

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:
DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN LA SALA DE JARABES
DE LA FÁBRICA ORANGINE PARA EL AÑO 2015

AUTOR:
EDGAR OSWALDO GUANOCHANGA PORTILLA

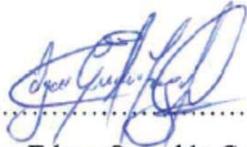
TUTOR:
WILLIAM MANUEL MONTALVO LÓPEZ

Quito, abril de 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Edgar Oswaldo Guanochanga Portilla con documentos de identificación N° 1717594665, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: Desarrollo de la automatización en la sala de jarabes de la fábrica Orangine para el año 2015, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Nombre: Edgar Oswaldo Guanochanga Portilla

Cédula: 1717594665

Fecha: abril de 2016

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación Desarrollo de la automatización en la sala de jarabes de la fábrica Orangine para el año 2015, realizado por Edgar Oswaldo Guanochanga Portilla, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, abril de 2016



William Manuel Montalvo López M.Sc

Cédula de identidad: 1712789989

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación a mis padres Luis Guanochanga y Lilia Portilla por su incondicional apoyo para la culminación de este proyecto, pero especialmente por todo ese cariño y comprensión que me brindaron durante todo el tiempo que duró la carrera.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mis padres y hermanos que han sido el mejor apoyo no solo en la ayuda para cumplir uno de mis objetivos, sino en toda mi vida, gracias a sus consejos a compartir su tiempo conmigo y enseñarme que siempre abra una salida por más oculta que esta sea. A mis amigos por su compañía incondicional hasta en los momentos más difíciles, puedo decir que la vida me ha bendecido con cada uno de ellos, gracias a toda mi familia que ha confiado y siempre confiará en mí.

También quiero dar mis más sinceros agradecimientos al Ing. William Montalvo López por su ardua labor, guía y apoyo que me ofreció para poder culminar este proyecto.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1.....	2
1. ANTECEDENTES	2
1.1. Tema.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Delimitación	3
1.3.1. Temporal	3
1.3.2. Espacial	3
1.4. Planteamiento del problema	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos.	5
1.6. Beneficiarios de la propuesta de intervención.....	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. MARCO TEORICO	6
2.1. Introducción.....	6
2.2. Caracterización de la sala de jarabes	7
2.2.1. Área de producción de jarabe neutro	8
2.2.2. Área de producción de sabores	14
2.2.3. Área de producción de jarabe final	17
2.3. Generalidades del proceso.....	21
2.3.1. Variable de proceso.....	22
2.3.2. Movimiento del caudal.....	22
2.3.3. Propiedades del caudal	22
2.3.4. Medida del caudal	23
2.4. Sensores	24
2.4.1. Características para la selección de un sensor de caudal	24
2.4.2. Tipo de sensores para la medición de caudal	25
2.5. Lazo de control	26
2.5.1. Controlador	26
2.5.2. Elemento final de control o actuador	27
2.5.3. Transmisor	27
CAPÍTULO 3.....	29
3. DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA SALA DE JARABES	29

3.1.	Características de los elementos usados para el proyecto	29
3.1.1.	Selección del controlador lógico programable.....	29
3.1.2.	Características de la válvula de control.....	32
3.1.3.	Características del transmisor de caudal	33
3.1.4.	Características de la fuente de poder.....	35
3.1.5.	Características de la pantalla HMI	36
3.1.6.	Características de bloques de terminales, cables y tablero modular	37
3.2.	Análisis del diseño de la automatización para la sala de jarabes	39
3.2.1.	Necesidades problemas y riegos en la sala de jarabes	40
3.2.2.	Desarrollo y justificación del diseño del proceso para las posibles modificaciones en la sala de jarabes	42
3.2.3.	Diseño de planos eléctricos.....	47
CAPÍTULO 4.....		58
4.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA SALA DE JARABES	58
4.1.	Presupuesto general del proyecto	58
4.2.	Análisis de la propuesta de automatización.....	60
CONCLUSIONES		62
RECOMENDACIONES		63
REFERENCIAS		64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica tanque de marmita.....	8
Tabla 2. Ficha técnica tanque de precapa.....	9
Tabla 3. Ficha técnica tanque filtro.....	9
Tabla 4. Ficha técnica válvulas manuales de cierre	11
Tabla 5. Ficha técnica intercambiador de calor por placas	11
Tabla 6. Ficha técnica tanques de almacenamiento	12
Tabla 7. Ficha técnica bomba eléctrica para el jarabe neutro	13
Tabla 8. Ficha técnica tanques de preparación de sabores.....	15
Tabla 9. Ficha técnica motor para agitador.....	16
Tabla 10. Ficha técnica tanques preparación jarabe final	18
Tabla 11. Ficha técnica motorreductor para agitador.....	19
Tabla 12. Ficha técnica válvulas manuales	20
Tabla 13. Ficha técnica controlador ABB.....	30
Tabla 14. Características módulo DO571	32
Tabla 15. Características válvula solenoide	33
Tabla 16. Características transmisor de caudal Burkert DS8032.....	34
Tabla 17. Consumo de corriente	35
Tabla 18. Características pantalla HMI Siemens KP300PN.....	37
Tabla 19. Problemas que presenta la sala de jarabes y sus posibles soluciones	41
Tabla 20. Tag para identificación de válvulas	45
Tabla 21. Distribución de entradas y salidas del PLC	47
Tabla 22. Distribución de entradas analógicas del módulo AI561	49
Tabla 23. Distribución de salidas digitales DO571.....	50
Tabla 24. Cuadro de cargas AC para la elección de las protecciones.....	50
Tabla 25. Cuadro de cargas DC para la elección de las protecciones.....	51
Tabla 26. Cuadro de cargas consumo general del diseño	52
Tabla 27. Dimensionamiento de cables para espacio en la canaleta.....	54
Tabla 28. Lista de materiales para el proyecto.....	57
Tabla 29. Costos para la instrumentación	58
Tabla 30. Costos para accesorios	59
Tabla 31. Costo total aproximado del proyecto	60
Tabla 32. Error relativo de dosificación.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la fábrica Orangine	4
Figura 2. Áreas de producción.	7
Figura 3. Tanque de marmita para la cocción del jarabe	8
Figura 4. Tanque de precapa con tierra filtrante	9
Figura 5. Tanque para filtrado con carbón activo	10
Figura 6. Sistema manual de control para cocción, filtrado, y decoloración del jarabe.	10
Figura 7. Intercambiador de calor de placas 80-25°C	11
Figura 8. Almacenamiento jarabe neutro.	12
Figura 9. Bomba eléctrica para el jarabe neutro	13
Figura 10. Flujograma del agua tratada tanque de marmita.....	14
Figura 11. Tanques de preparación de sabores. Tanques 1 y 2.....	15
Figura 12. Tanque para la preparación de emulsión de naranja. Tanque 3.....	15
Figura 13. Motor para agitador de sabores	16
Figura 14. Flujograma de agua tratada, tanques de producción de sabores.....	17
Figura 15. Tanques para la preparación del jarabe final. Existen 8 en total.	18
Figura 16. Motorreductor para tanques jarabe final.....	19
Figura 17. Válvula manual para control de caudal.	20
Figura 18. Control de caudal de agua tratada y jarabe neutro en el área de producción de jarabe final.....	21
Figura 19. Diagrama de lazo cerrado para el proceso de automatización.....	26
Figura 20. Controlador lógico programable ABB AC500-eCo	30
Figura 21. Módulo entradas analógicas AI561	31
Figura 22. Módulo salidas digitales DO571	32
Figura 23. Válvula solenoide SUS Series SS316.....	33
Figura 24. Transmisor de caudal Burkert DS8032.....	35
Figura 25. Fuente de poder Siemens PSU8200.....	36
Figura 26. Panel de operador ABB CP410M.....	37
Figura 27. Bloque de terminales Phoenix con fusible un nivel.....	38
Figura 28. Sala de jarabes distancia entre tanques	39
Figura 29. Tablero modular Beaucoup.....	39
Figura 30. P&ID proceso actual área jarabe neutro	43
Figura 31. P&ID diseño para automatizar el tanque de marmita	44

Figura 32. P&ID automatización de un tanque en producción de sabores	46
Figura 33. Diagrama de conexión del flujómetro	48
Figura 34. Parte interior del tablero, vista frontal	53
Figura 35. Vista frontal tapa del tablero	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadro tipo de flujómetros y características.	66
Anexo 2. Costos comparativos entre los PLC ABB y SIEMENS.	67
Anexo 3. Proforma flujómetro no intrusivo Dwyer UFB 222.	68
Anexo 4. Proforma flujómetro intrusivo Burkert 8032 con fitting.	69
Anexo 5. Proforma accesorios Electro Comercial Mejía.	70
Anexo 6. Hoja de características del transmisor de flujo Burkert DS3082.	71
Anexo 7. Hoja de las características de los bloques de terminales.	72
Anexo 8. Cálculo de números de metros necesarios para el cableado de la automatización.	73
Anexo 9. Hoja de instrucciones de instalación para la CPU AC 500- eCo PM654... ..	74
Anexo 10. Hoja de instrucciones de instalación para el módulo AI561.	75
Anexo 11. Hoja de instrucciones de instalación para el módulo DO571.....	76
Anexo 12. Proforma de válvulas solenoides.	77
Anexo 13. Diagrama P&ID de la sala de jarabes.	78
Anexo 14. Diagrama P&ID del diseño de la automatización de la sala de jarabes. ..	79
Anexo 15. Diagrama de conexiones de entradas y salidas digitales del PLC ABB AC500.	80
Anexo 16. Diagrama de las entradas analógicas del módulo AI561.....	81
Anexo 17. Diagrama de las salidas digitales del módulo DO571.....	82
Anexo 18. Diagrama de conexión de la distribución AC.....	83
Anexo 19. Diagrama de conexión de la distribución DC.....	84
Anexo 20. Diagrama de conexión de fuerza.	85
Anexo 21. Diagrama del panel de control.....	86
Anexo 22. Tabla de las secciones de cables.....	87
Anexo 23. Instalación del transmisor de flujo Burkert DS8032.	88
Anexo 24. Características del controlador lógico programable ABB.....	89
Anexo 25. Recomendación movimiento de tubería.	90
Anexo 26. Recomendación movimiento de tubería.	91

RESUMEN

Cumplir con las buenas prácticas de manufactura es un requisito indispensable para cualquier industria procesadora de alimentos, en la actualidad toda empresa dedicada a esta actividad debe cumplir con aquellas normas que se presenta dentro de este reglamento, para poder seguir con el funcionamiento de la empresa y de esta manera seguir ofertando sus productos.

