +80 °C  
 mín. -20 °C



### Doble efecto

Amortiguación regulable



Diámetro mm	Carrera mm	Ref. de pedido
<b>16</b> Conex. M5	20	P1A-S016MS-0020
	25	P1A-S016MS-0025
	30	P1A-S016MS-0030
	40	P1A-S016MS-0040
	50	P1A-S016MS-0050
	80	P1A-S016MS-0080
	100	P1A-S016MS-0100
	125	P1A-S016MS-0125
	160	P1A-S016MS-0160
	200	P1A-S016MS-0200
	250	P1A-S016MS-0250
	320	P1A-S016MS-0320
	400	P1A-S016MS-0400
	500	P1A-S016MS-0500

Carrera máxima 500 mm

### Doble efecto

Amortiguación regulable



Diámetro mm	Carrera mm	Ref. de pedido
<b>25</b> Conex. G 1/8	20	P1A-S025MS-0020
	25	P1A-S025MS-0025
	30	P1A-S025MS-0030
	40	P1A-S025MS-0040
	50	P1A-S025MS-0050
	80	P1A-S025MS-0080
	100	P1A-S025MS-0100
	125	P1A-S025MS-0125
	160	P1A-S025MS-0160
	200	P1A-S025MS-0200
	250	P1A-S025MS-0250
	320	P1A-S025MS-0320
	400	P1A-S025MS-0400
	500	P1A-S025MS-0500

Carrera máxima 1.000 mm

# P1A

# Accesorios de montaje

## Accesorios de montaje para cilindros

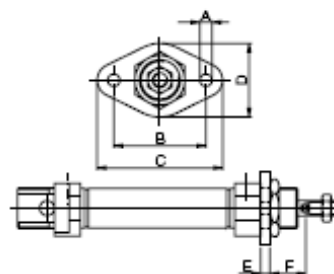
Tipo	Descripción	Cilindro Ø mm	Peso kg	Ref. de pedido.
<b>Brida MF8</b>	Destinado a la fijación rígida del cilindro. La brida puede montarse en la culata anterior o posterior.  Material: Acero maquinado	10	0,012	<b>P1A-4CMB</b> <b>P1A-4DMB</b> <b>P1A-4HMB</b>
		12-16	0,025	
		20-25	0,045	



<b>Brida MF8 Inoxidable</b>	Destinado a la fijación rígida del cilindro. La brida puede montarse en la culata anterior o posterior.  Material: Acero inoxidable, DIN X 10 CrNiS 18 9	10	0,012	<b>P1S-4CMB</b> <b>P1S-4DMB</b> <b>P1S-4HMB</b>
		12-16	0,025	
		20-25	0,045	



Diám. cil. Ø mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm
10	4,5	30	40	22	3	13
12-16	5,5	40	52	30	4	18
20	6,6	50	66	40	5	19
25	6,6	50	66	40	5	23



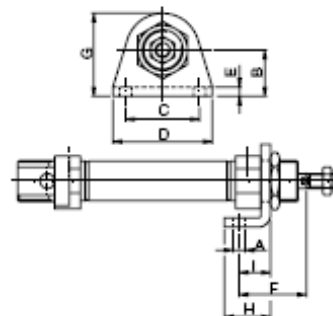
<b>Pie MS3</b>	Destinado a la fijación rígida del cilindro. El pie puede montarse en la culata anterior o posterior.  Material: Acero maquinado	10	0,020	<b>P1A-4CMF</b> <b>P1A-4DMF</b> <b>P1A-4HMF</b>
		12-16	0,040	
		20-25	0,080	