En el presente proyecto se realizará un diseño para la automatización de la sala de jarabes y de esta manera poder cumplir con esta normativa para que la empresa Orangine continúe en el mercado ecuatoriano.

Se realizará la caracterización de la sala como ayuda para la automatización, conjuntamente se hará un análisis de riesgos, problemas y posibles soluciones de la misma. También se realizará una ingeniería en detalle para la creación del proyecto, esto incluirá diagramas, tanto físicos, eléctricos y electrónicos del diseño que se presentará al final del trabajo.

Se concluirá con un aproximado del costo total del proyecto y un análisis de las posibles soluciones que la automatización puede aportar a la empresa.

ABSTRACT

It is essential for every food processing industry to comply with good manufacturing practices. At present, all companies in this sector must comply with all the standards contained in this regulation in order to be able to continue operations and therefore to continue offering its products.

This project is about the design for the automation of the syrup room aiming at complying with the current regulations so that the Orangine company may continue working on the Ecuadorian market.

A characterization of the syrup room will be done as a basis for the automation; at the same time there will be a risk assessment including problems and its possible solutions. A detailed engineering will also be carried out aiming at the setting up of the project, including physical, electrical and electronic diagrams of the design that will be presented at the end of the job.

The total cost of the project and an analysis of the possible solutions that the automation can provide to the company will also be contained in this report.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad diseñar la automatización de la sala de jarabes, específicamente la dosificación exacta de agua tratada y jarabe neutro que cae en cada uno de los tanques de producción.

A continuación se detalla el desarrollo del proyecto por capítulos.

Capitulo uno, en este capítulo se encontrarán los antecedentes, la justificación, planteamiento del problema, objetivos y los beneficiarios de la propuesta de intervención.

Capitulo dos, se encuentra un estudio y caracterización de la sala como punto base para la automatización, también se presenta un marco teórico de las generalidades del proceso, sensores y el lazo de control que se usará para el manejo de la dosificación.

Capitulo tres, se detalla las características de los instrumentos usados para el desarrollo del diseño, a la vez se indica los diferentes criterios que se usaron para la elección de los mismos, comparando con las características de instrumentos similares y precios. También se hace un análisis de los problemas y riesgos que hay en la sala para determinar las necesidades y tomarlas en cuenta para la realización del mismo. Este capítulo finaliza con la presentación de los diagramas realizados para la automatización de la sala, una lista de materiales y una breve explicación de cada uno de ellos en el nuevo proceso.

Capitulo cuatro, se presenta el costo total aproximado del proyecto y se realiza un pequeño análisis de las ventajas y justificación de la automatización de la sala. Se finaliza con algunas conclusiones y recomendaciones del proyecto para implementarlo en la sala.

Este proyecto es parte de un grupo de investigación que realizó su trabajo de titulación en la misma empresa para automatizar las diferentes áreas.

CAPÍTULO 1.

1. ANTECEDENTES

En el año 2002 la empresa ecuatoriana Orangine dedicada por ya casi un siglo a la producción de bebidas no alcohólicas estuvo por quebrar luego de unas tres décadas de gloria, pero gracias a su reconocida marca, su nueva administración y a la gran acogida de sus productos, ha sabido permanecer en el mercado.

Hoy en día la empresa se ha recuperado y produce 1,2 millones de litros mensuales de varias bebidas para abastecer la demanda del mercado ecuatoriano, para esto cuenta con diferentes áreas, entre ellas un área destinada a la producción de su receta llamada sala de jarabes, donde se realiza la mezcla de algunos ingredientes que son dosificados de una manera manual. Agua tratada y jarabe neutro son dos de sus ingredientes principales, y la empresa se ha visto en la necesidad de controlar de manera automática la cantidad exacta de estos ingredientes mediante tecnología que cumpla con las respectivas normas tanto técnicas como alimenticias, para garantizar a su prestigiosa clientela una mejor calidad y salubridad en sus productos.

Una de las empresas más grandes en bebidas de este tipo es Coca-Cola, en esta empresa se han implementado los más altos niveles de tecnología, eficiencia y calidad de producción para cubrir la creciente demanda del mercado ecuatoriano, cumpliendo de esta manera con las buenas prácticas de manufactura (BPM).

Las BPM se relacionan con manufactura, procesamiento y almacenamiento de los alimentos que aseguran que los alimentos sean seguros para consumo humano y que se hayan preparado, empacado y almacenado bajo condiciones sanitarias. Esto incluye la prevención de cualquier tipo de contaminación. Las buenas prácticas de manufactura requieren de edificios diseñados, construidos y equipados correctamente, capacitación adecuada para el personal para que pueda elaborar alimentos de calidad y que las condiciones de planta se mantengan correctamente. (The Coca-Cola Company, 2016)

1.1. Tema

Desarrollo de la automatización en la sala de jarabes de la fábrica Orangine para el año 2015.

1.2. Justificación

Para la empresa Orangine garantizar la salubridad y buena calidad de sus productos es lo primordial, razón por la cual su nueva administración se ha visto en la necesidad de implementar buenas prácticas de manufactura (BPM), automatizando sus procesos mediante nuevas tecnologías. La sala de jarabes no dispone de los planos y la respectiva caracterización de sus equipos y elementos de proceso, por tal motivo se necesita un estudio de detalle de ingeniería, para a futuro poder implementarlo, con lo cual se contribuirá a disminuir el tiempo de operación y reducir accidentes laborales en la sala de jarabes.

1.3. Delimitación

Define el alcance que tendrá el proyecto de titulación, los alcances son:

1.3.1. Temporal

El estudio se refiere a los equipos y procesos que existen en la sala de jarabes para la dosificación automática de agua tratada y jarabe neutro, en las áreas de preparación de jarabe neutro, preparación de sabores y preparación de jarabe final, tendrá una duración de 7 meses, comenzando desde el 7 de abril de 2015 hasta el 11 de octubre de 2015.

1.3.2. Espacial

El siguiente estudio se realiza en la sala de jarabes de la fábrica Orangine ubicada en Chillogallo, Carlos Freile S34-11 e Isidro Barriga. En la Figura 1. , se indica la ubicación geográfica donde se encuentra ubicada la fábrica Orangine.



1.4. Planteamiento del problema

La fábrica Orangine ubicada en Chillogallo, Carlos Freile S34-11 e Isidro Barriga en la actualidad presenta un sistema de proceso manual para el control de caudal en su producción.

El problema se presenta cuando no existen suficientes operarios para realizar esta tarea, lo que obliga al operario a movilizarse por diferentes áreas rápidamente, provocando que el producto no cumpla con los estándares de calidad adecuados, y aumentando el riesgo de un posible accidente pues el suelo en su mayoría de tiempo se encuentra mojado, el problema aumenta cuando se trabaja simultáneamente con más de dos tanques.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Desarrollar el estudio de ingeniería para la automatización de la sala de jarabes en la fábrica Orangine.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Obtener la caracterización de la sala de jarabes para generar las bases iniciales de la automatización del proceso.
- Realizar la ingeniería en detalle de la sala de jarabes para el desarrollo de la automatización.
- Realizar un presupuesto y análisis para validar la propuesta de automatización.

1.6. Beneficiarios de la propuesta de intervención

Este proyecto de manera general pretende beneficiar a la empresa Orangine y así cumplir con buenas prácticas de manufactura en la misma, particularmente se beneficiará con la automatización del proceso al área de producción de jarabe la cual presenta en la actualidad un proceso manual de funcionamiento.

CAPÍTULO 2.

2. MARCO TEORICO

Este capítulo abarca el estado del arte, una fundamentación teórica del proyecto y la caracterización de la sala de jarabes. Se encontrará una descripción general de los elementos del lazo de control así como tablas con las características de los principales equipos, sensores, actuadores, controladores y demás instrumentos manuales y electrónicos que se usarán para la realización del mismo. También ayuda a familiarizarse con términos y conceptos técnicos facilitando su comprensión.

2.1. Introducción

En el Ecuador la tecnología de dosificación es utilizada en diferentes sectores industriales, como en la industria química, la industria de la maquinaria, la industria alimenticia, la industria farmacéutica, utilizando diferentes métodos y sistemas de dosificación que favorecerá al proceso de producción. Esta tecnología tiene como fin optimizar los procesos de fabricación con relación a cantidad, lugar y tiempo, aumentar la protección de materia peligrosa y la seguridad de los empleados en el puesto de trabajo. De esta manera se logra obtener una reducción considerable en los gastos de producción y una mejoría en la calidad del producto.

Actualmente la tecnología de dosificación se ha convertido en un factor indispensable para una producción moderna y eficiente, razón por la cual cada día adquiere más importancia.

La empresa Orangine en la sala de jarabes utiliza un sistema de dosificación manual invirtiendo mucho tiempo de operación y producción, por lo cual se requiere para un estudio de ingeniería su caracterización.

2.2. Caracterización de la sala de jarabes

La sala de jarabes presenta una temperatura promedio de 18,7° C y una humedad del 40%, está dispuesta de 4 áreas, el área de producción de jarabe neutro, el área de producción de sabores, el área de producción de jarabe final y el área de producción del jugo de mora.

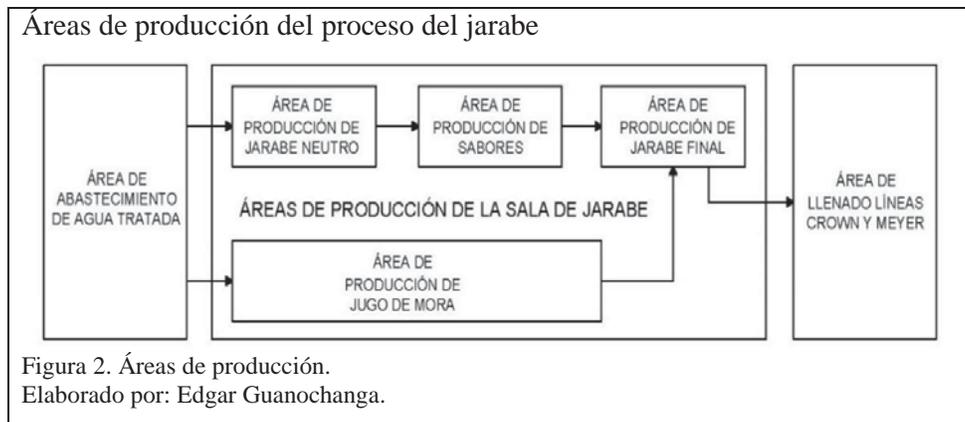
En la Figura 2. , se presenta un diagrama de bloques de las áreas de producción.