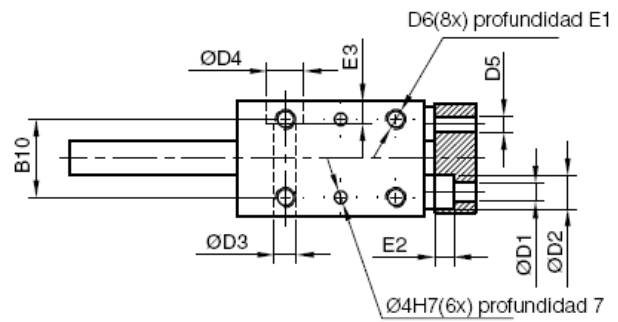


<b>Pie MS3 Inoxidable</b>	Destinado a la fijación rígida del cilindro. El pie puede montarse en la culata anterior o posterior.  Material: Acero inoxidable, DIN X 10 CrNiS 18 9	10	0,020	<b>P1S-4CMF</b> <b>P1S-4DMF</b> <b>P1S-4HMF</b>
		12-16	0,040	
		20-25	0,080	



Diám. cil. Ø mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	I mm
10	4,5	16	25	35	3	24	26,0	16	11
12-16	5,5	20	32	42	4	32	32,5	20	14
20	6,5	25	40	54	5	36	45,0	25	17
25	6,5	25	40	54	5	40	45,0	25	17





Ø. mm	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	C1	C2	D1	D2	D3	D4
12/16	30	65	27	63	32	25,0	54	7,5	10	24	15	22	8	46	4,5	8,0	5,5	-
20	34	79	32	76	40	32,5	68	14,0	12	38	20	23	10	58	5,5	10,5	6,5	11
25	34	79	32	76	40	32,5	68	14,0	12	38	20	23	10	58	5,5	10,5	6,5	11

Ø. mm	D5	D6	E1	E2	E3	F1	G1	L1	L2	L3	L5	SW1	SW2	SW3	R1	R2	H1	H2
12/16	M4	M4	8	4,6	-	16	16	69	39	17	52	22	8	19	M4	8	46	20
20	M5	M6	12	5,6	7	22	30	85	55	15	70	30	13	27	M6	11	58	30
25	M5	M6	12	5,6	7	22	23	85	55	15	70	30	13	27	M6	11	58	30

Ø. mm	Peso carrera de 0 mm kg	Peso complemento por 10 mm carrera kg
12/16	0,26	0,0078
20	0,47	0,1233
25	0,47	0,1233



## Válvula de cierre con actuador neumático.

### BOAX-B Mat P-da, BOAX-B Mat P-sa

Válvulas de mariposa actuadas  
neumáticamente

PN 10 / 16 / Clase 150  
DN 40 - 300



AMTROBOX C



Válvulas de acuerdo al catálogo de serie 8409.11 y 8412.11

#### Aplicaciones

- Procesos generales: agua, petróleo, aceites y gas
- Ingeniería de planta
- Funciones de corte y control en suministros de agua, aguas servidas, distribución de agua, tratamientos de agua, riego

#### Válvula

- Cuerpo tipo semi-lug T2 y full-lug T4: apropiado para el desmontaje aguas arriba y para servicio de fin de línea
- Presión máxima (presión de operación)  
16 bar: DN 40 a 200 a temperatura ambiente  
10 bar: DN 250 a 300 a temperatura ambiente
- Rango de temperaturas: de -10°C a +110° C
- Servicio de vacío hasta 0.3 bar abs.
- Max. velocidad del flujo a la presión de servicio de 3 m/s
- Asiento elastomérico con un volumen extra de goma en la pasada del eje para un sellado perfecto hacia la atmósfera
- Sellado estanco en ambas direcciones del fluido, sin filtración visible según norma EN 12286-1 taza de fuga A e ISO 5208 categoría A
- Dimensión cara-a-cara según ISO 5752 Serie 20, EN 558-1 Serie 20
- Flange superior según ISO 5211
- Cuerpo con pintura de poliuretano, espesor: 80 µm, color: azul RAL 5012
- Disco de válvulas fabricado en acero inoxidable o en fundición nodular en cuyo caso tiene un recubrimiento de pintura epóxica, espesor: 80 µm, color: café RAL 8012
- Conexión de línea según EN 1092 PN 10/16 y ASME B16-5 Clase 150
- Marcado según EN 19
- Válvula según EN 593
- Las válvulas cumplen los requerimientos de seguridad Anexo I de la Directiva de Equipos de Presión Europea 97/23/EC (PED) para líquidos del Grupo 1 y fluidos del Grupo