Como el estudio se limita únicamente a la automatización en las áreas de preparación de jarabe neutro, sabores y jarabe final, al área del proceso de producción para el jugo de mora no se la tomará en cuenta.

Las tres áreas nombradas anteriormente usan para sus procesos dos ingredientes necesarios, el agua tratada y el jarabe neutro.

El proceso de agua tratada empieza en la extracción de agua desde un pozo y pasa a través de diferentes procesos para transformarse en agua consumible para el ser humano, todo concluye con el almacenamiento del agua en una cisterna de donde es distribuida hacia el resto de áreas de la empresa.

El jarabe neutro es una solución de agua y sacarosa (azúcar blanca), tiene una densidad entre 1,320 y 1,355 gr/ml., y es obtenido del proceso de cocción, filtrado y decoloración de la mezcla de estos ingredientes.



2.2.1. Área de producción de jarabe neutro

Se encuentra equipada con un tanque de cocción “marmita” en el cual se cocina agua tratada y sacarosa. Con la inyección de vapor a una presión de 2 bar que circula a través de un serpentín interno del tanque la temperatura se eleva desde los 20° C hasta los 80° C momento en el cual se produce la cocción efectiva. El proceso de cocción dura un tiempo aproximado de dos horas y media. El tanque de marmita y sus características se muestran en la Figura 3. , y la Tabla 1. , respectivamente.



Tabla 1. Ficha técnica tanque de marmita

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe neutro
Diámetro	1080 mm
Altura	1920 mm
Elevación del suelo	280 mm
Capacidad	3400 L

Nota: Edgar Guanochanga

Luego pasa a un tanque denominado de “precapa”, aquí se mezcla manualmente junto con tierra filtrante celite para después llenar un tanque filtro a una presión de 3 bar. Se puede observar el tanque de precapa en la Figura 4. , y sus características en la Tabla 2.

Tanque de precapa



Figura 4. Tanque de precapa con tierra filtrante
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

Tabla 2. Ficha técnica tanque de precapa

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe neutro
Material	Acero inoxidable
Diámetro	800 mm
Altura	1050 mm
Elevación del suelo	480 mm
Capacidad	500 L

Nota: Edgar Guanochanga

Una vez lleno el filtro que se muestra en la Figura 5. , se bloquea el paso de la cocción efectiva y se hace una realimentación entre el filtro y la precapa. Este proceso dura 45 minutos tiempo en el cual también se mezcla 1 kilo de carbón activo en el tanque de marmita, es decir con la cocción efectiva, el mismo que es usado para la decoloración del jarabe. Las características del tanque filtro se las puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Ficha técnica tanque filtro

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe neutro
Cantidad	Acero inoxidable
Diámetro	1060 mm
Altura	1400 mm
Elevación del suelo	550 mm
Capacidad	500 L

Nota: Edgar Guanochanga

Tanque filtro



Figura 5. Tanque para filtrado con carbón activo
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

Terminado estos procesos y mediante un sistema manual de válvulas de cierre mostrado en la Figura 6. , se hace una realimentación entre la marmita y el filtro con la ayuda de una bomba eléctrica, proceso que dura alrededor de 3 y 4 horas, concluyendo de esta manera la decoloración del jarabe. Las características de las válvulas se las puede observar en la Tabla 4.

Válvulas manuales de cierre



Figura 6. Sistema manual de control para cocción,
filtrado, y decoloración del jarabe.
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

Tabla 4. Ficha técnica válvulas manuales de cierre

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe neutro
Tipo	Bola
Cantidad	4
Diámetros	2 ½"
Posición montaje	Horizontal, vertical

Nota: Edgar Guanochanga

Finalmente pasa por el intercambiador de calor de placas, mostrado en la Figura 7. , enfriando el jarabe de 80° C a 25° C para ser almacenado. Las características del intercambiador de calor se muestran en la Tabla 5.



Tabla 5. Ficha técnica intercambiador de calor por placas

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe neutro
Cantidad	1
Base	370 mm
Altura	1400 mm
Profundidad	450 mm
Temperatura entrada	80° C
Temperatura salida	25° C
Diámetro entrada agua	2 "
Diámetro entrada producto	2 ½"
Diámetro salida producto	2 "
Diámetro retorno agua	2 "

Nota: Edgar Guanochanga

El jarabe neutro producido por todo el proceso anteriormente mencionado es almacenado en dos tanques de acero inoxidable, (ver Figura 8.), suficiente para la producción de toda la semana. Las características de los tanques se las puede ver en la Tabla 6.



Tabla 6. Ficha técnica tanques de almacenamiento

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe neutro
Diámetro tanque 1	1800 mm
Altura	2500 mm
Elevación del suelo	450 mm
Capacidad	6000 L
Diámetro tanque 2	2200 mm
Altura	2500 mm
Elevación del suelo	450 mm
Capacidad	10000 L

Nota: Edgar Guanochanga

Para poder enviar el jarabe neutro producido en esta área hacia el área de producción de jarabe final se hace uso de una bomba eléctrica, (ver Figura 9.), cuyas características se muestran en la Tabla 7.

Bomba eléctrica para el jarabe neutro



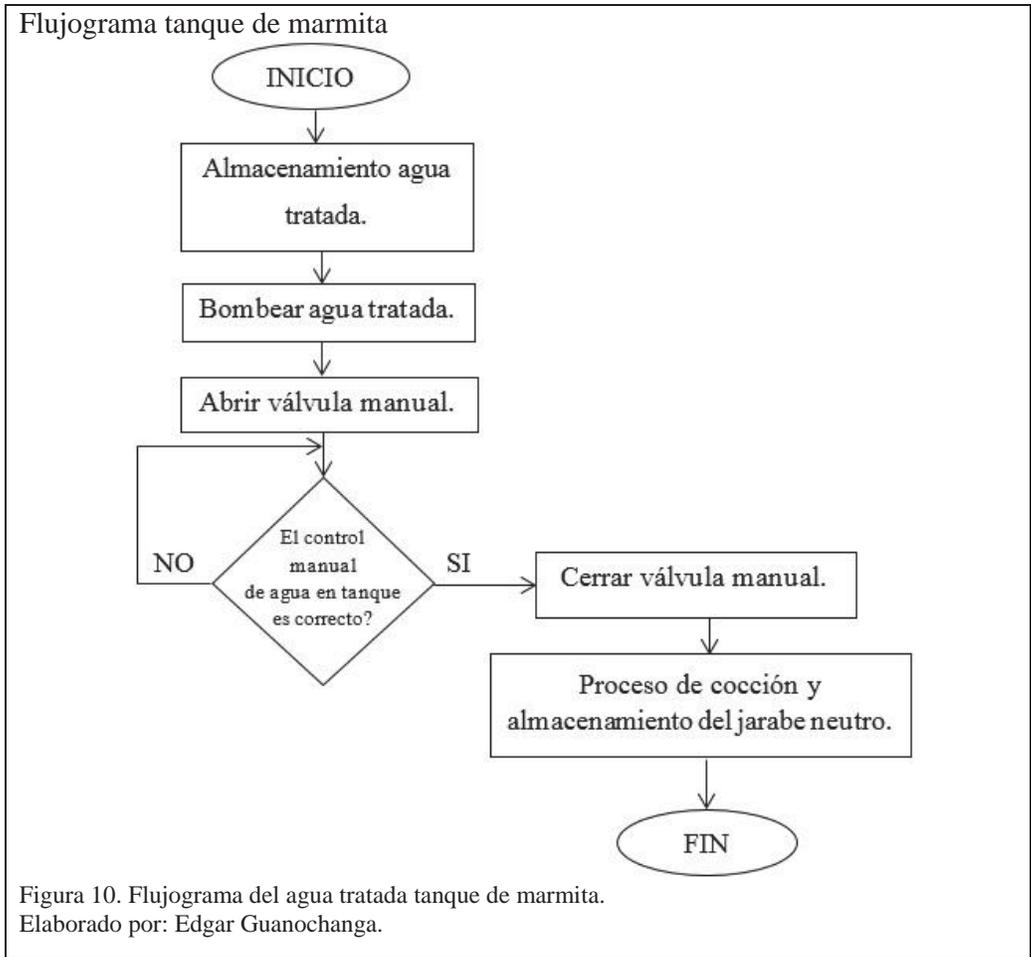
Figura 9. Bomba eléctrica para el jarabe neutro
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

Tabla 7. Ficha técnica bomba eléctrica para el jarabe neutro

Característica	Observación
Marca	Reliance
Cantidad	1
Potencia	3 HP
Frame/carcasa	184TC
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	230/460 V
rpm	3505
Amps	9.2/4.6 A
Fases	3

Nota: Edgar Guanochanga

En la Figura 10. se presenta el flujograma del control manual del caudal de agua tratada, en el tanque de marmita.



2.2.2. Área de producción de sabores

En el área de producción de sabores existen tres tanques de acero inoxidable de similares características mostrados en la Figura 11. , y Figura 12. , en donde se realiza una solución con edulcorantes, agua tratada, preservantes, enzimas, y otros compuestos químicos como ácidos, cafeína o colorante caramelo. Las características de los tanques se pueden observar en la Tabla 8.

La preparación de esta solución depende del sabor y la orden de producción, dura alrededor de treinta minutos, donde es agitada simultáneamente con la ayuda de un motor y una banda que gira al agitador.

Tanques preparación de sabores



Figura 11. Tanques de preparación de sabores. Tanques 1 y 2.

Tanques preparación de sabores



Figura 12. Tanque para la preparación de emulsión de naranja. Tanque 3.

Elaborado por: Edgar Guanochanga

Tabla 8. Ficha técnica tanques de preparación de sabores

Característica	Observación
Ubicación	Área producción de sabores
Diámetro tanques 1,2	800 mm
Altura	1000 mm
Elevación del suelo	3100 mm
Capacidad	500 L
Diámetro tanque 3	800 mm
Altura	1000 mm
Elevación del suelo	460 mm
Capacidad	500 L

Nota: Edgar Guanochanga

El motor y la banda como se muestra en la Figura 13. , ayudan a girar una polea conectada a una hélice dentro del tanque la misma que produce un movimiento en forma de remolino a la solución, para poder mezclarla de manera uniforme. Las características del motor se las detalla en la Tabla 9.

Motor para agitador



Figura 13. Motor para agitador de sabores
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

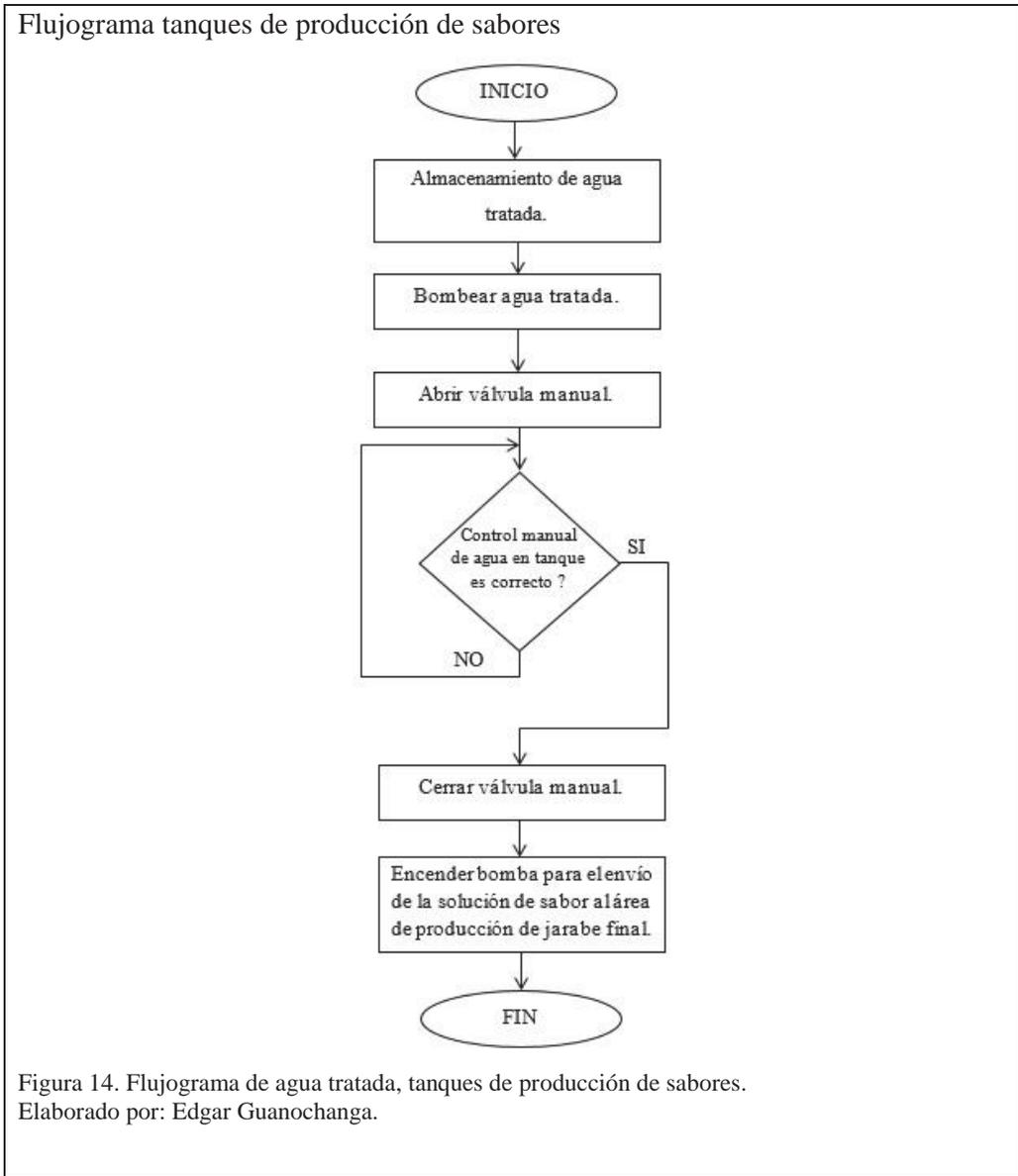
Tabla 9. Ficha técnica motor para agitador

Característica	Observación
Marca	Weg
Cantidad	3
Potencia	2 HP
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	220/380/440 V
rpm	1740
Amps	6.07/3.51/3.04 A
Fases	3

Nota: Edgar Guanochanga

Mientras se prepara la solución de sabores en esta área, los tanques de preparación de jarabe final se llenan con agua tratada y jarabe neutro, de esta manera se optimiza el tiempo para ya solo bombear la solución de sabor y mezclar en el área de producción de jarabe final.

En la Figura 14. , se presenta el flujograma del control manual del caudal de agua tratada, para cada tanque de producción de sabores.



2.2.3. Área de producción de jarabe final

Esta es el área en donde se prepara una solución llamada “jarabe final”, hecha con jarabe neutro, agua tratada y la solución antes descrita. Dependiendo del sabor, la receta y la orden de producción entrarán con dosis específicas en un tanque para ser mezclados con la ayuda de un motor eléctrico con caja reductora que acciona un agitador. Existen ocho tanques de acero inoxidable, (ver Figura 15.), cada uno conectado a dos tuberías, una de dos pulgadas de diámetro que distribuye agua tratada con un caudal de 4,23 l/s y otra por donde pasa el jarabe neutro de una pulgada y media con un caudal de 2 l/s. El control se lo realiza mediante válvulas manuales en cada tubería.



Una vez preparada esta solución se distribuye hacia las líneas crown y meyer de embotellamiento. Las características de los tanques se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10. Ficha técnica tanques preparación jarabe final

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe final
Diámetro	1600 mm
Altura	2500 mm
Elevación del suelo	900 mm
Capacidad	5000 L

Nota: Edgar Guanochanga

Los motorreductores como se indican en la Figura 16. , se encuentran colocados en la parte superior de los tanques de preparación, precisamente en la tapa y están conectados a un mástil dentro del tanque que tiene dos hélices, uno en la parte superior y otra en la parte inferior, ayudando de esta manera a tener una agitación uniforme en la mezcla. Las características del motorreductor se las puede consultar en la Tabla 11.

Motorreductor para agitador



Figura 16. Motorreductor para tanques jarabe final
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

Tabla 11. Ficha técnica motorreductor para agitador

Característica	Observación
Marca	Motive
Cantidad	8
Potencia	1.2 HP/0.89Kw
Frecuencia	60 Hz
Voltaje	260/440 V
rpm	1673
Amps	3.37/1.99 A
Fases	3
Caja reductora	60 rpm

Nota: Edgar Guanochanga

Como se mencionó anteriormente las válvulas manuales ayudan al control de caudal de los diferentes elementos a ser mezclados, permiten la dosificación de los mismos según la receta. En la Figura 17. , se puede observar una de las válvulas conectadas a la tubería que también es de acero inoxidable, la información de las características de las válvulas se detalla en la Tabla 12.

Válvula manual



Figura 17. Válvula manual para control de caudal.
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

Tabla 12. Ficha técnica válvulas manuales

Característica	Observación
Ubicación	Área producción jarabe final
Tipo	Mariposa
Material	Acero inoxidable
Diámetro	1 ½" jarabe neutro
Cantidad	8
Diámetro	2" agua tratada
Cantidad	8
Posición montaje	Horizontal, vertical

Nota: Edgar Guanochanga

En la Figura 18. , se presenta el flujograma del control de caudal manual para el agua tratada y jarabe neutro en el área de producción de jarabe final.

Flujograma tanques de producción jarabe final

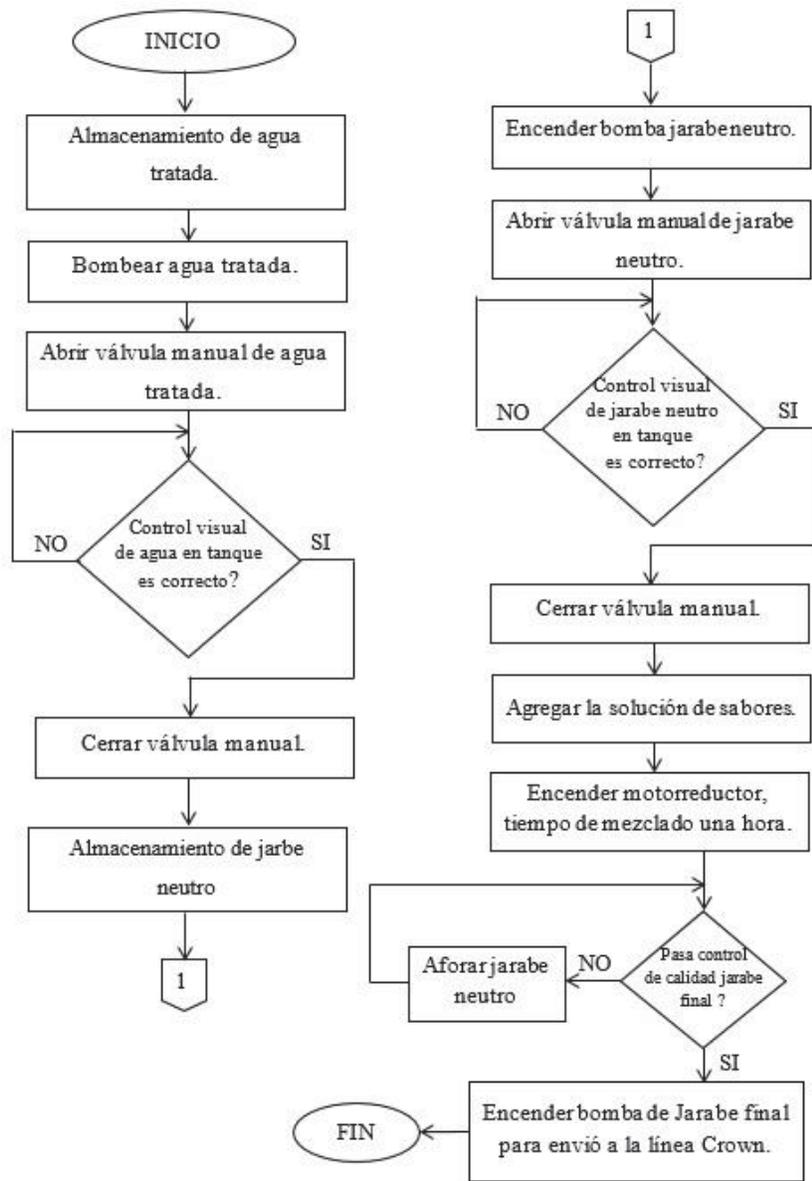


Figura 18. Control de caudal de agua tratada y jarabe neutro en el área de producción de jarabe final. Elaborado por: Edgar Guanochanga.