#### Actuador neumático

- Acción simple y doble – da: acción doble / sa: acción simple
- Presión nominal de aire 6 bar; y 3, 4, 5 bar bajo consulta
- Limitador (es) de carrera ajustables en la posición de cierre
- BOAX-B Mat P-sa con posición de seguridad en válvula cerrada
- Temperatura desde -20 °C hasta +70 °C
- Cabeza del cilindro pintada
- Carcasa anodizada

#### Limitador de Carrera AMTROBOX C (opción)



- Detector de posición por 2 interruptores de carrera mecánicos o por 2 interruptores de proximidad
- Conexión eléctrica mediante un prensa cable
- Montaje sobre el actuador sin adaptador, sobre la plaza VDI / VDE 3845
- Nivel de protección: IP 67



#### Una Mirada a los beneficios

- La BOAX-B Mat P-da, acciona la BOAX-B mediante un actuador neumático doble efecto modelo ACTAIR-B
- La BOAX-B Mat P-sa, acciona la BOAX-B mediante un actuador neumático simple efecto modelo DYNACTAIR-B
- Cierre y sella hacia la atmósfera permanente y confiable
- Libre de asbesto, CFC, PCB o de substancias que perjudican la adhesión de la pintura
- Aprobada para aplicaciones en agua potable

## Tubo flexible de material sintético. .

### Tubos flexibles de calibración exterior





		
Tipo	Tubo de material sintético, tubo de material sintético DUO PUN, PUN-DUO	Tubo de material sintético, tubo de material sintético DUO PUN-H, PUN-H-DUO
Diámetro exterior	3 ... 16 mm	2 ... 16 mm
Diámetro interior	2,1 ... 11 mm	1,2 ... 11 mm
Presión de funcionamiento dependiente de la temperatura	-0,95 ... 10 bar	-0,95 ... 10 bar
Temperatura ambiente	-35 ... 60 °C	-35 ... 60 °C
Conexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo sintético altamente flexible</li> <li>• Poliuretano</li> <li>• Conformidad con RoHS</li> <li>• Fluidos: aire comprimido, vacío</li> <li>• Apropriados para cadenas de arrastre</li> <li>• Gran resistencia a fisuras provocadas por tensión mecánica</li> <li>• Versión también como tubo sintético DUO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliuretano</li> <li>• Versión también como tubo sintético DUO</li> <li>• Fluidos: aire comprimido, vacío</li> <li>• Homologado para la industria alimentaria</li> <li>• Gran resistencia a microbios y a la hidrólisis</li> <li>• Apropriados para cadenas de arrastre</li> </ul>

	
Tubo flexible de material sintético PAN	Tubo flexible de material sintético PLN
4 ... 16 mm	4 ... 16 mm
2,9 ... 12 mm	2,9 ... 12 mm
-0,95 ... 19 bar	-0,95 ... 14 bar
-30 ... 80 °C	-30 ... 80 °C
<ul style="list-style-type: none"> <li>• De alta resistencia térmica y mecánica.</li> <li>• Gran resistencia a los microbios</li> <li>• Poliamida</li> <li>• Fluidos: aire comprimido, vacío</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran resistencia a sustancias químicas, microbios, hidrólisis</li> <li>• Homologado para alimentos</li> <li>• Amplia resistencia a los medios de limpieza y lubricación más comunes</li> <li>• Resistente a la intemperie</li> <li>• Fluidos: aire comprimido, vacío, agua</li> <li>• Polietileno</li> <li>• Conformidad con RoHS</li> </ul>