2.3. Generalidades del proceso

Saber que variable se va a controlar es uno de los aspectos más importantes a considerar para empezar a realizar un estudio de ingeniería, aquí se explica brevemente cual es esa

variable a controlar en la sala de jarabes junto con sus diferentes características y propiedades.

2.3.1. Variable de proceso

Se denomina variable de proceso a cualquier magnitud física o química que está presente dentro de un proceso y cuya modificación puede ser causa de la variación de otra.

Las magnitudes físicas que generalmente se controlan en un proceso son la temperatura la presión, el caudal, el nivel, pero también existen variables como el pH, la conductividad, la velocidad, la humedad, el punto de rocío, la radiación solar, la viscosidad, el peso, etc. (Creus, Instrumentación industrial, 2011)

Reconocer las variables dentro de un proceso es parte fundamental para poder realizar un control automatizado del mismo.

El caudal es la variable a controlar en el estudio que se realiza para la sala de jarabes tanto del agua tratada, como del jarabe neutro, en sus diferentes áreas, porque se necesita tener una dosificación exacta de estos ingredientes para cumplir con la receta del producto.

2.3.2. Movimiento del caudal

El movimiento de un fluido se denomina caudal y puede ser laminar o turbulento. El caudal es laminar porque las partículas del fluido se mueven siguiendo relativamente trayectorias muy regulares dando la impresión que forman capas o láminas, deslizándose una fina capa sobre otra, la baja viscosidad, alta velocidad o grandes caudales causan que el caudal laminar paulatinamente se convierta en caudal turbulento, este caudal se caracteriza porque las partículas del caudal se mueven en trayectorias erráticas es decir muy irregulares, sin seguir un orden establecido. (Fraile & Pedro García, 2013)

2.3.3. Propiedades del caudal

Entre las principales propiedades de un caudal se encuentran la conductividad térmica y eléctrica, la presión de vapor a la máxima temperatura, la opacidad, la toxicidad, la

inflamabilidad, etc, para el presente estudio se tomará en cuenta dos propiedades particulares como son la viscosidad y la densidad, datos que la empresa puede tomar a través de su laboratorio en control de calidad. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)

- **Viscosidad.-** Es la propiedad de un fluido que opone resistencia al movimiento relativo de sus partículas, se presenta cuando el fluido se encuentra en movimiento y se mide en centipoise (cP), centistokes (cSt) o pascales segundo (Pa.s). Para el jarabe neutro la viscosidad aproximada es de 100 cP.
- **Densidad.-** Es la relación que existe entre la masa y el volumen de una sustancia. Para el jarabe neutro que se prepara en la fábrica la densidad varía entre 1,320 y 1,355 g / ml.

2.3.4. Medida del caudal

La medida del caudal que circula por tuberías o canales es un parámetro que tiene una gran importancia, sus aplicaciones van desde las investigaciones de laboratorio hasta las operaciones industriales, en las industrias se usan diferentes tipos de fluidos como combustibles, gases, líquidos de refrigeración, productos líquidos o gaseosos, etc. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)

La velocidad del fluido, caudal, o flujo másico, son parámetros que ayudan a determinar la cantidad de caudal que pasa a través de estos conductos, como los menciona Miguel A. Pérez en su libro “Instrumentación electrónica”.

- **Velocidad de caudal.-** Es una magnitud expresada en m/s (metros sobre segundo) y se la toma en cuenta cuando existen situaciones como canales abiertos o tuberías no llenas, por la complejidad de determinar otros parámetros. Esta velocidad no es constante, y es mínima en el fluido que está en contacto con las paredes del conducto. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)

- **Caudal.-** Magnitud expresada generalmente en m^3/s (metros cúbicos por segundo), l/s (litros por segundo), o gpm (galones por minuto), es el volumen del fluido que pasa por la tubería o canal en una unidad de tiempo, para los líquidos incomprensibles es una buena manera de saber la cantidad de material que está circulando, mientras que para los líquidos comprensibles y gases, debido a su dependencia con la presión y la temperatura es necesario usar más parámetros para medir la cantidad de material que está circulando. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)
- **Caudal másico.-** Se puede expresar en cualquier unidad en una dimensión masa/tiempo, dependiendo de la cantidad de fluido, es la representación directa de materia que circula por una tubería o canal. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)

2.4. Sensores

Los parámetros antes mencionados son magnitudes que los sensores de caudal representan cuando un fluido circula por un canal abierto o por cualquier conducto cerrado, pero la mayoría de las medidas de caudal se lo hace de forma indirecta, es decir a través de otra variable que es controlada por el caudal, por tal motivo existen diferentes tipos de sensores de caudal, cada uno con características propias adecuadas para la necesidad del caudal que se desea controlar.

2.4.1. Características para la selección de un sensor de caudal

En el libro “Instrumentación electrónica” de Miguel A. Pérez, pp. 508-50, menciona que algunas de las características que se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar un sensor de caudal son:

- **Propiedades del caudal.-** Tales como la presión, las temperaturas, presencia de burbujas o espuma, la posibilidad de fluir en ambos sentidos, si es laminar o turbulento entre otras. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)

- **Lugar de medida.-** Se considera una de los aspectos más importantes al momento de hacer un análisis entre las necesidades del proceso y el sensor a usar. Se debe tomar en cuenta el tamaño del conducto, la presencia de válvulas, los materiales del conducto, la presencia de vibración, de campos magnéticos o eléctricos, el riesgo de explosión, o la necesidad de cumplir requisitos sanitarios. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)

Existen otras características como el tipo de información, propiedades del fluido, o margen de medida y precisión, que se las puede revisar con más detalle en el libro antes mencionado.

2.4.2. Tipo de sensores para la medición de caudal

Existen diferentes sensores para la medición de caudal, según Miguel A. Pérez en su libro “Instrumentación electrónica”, pp. 509-51, clasifica a los sensores de caudal tomando en cuenta el tipo de interacción que se tiene con el fluido, entre los más importantes para este proyecto, menciona a los siguientes:

- **Sensores mecánicos rotativos.-** Son dispositivos colocados dentro del fluido provocando el movimiento de una parte móvil, de tal modo que el desplazamiento conseguido es proporcional al caudal volumétrico. Los sensores más conocidos de este tipo son los pertenecientes al grupo de desplazamiento positivo y los del tipo turbina. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)
- **Sensores ultrasónicos.-** Mide la velocidad de las partículas que lleva un fluido, trabajan a través de un emisor de ultrasonido con una frecuencia dada y también con un receptor de ultrasonido que recoge los ecos a frecuencia diferente. (Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, & Grillo, Instrumentación electrónica, 2006)

También existen sensores que miden presión diferencial, sensores de sección variable, sensores basados en efectos térmicos, sensores magnético, o usan sistemas como la fuerza de Coriolis, momento, compensación de presión y temperatura, entre otros. El estudio

que se está realizando no necesita de aquellos sensores por el sistema de funcionamiento que usan.

En el Anexo 1. , se puede observar algunas de las propiedades de los diferentes tipos de flujómetros.

Si se desea ampliar la información sobre estos sensores, su manera de funcionamiento, y sus aplicaciones se puede encontrar literatura detallada en el libro antes citado, o en el libro de “Instrumentación Industrial, Antonio Creus, México, 2011, pp. 105-193.”

2.5. Lazo de control

Para la automatización del proceso se hará uso de un lazo de control cerrado, el motivo de usar este lazo es porque la empresa necesita que la cantidad de caudal para la receta sea de la mayor exactitud posible, con este lazo se puede tener un mayor control del proceso y consecuentemente una mejor exactitud que al usar un lazo de control abierto, en este lazo intervienen, un controlador, el elemento final de control, un transmisor, un indicador y el propio proceso. La Figura 19. , muestra el lazo de control cerrado que se usará como guía para el diseño de la automatización.

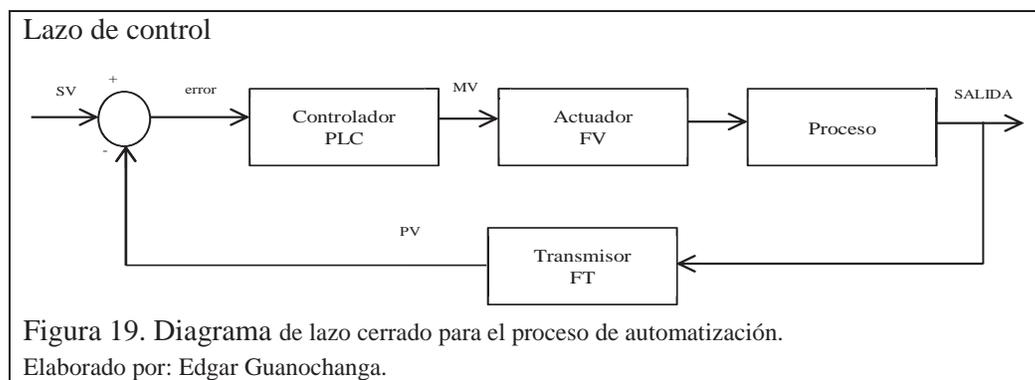


Figura 19. Diagrama de lazo cerrado para el proceso de automatización.
Elaborado por: Edgar Guanochanga.

2.5.1. Controlador

Se encarga de comparar el valor medido con el deseado, y enviar una señal al elemento final de control cuando dicho error es cero. Existen controladores manuales, neumáticos y electrónicos. Para el control del proceso se usará un controlador lógico programable

(PLC), la razón de usar este tipo de controlador es porque se puede manejar el proceso de una manera minuciosa, es decir, tener una buena exactitud en los datos, a futuro poder conocer los datos de producción que maneja la sala de jarabes en tiempo real, y tener un control integral general de todas las áreas de la empresa, este controlador facilita la conexión con diferentes tipos de comunicación industrial, como HART, MODBUS, PROFIBUS, FIELDBUS, AS-i, entre otros. (Martinez, 2015)

2.5.2. Elemento final de control o actuador

Se encarga de regular la cantidad de caudal de fluido. Existen diferentes elementos finales de control entre ellos se puede nombrar a las válvulas de control, bombas dosificadoras, actuadores de velocidad variable, rectificadores controlados de silicio, contactores, motores eléctricos, entre otros. (Creus, Instrumentación industrial, 2011)

En el mercado existen diferentes tipos de válvulas, como son: de globo, en ángulo, tres vías, de jaula, de compuerta, en y, de disco excéntrico, de bola, de macho, de orificio ajustable, solenoide, mariposa, entre otras. (Creus, Instrumentación industrial, 2011)

La válvula de solenoide gracias a la conversión que realiza de energía eléctrica a energía mecánica con la ayuda de una bobina interna de la que está compuesta, acciona un muelle desde una posición normalmente abierta o cerrada. (Creus, Instrumentación industrial, 2011)

Si se desea conocer las características y funcionamiento sobre los tipos de válvulas que se usan en los diferentes procesos de automatización, se recomienda consultar dicha información en el libro “Instrumentación Industrial, Antonio Creus, México, 8ª edición, pp. 381-388.”

2.5.3. Transmisor

El transmisor es el encargado de transformar cualquier tipo de señal en una señal estándar y enviarla a un instrumento receptor para que pueda procesarla, puede ser electrónica (4-20mA), neumática (3-15 PSI), o digital (0 ó 5 V).

Como se mencionó anteriormente a futuro la empresa necesitará tener un control general de las diferentes áreas de producción por eso la elección de un controlador electrónico, para poder tener mayor facilidad de control y comunicación de red entre las áreas de la empresa.

CAPÍTULO 3.

3. DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA SALA DE JARABES

En este capítulo se encontrará las diferentes características de los instrumentos a usarse para el desarrollo de la automatización en la sala de jarabes, de igual manera se expondrá los diferentes criterios que se tuvo en cuenta al momento de hacer la elección de cada uno de ellos y del diseño.

Se concluye con una explicación del diseño de la automatización con la ayuda de los diferentes diagramas realizados y un listado de todos los componentes que se han de presentar en el desarrollo del mismo.

3.1. Características de los elementos usados para el proyecto

A continuación se detalla las principales características de los elementos que forman parte del lazo de control para la automatización de la sala de jarabes, de igual manera los diferentes criterios que se tomó en cuenta para la elección de los mismos.

3.1.1. Selección del controlador lógico programable

Para la elección del controlador lógico programable a la empresa se le presentó dos opciones las cuales hacen referencia a las marcas ABB y SIEMENS, haciendo un análisis entre las características y costos de cada una de ellas (ver Anexo 2.), se llegó a un acuerdo para trabajar con el controlador lógico programable ABB, por su bajo costo especialmente en la licencia del software para su programación en donde el precio se disparó de forma considerada, de esta manera quedarán diseñadas para la automatización las diferentes líneas de producción de la fábrica con la misma línea de controladores, para la facilidad de su manejo en tiempo real a futuro.

En el Anexo 2. , se encuentran los precios comparativos de los dos controladores lógicos programables que se presentó en la fábrica como opciones.

Las características más importantes que presenta el controlador lógico programable se las puede ver en el Anexo 24.

En la Tabla 13. , se detalla las propiedades del controlador lógico programable que se tomaron en cuenta para su elección.

Tabla 13. Ficha técnica controlador ABB

Tipo	Memoria de programa	E/S integradas DI/DO/ AI/AO	Tipos de salida	Comunicación integrada	Alimentación	Peso kg
PM564-R-ETH-AC	128 kB	6 / 6 / 2 / 1	relé	Ethernet	100-240 V CA	0.400

Nota: ABB catálogo AC500-eCo

En la Figura 20. , se puede apreciar el aspecto físico del controlador lógico programable



Módulos de expansión.

Como se mencionó anteriormente el controlador lógico programable ABB tiene la posibilidad de expansión para entradas y salidas digitales o análogas en un máximo de 10 módulos (ver Anexo 24.), lo cual es suficiente para el presente proyecto, tomando en cuenta la cantidad de salidas digitales y entradas analógicas que se deben manejar en el proceso. Estos módulos son los siguientes:

Módulo para entradas analógicas.

El modulo analógico adecuado para el proyecto es el AI561, fue elegido debido a su disposición en el mercado, a diferencia del AI523 que su disponibilidad es escasa.

Este módulo consta de las siguientes características:

- 4 entradas analógicas que pueden ser configurables individualmente con señales de 4...20mA, 0...+10V, 0... +5V, entre otras.
- La resolución de las entradas depende del tipo de señal, para 4...20mA es de 12 bits.
- Su alimentación es de 24 Vdc y puede ser tomada desde la fuente interna de la CPU o con la ayuda de una fuente externa. (ABB, 2016)

La Figura 21. , muestra el módulo de entradas analógicas antes mencionado.



Módulo para salidas digitales.

Para la elección de este módulo simplemente se comparó entre los diferentes modelos que ofrece ABB para salidas digitales y se eligió el más apropiado de acuerdo a los siguientes criterios:

- Los actuadores a controlar son válvulas solenoides cuya corriente de arranque es elevada, por tal motivo se buscó un módulo con salidas tipo relé.
- No es necesario ningún otro tipo de entrada o salida en el módulo, mientras más salidas digitales tenga es mejor.

Por lo expuesto anteriormente el módulo con el que se diseñó el proyecto es el DO571, la Tabla 14. , detalla sus características.

Tabla 14. Características módulo DO571

Tipo	Número de salidas	Tipo de salida	Corriente nominal por salida	Alimentación
DO571	8	relé	2 A (24 V CC o 100...240V CA)	24Vdc

Nota: ABB catálogo AC500-eCo

La Figura 22. , muestra el módulo de entradas analógicas antes mencionado.



Figura 22. Módulo salidas digitales DO571
Fuente: (Group, ABB, 2016)

3.1.2. Características de la válvula de control

Para el presente proyecto se necesita válvulas de control que soporten un caudal entre 2 y 4,2 l / s, para ser instaladas en tuberías de 1,5 y 2 pulgadas respectivamente, principalmente deben ser adecuadas para transportar como caudal la solución de jarabe neutro, y agua tratada, por tal motivo se necesita que sean de acero inoxidable pues como se ha mencionado anteriormente la producción es de bebidas no alcohólicas y está ligado directamente a cumplir con normas de la industria alimenticia.

Por las características del caudal y diámetro de las tuberías expuestas anteriormente la válvula seleccionada para este proyecto se detalla en la Tabla 15.

Tabla 15. Características válvula solenoide

Tipo	Conexión	Corriente arranque (A)	Corriente nominal (A)	Alimentación	Material
Solenoide	Clamp	0,35	0,11	110Vac	Acero inoxidable

Nota: Edgar Guanochanga

La Figura 23. , ilustra la válvula solenoide antes descrita.



3.1.3. Características del transmisor de caudal

Por ser el transmisor de caudal el instrumento más importante en el diseño del proyecto se realizó un estudio más minucioso de las características que este debe tener de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección del transmisor de caudal son:

- Debe cumplir con las normas de las BPM para la industria alimenticia.
- La empresa necesita un instrumento cuya exactitud sea lo más aproximado al valor real.
- El tipo de caudal que se maneja es jarabe neutro y agua por tanto se debe tener en cuenta su viscosidad.
- Su instalación es para tubería de 1 ½ y 2" dependiendo del fluido.
- Por el diseño de tubería que presenta la sala para el almacenamiento y producción de jarabe, no será posible realizar un mantenimiento al instrumento quitándolo de

la tubería sin que se pare la producción, por tal razón deberá ser posible realizarlo sin interrumpir al proceso.

En cuanto a la norma alimenticia, este deberá ser de preferencia no intrusivo o de acero inoxidable, por el costo más elevado entre un sensor no intrusivo y un intrusivo se optó por el intrusivo con cuerpo de acero inoxidable. En los anexos 3 y 4 se puede observar el costo comparativo entre un flujómetro no intrusivo ultrasónico como es el Dwyer UFB 222 y un intrusivo como el Burkert DS8032.

Por la exactitud que la empresa necesita en la producción de su receta para cumplir con las BPM, se seleccionó un flujómetro tipo turbina, como se puede apreciar en el anexo 1 este instrumento presenta un error de hasta un 0.25%, resultando ser el más bajo en comparación con los otros.

Siendo estas las características más relevantes se optó por el flujómetro Burkert DS8032 con fitting (cuerpo desmontable), que cumple a su vez con el resto de propiedades como fácil instalación, transporte de fluidos viscosos de hasta 300 cSt y mantenimiento.

En la Tabla 16. , se presenta las características del transmisor de caudal.

Tabla 16. Características transmisor de caudal Burkert DS8032

Tipo	Conexión	Corriente de consumo (A)	Viscosidad max (cSt)	Alimentación (Vdc)	Material	Señal de salida (mA)
Turbina	Clamp	0,09A	300	24	Acero inox	4...20

Nota: Edgar Guanochanga

En la Figura 24. , se puede observar al transmisor de caudal seleccionado.



3.1.4. Características de la fuente de poder

Para la elección de la fuente de poder se tomó en cuenta la cantidad de consumo de corriente que debe suministrar al lazo de control, para esto se contabilizó el consumo de cada instrumento o componente que forma parte del mismo.

En la Tabla 17. , se encuentra el consumo de corriente de cada instrumento.

Tabla 17. Consumo de corriente

Instrumento	Consumo (A)	Cantidad	Subtotal (A)
Transmisor caudal	0,09	20	1,80
Pantalla HMI	0,33	1	0,33
Módulo entradas analógicas	0,1	5	0,50
Módulo salidas digitales	0,05	2	0,10
		Total (A)	2,73

Nota: Edgar Guanochanga

Tomando en cuenta el cuadro anterior la fuente que se eligió para este proyecto es la Siemens SITOP modular PSU8200, la cual tiene una entrada de 110Vac y una salida de 24 Vdc a 5A. La Figura 25. , muestra la fuente de poder que será usada para alimentar el lazo de control.



3.1.5. Características de la pantalla HMI

Es necesario el uso de un panel para el operador, la razón para ello es que la empresa necesita tener el control exacto de jarabe y agua que cae en cada tanque al momento de preparar la receta.