## Racor de acoplamiento e tubo flexible.



### Racores rápidos roscados

FESTO

Tipo	 Racor rápido Quick Star metálico NPQH	 Racor rápido roscado, Quick Star, estándar NPQM	 Racor rápido Quick Star de acero inoxidable CRQS	 Racor rápido de bloqueo y orientable, Quick Star, estándar QSK, QSSK, QSKL, QSR, QSRL
Conexión neumática	Boquilla QS-4, QS-6, QS-8, QS-10, QS-12, QS-14, Rosca exterior M5, M7, G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, Rosca interior G1/8, G1/4, Para tubo flexible con diámetro exterior de 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm, 14mm	G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, M5, M7, Boquilla QS-4, QS-6, QS-8, QS-10, QS-12, Para tubo flexible con diámetro exterior de 4, 6, 8, 10, 12, 14mm	Rosca exterior M5, R1/8, R1/4, R3/8, R1/2, para tubo con diámetro exterior de 4, 6, 8, 10, 12, 16 mm	Rosca exterior G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, M5, R1/8, R1/4, R3/8, R1/2, para tubo con diámetro exterior de 8, 10, 12, 4, 6 mm
Conexión neumática de salida	Boquilla QS-4, QS-6, QS-8, QS-10, QS-12, Para tubo flexible con diámetro exterior de 4, 6, 8, 10, 12, 14mm	Para tubo flexible con diámetro exterior de 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14mm	para tubo con diámetro exterior de 4, 6, 8, 10, 12, 16 mm	para tubo con diámetro exterior de 8, 10, 12, 4, 6 mm
Presión de funcionamiento dependiente de la temperatura	-0,95 ... 16 bar	-0,95 ... 16 bar	-0,95 ... 10 bar	-0,95 ... 14 bar
Temperatura ambiente	0 ... 150 °C	-20 ... 70 °C	-15 ... 120 °C	-10 ... 80 °C
Conexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Racor metálico de latón, niquelado químico</li> <li>Resistencia elevada a la corrosión y a sustancias químicas</li> <li>Homologado para la industria alimentaria y de envasado</li> <li>Resistente a salpicaduras de soldadura</li> <li>Rosca exterior o interior con hexágono exterior o interior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Racor metálico de precio ventajoso</li> <li>Pirorretardante</li> <li>Rosca exterior o interior con hexágono exterior o interior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gran resistencia a la corrosión (clase 4 según norma Festo 940 070) y resistencia a sustancias químicas</li> <li>Homologado para la industria alimentaria y de bebidas</li> <li>Rosca exterior con hexágono interior y exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El racor bloquea el flujo de aire al soltar el tubo flexible</li> <li>Racor rápido, giro en 360° con máximo 500 rpm</li> <li>Rosca exterior con hexágono exterior</li> </ul>

### Racores roscados

FESTO

Tipo	 Racor roscado NPFC	 Reducciones, manguitos y boquillas dobles D, E, ESK, QM, QMR, SCM
Conexión neumática 1	G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1, M5, M7, R1/8, R1/4, R3/8, R1/2, R3/4, R1	G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1, M3, M5, M7, R1/8, R1/4, R3/8, R1/2
Conexión neumática 2	G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1, M5, R1/8, R1/4, R3/8, R1/2, R3/4, R1	G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4, G1, M3, M5, M7, R1/8, R1/4, R3/8, R1/2, R3/4, R1
Presión de funcionamiento	-0,95 ... 50 bar	-0,95 ... 10 bar
Temperatura ambiente	-20 ... 150 °C	-10 ... 60 °C
Conexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Latón niquelado</li> <li>Manguito, manguito reductor</li> <li>Prolongación</li> <li>Empalme doble, empalme reductor</li> <li>Racor en L, T, Y o X</li> <li>con rosca interior y exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empalme reductor</li> <li>Manguitos reductores</li> <li>Empalme doble</li> <li>Pasamuros con rosca interior</li> <li>Manguito</li> </ul>

## Caja antiexplosiva.



12667E00

- > Enclosures made of stainless steel, brush finished 1.4301 (AISI 304) or 1.4404 (AISI 316L)
- > Optionally with hinges / cam locks or screw-on cover
- > Hinge versions with large opening angle 130°
- > Extended ambient temperature range due to high-quality seals
- > Circumferential protection channel prevents water entry
- > External earth connection M8
- > Flange plate tightened from the outside enables simple installation
- > Degree of protection IP66