La comparación de pantallas se hizo entre las marcas ABB y Siemens, ABB para seguir con la misma línea del PLC y poder hacer uso de su software libre al máximo y Siemens por ser una marca líder en automatización, después de un análisis entre las pantallas de ambas marcas se escogió el panel de operador de ABB CP410M, por las siguientes razones:

- La ergonomía resulta muy útil al momento de digitar la cantidad de litros que deberá caer en cualquiera de los tanques, presenta 16 teclas de función que son útiles al momento de realizar esta tarea de una manera rápida, muy similar a la KP300 de Siemens, la diferencia radica en el precio del software, y mayormente en la incompatibilidad con el PLC ABB que se está usando.
- Otro de los aspectos importantes fue el tamaño, el panel elegido es de 3 pulgadas suficiente para poder ver los menús y escogerlos, las pantallas siguientes a este modelo en la misma marca son de 3.5", 4.7" y 5.7", pero no tienen dichas teclas mencionadas anteriormente, por tanto resulta difícil y demoroso la digitación de los números, pues se debe hacer uso de las teclas de navegación en la pantalla y por su tamaño pequeño no es aceptable para este proceso.

En la Tabla 18. , se puede observar las características de dicha pantalla.

Tabla 18. Características pantalla HMI Siemens KP300PN

Tipo	Tamaño (in)	Resolución	Color	Alimentación (Vdc)	Teclas de función	Puertos
CP 410M	3	160x80	Monocromático	24	16 programables	RS232 RS422 RS485

Nota: Edgar Guanochanga

A continuación, en la Figura 26. , se presenta la pantalla CP410M de ABB.



El manual de operación e instalación se lo puede encontrar en la página web de ABB.

3.1.6. Características de bloques de terminales, cables y tablero modular

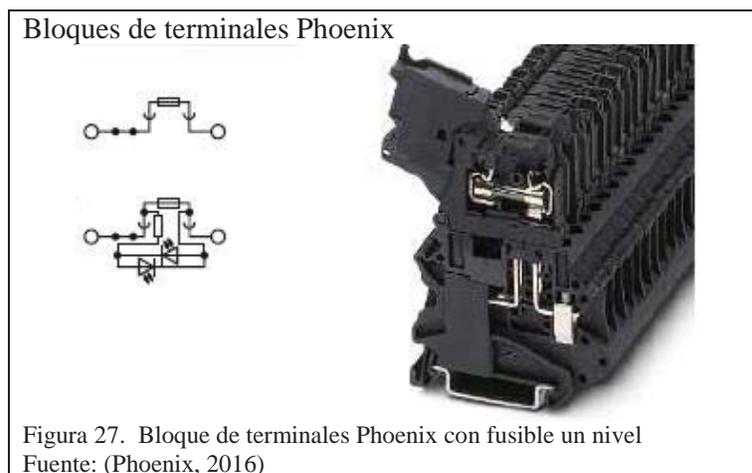
Existen diferentes tipos de bloques de terminales, como son los multinivel, multinivel con fusible, o simplemente depende de la manera con que sujetan al cable.

En cuanto a los precios en el mercado no son muy significativas las diferencias entre las diferentes marcas que se comercializan por tal razón se hizo una proforma general de bloques de terminales cables y armario en un solo sitio, lugar donde se encontró la

mayoría de accesorios. En el Anexo 5. , se puede ver la proforma de todos estos accesorios.

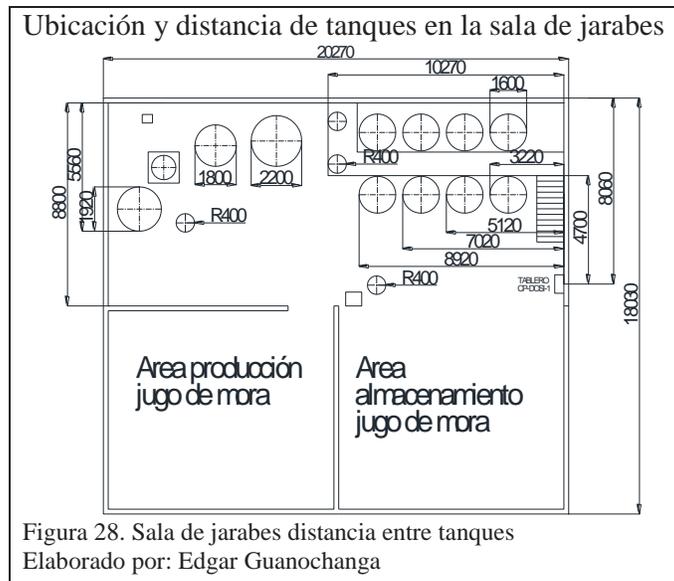
Rápidamente se hará un resumen del porque se eligieron los diferentes accesorios:

- Para los bloques de terminales se tuvo presente las protecciones hacia los distintos instrumentos, por tal motivo debían ser con fusibles integrados, y conexión a tierra, también se debía tener presente la sección y cantidad de conductores que iban a pasar, con esto se determinó si debían ser de uno, dos o tres niveles cada terminal, y que sección debían tener. En la Figura 27. , se puede ver uno de los bloques de terminales a usarse en el proyecto.

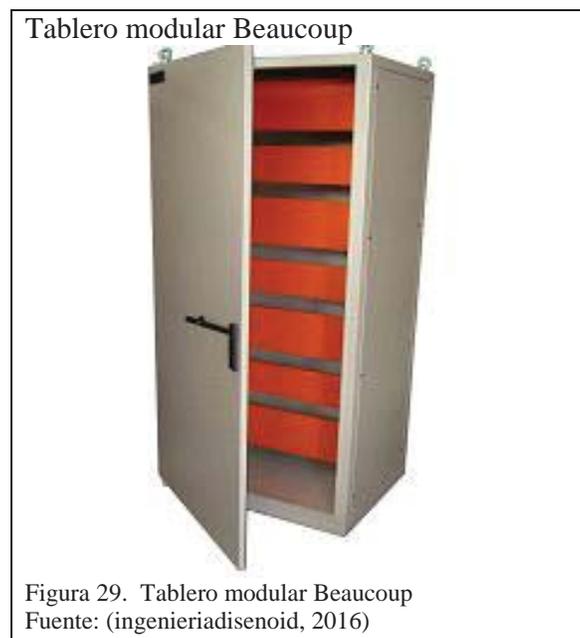


- Para la elección del tipo de cable se tuvo en cuenta la distancia entre el flujómetro y el PLC. Las características se presentan en el anexo 6. Se determinó que no era necesario cable apantallado pues su distancia no supera los 300 m como recomienda la norma ANSI/ISA-S50.1-1982(R1992), para señales de 4-20mA.

En base al plano de la ubicación y distancia de los tanques en la sala de jarabes se determinó el número de metros que cada conductor debe tener. En la Figura 28. , se puede ver la distribución del área en la sala, y en el anexo 8 se muestra el número de metros calculados necesarios para la automatización.



- EL tamaño del tablero se determinó en base al diagrama de diseño que se muestra en el Anexo 20. Debe tener una dimensión mínima de 1200 mm de altura por 800 mm de ancho. La Figura 29. , muestra el tablero seleccionado para el proyecto.



3.2. Análisis del diseño de la automatización para la sala de jarabes

La primera parte para el diseño de la automatización fue determinar las necesidades de la empresa y riesgos que se pueden correr en la sala de jarabes, seguidamente se procedió

hacer un reconocimiento general de la sala y de esta manera se tuvo una visión general de todos los instrumentos, tableros y demás accesorios que forman parte del proceso. Una vez que se tuvo una visión general tanto del proceso de preparación de la receta como de la sala se procedió a realizar la caracterización de la misma y así se pudo determinar si se podía o no, hacer uso de algún elemento existente, para poder cubrir dichas necesidades.

A continuación se detalla las necesidades y riesgos existentes en la sala y cada uno de los diseños realizados que se pueden implementar en la misma para cubrirlas y también disminuir el riesgo de accidentes.

3.2.1. Necesidades problemas y riesgos en la sala de jarabes

La empresa Orangine como se mencionó al inicio de este trabajo está en constante desarrollo, razón por la cual tiene la necesidad de cumplir con las respectivas normas tanto de salud como de seguridad para poder seguir con el funcionamiento de la misma, en este caso las BPM.

La Tabla 19. , se realizó conjuntamente con el jefe del departamento de mantenimiento eléctrico, de acuerdo a las necesidades de la empresa; esta detalla los problemas en la sala de jarabes y su posible solución.

Tabla 19. Problemas que presenta la sala de jarabes y sus posibles soluciones

PROBLEMA	EQUIPO	MODIFICACION	POSIBLE SOLUCION
- Uso permanente de las escaleras mojadas por los operarios para manipular la válvula manual del tanque respectivo una vez que el nivel del agua o jarabe neutro ha llegado al límite.	- Válvulas manuales - Mano de obra, se necesita dos operarios para poder revisar el nivel y controlar la válvula. -Tanques inoxidable	-Instalar electroválvulas, con su respectivo sistema de automatización. - Minimizar el número de operarios. - Ninguna.	- Se reduce el riesgo de accidentes al evitar el uso permanente de las escaleras por los operarios. - Se ahorra tiempo y operarios.
- Pérdida de tiempo de los operarios para tomar muestras del jarabe final y comprobar que los niveles de dosificación de agua y jarabe neutro sean los adecuados.	- Mano de obra, son necesarios dos operarios. - Balde para aforar con jarabe neutro en caso de que falte.	- Minimizar el número de operarios. - Ninguna.	- Se reduce tiempo de operación, si los niveles son exactos no es necesario comprobar tres o cuatro veces. - El trabajo lo puede hacer un solo operario.
- Uso habitual de una escalera pequeña en el tanque de marmita, para controlar mediante una válvula manual la cantidad de agua exacta y preparar el jarabe neutro.	- Mano de obra. Un operario. - Válvula manual. - Tanque de marmita. - Bomba eléctrica.	- Ninguna. -Instalar electroválvulas, con su respectivo sistema de automatización. - Ninguna. - Ninguna.	- Reducir el uso de la escalera para controlar la válvula manual que se encuentra en la parte superior del tanque. - La dosificación de agua será la necesaria.
- El operario debe estar pendiente de la cantidad de agua que llega a los tanques de preparación de sabores a través de una manguera que es conectada a la tubería de agua tratada.	- Manguera de 2". - Válvula manual conectada a la tubería de agua tratada. - Mano de obra, mínimo un operario.	- Reemplazar por tubería inoxidable de 2". -Instalar electroválvulas, con su respectivo sistema de automatización. - Ninguna.	- La cantidad de agua será la necesaria para la preparación de esta solución, el operario no deberá estar pendiente de cerrar la válvula por lo que puede hacer uso del tiempo en otra actividad.

Nota: Edgar Guanochanga, Dpto. mantenimiento eléctrico Orangine.