	ATEX / IECEx					
Zone	0	1	2	20	21	22
For use in		x	x		x	x

## k.2.- Análisis de Precios Unitarios.

[TESIS.xlsm](#)

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 19

RUBRO

UNIDAD:

Glob

DETALLE

Adecuación Red principal de tuberías tipo acero al carbono CED 40

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Soldadora eléctrica	0,500	4,00	2,00	16,0000	32,00
Sierra eléctrica	0,500	0,50	0,25	16,0000	4,00
Compresor y soplete	0,200	0,50	0,10	16,0000	1,60
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>37,60</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Técnico electromecánico de construcción Est O	2,000	3,22	6,44	16,0000	103,04
Peón Est Ocup E2	2,000	3,18	6,36	16,0000	101,76
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>204,80</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	P. Unitario B	Costo C = A*B	
Tubería de acero al carbono cedula 40 ø = 2"	ml	3,50000	4,000	14,00	
Codo de acero al carbono ced 40 ø = 2"	u	5,00000	2,000	10,00	
Tee de acero al carbono ced 40 ø = 2"	u	4,00000	2,500	10,00	
Suelda 7010	Kg	0,50000	4,000	2,00	
Pintura anticorrosiva	Gln	0,05000	16,150	0,81	
Diluyente	Gln	0,02000	7,000	0,14	
Lija de acero	u	1,00000	0,500	0,50	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>37,45</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					
Estos precios no incluyen IVA	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>279,85</b>
	INDIRECTOS 20,00%				55,97
	UTILIDAD				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>335,82</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>335,82</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 19

RUBRO

UNIDAD: Glob

DETALLE Adecuación banco de cilindros de gas de 15 Kg

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Soldadora eléctrica	0,500	4,00	2,00	16,0000	32,00
Sierra eléctrica	0,500	0,50	0,25	16,0000	4,00
Compresor y soplete	0,200	0,50	0,10	16,0000	1,60
Herramientas Manuales 5,0 % M. O.					5,12
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>42,72</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Técnico electromecánico de construcción Est O	1,000	3,22	3,22	16,0000	51,52
Peón Est Ocup E2	1,000	3,18	3,18	16,0000	50,88
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>102,40</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	P. Unitario B	Costo C = A*B	
Tubo cuadrado estructural de 25x25x3 mm	u	1,72000	23,800	40,94	
Suelda 6011	Kg	0,20000	3,500	0,70	
Pintura anticorrosiva	Gln	0,10000	16,150	1,62	
Diluyente	Gln	0,05000	7,000	0,35	
Lija de acero	u	1,00000	0,500	0,50	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>44,11</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					
Estos precios no incluyen IVA	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>189,23</b>
	INDIRECTOS 20,00%				<b>37,85</b>
	UTILIDAD				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>227,08</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>227,08</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 19

RUBRO

UNIDAD: U

DETALLE Adecuación del tanque estacionario N° 1

<b>EQUIPOS</b>					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Soldadora eléctrica	0,500	4,00	2,00	16,0000	32,00
Amolador	0,500	1,00	0,50	16,0000	8,00
Compresor y soplete	0,200	0,50	0,10	16,0000	1,60
Herramientas Manuales 5,0 % M. O.					7,70
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>49,30</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cantidad A	Jornal/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
Técnico electromecánico de construcción Est O	2,000	3,22	6,44	16,0000	103,04
Peón Est Ocup E2	1,000	3,18	3,18	16,0000	50,88
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>153,92</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	P. Unitario B	Costo C = A*B	
Tubería de acero al carbono cedula 40 ø = 3"	ml	0,20000	6,000	1,20	
Placa de acero ø = 3"	u	1,00000	10,000	10,00	
Suelda 7010	Kg	0,10000	4,000	0,40	
Pintura anticorrosiva	Gln	0,02000	16,150	0,32	
Diluyente	Gln	0,01000	7,000	0,07	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>11,99</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					
Estos precios no incluyen IVA	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				215,21
	INDIRECTOS 20,00%				43,04
	UTILIDAD				
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				258,25
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>258,25</b>





