3.2.2. Desarrollo y justificación del diseño del proceso para las posibles modificaciones en la sala de jarabes

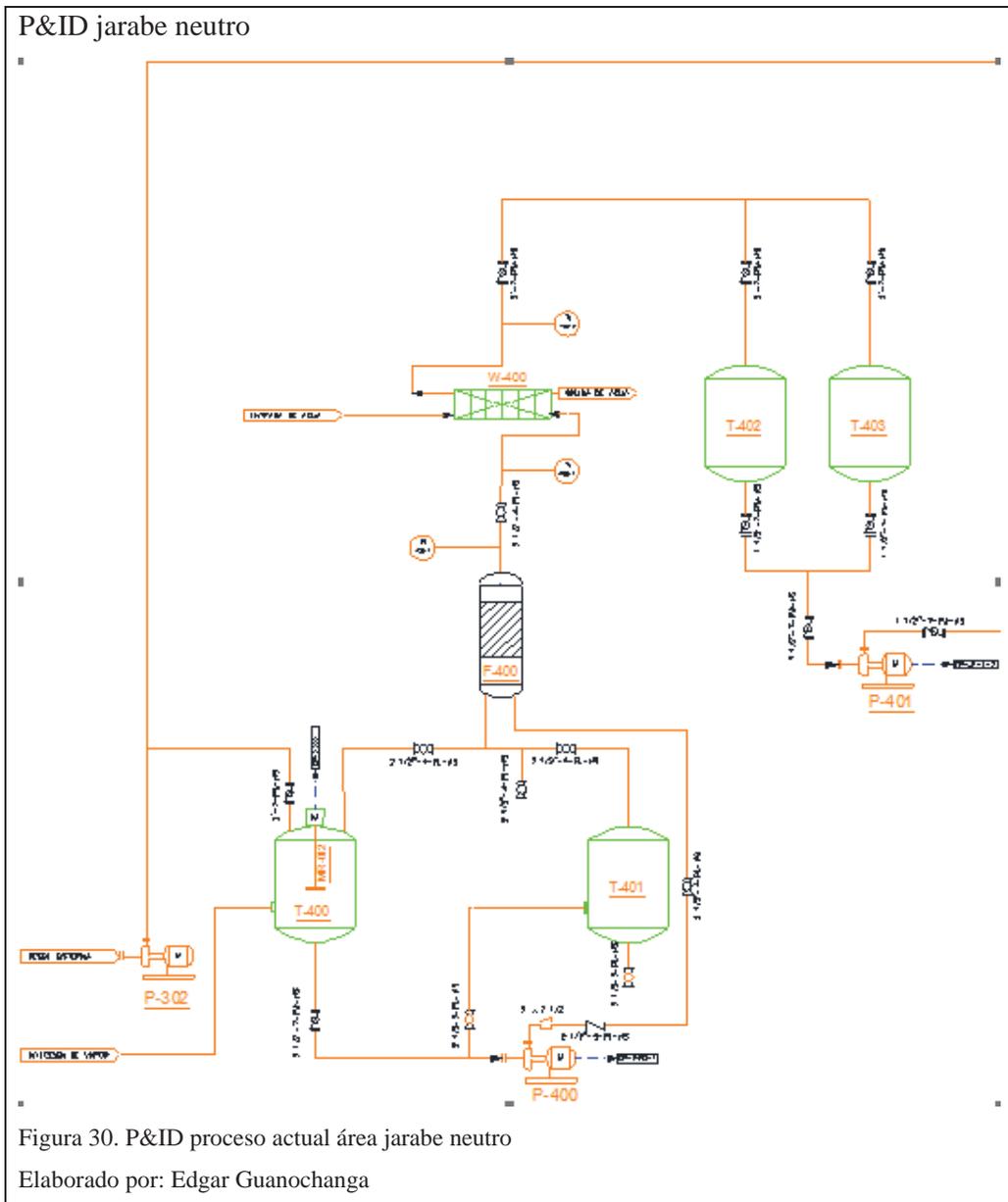
De acuerdo a la Tabla 19. , la sala de jarabes presenta tres problemas principales que son el control manual del caudal en los tanques de preparación, ya sean de jarabe neutro, sabores, o jarabe final.

Se presenta como solución instalar válvulas solenoides y así poder tener un control automático de la caída del caudal en los tanques, cumpliendo de esta manera con dos objetivos de la empresa que son, obtener el permiso de funcionamiento por aplicar BPM en la producción de sus productos y reducir el riesgo de accidentes en la sala, justificando de esta manera el desarrollo de la automatización.

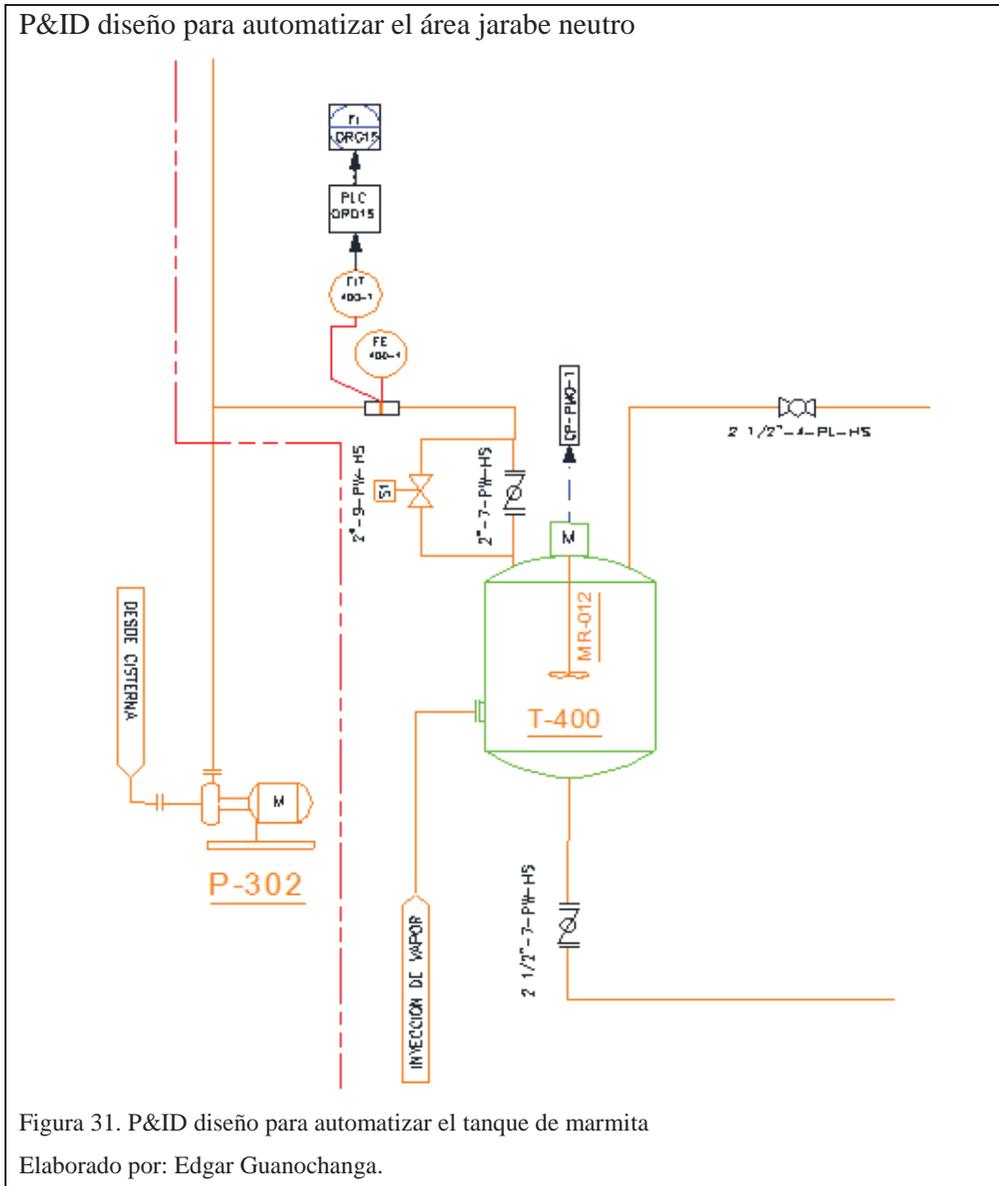
El Anexo 13. , indica el proceso descrito hasta el momento de la sala de jarabes, es decir se puede ver todo el proceso que la empresa maneja hasta ahora, este diagrama es principal y se podría decir que es la base de todo el diseño de automatización que se realizó para la empresa.

En el capítulo dos se hizo una división en áreas de la producción de jarabe para poder realizar la caracterización de la misma, de igual manera para describir el diseño de la automatización se procederá por cada una de estas áreas.

La Figura 30. , muestra una sección del diagrama P&ID correspondiente al área de preparación de jarabe neutro. Se puede leer el proceso correspondiente descrito en la caracterización y comprobarlo en el diagrama.



Para el área de producción de jarabe neutro únicamente fue necesario controlar el caudal de agua tratada que cae en el tanque de marmita. El diseño para dicho control fue mencionado anteriormente y es un control en lazo cerrado que consta de un transmisor de caudal una válvula solenoide y un controlador lógico programable, elegidos minuciosamente como se ha mencionado anteriormente en la descripción de los mismos. La Figura 31. , muestra el nuevo diseño que podrá ser implementado en la empresa para poder solucionar los problemas antes descritos.



Como la empresa no dispone de ninguna clase de reconocimiento para los tableros o instrumentos que forman parte del proceso, se procedió a colocar tags o códigos internos para la empresa en cada uno de ellos al criterio del diseñador y del departamento de mantenimiento, para poder identificarlos de una mejor manera y saber con exactitud el tipo de material, tamaño, propiedades eléctricas, tipo de fluido, etc.

Las válvulas tienen un tag dividido en cuatro partes, la primera es representada por un número e indica el diámetro de la tubería, la segunda el tipo de válvula, la tercera el tipo de fluido que circula, y la cuarta el material de construcción.

Para la segunda, tercera y cuarta parte del tag es necesario tener presente la Tabla 20. , y saber a qué corresponde cada número y letras.

Tabla 20. Tag para identificación de válvulas

Segunda parte		Tercera parte		Cuarta parte	
1	Bola	PW	Agua tratada	HS	Acero inoxidable
2	Globo	PL	Caudal de proceso		
3	Mariposa	JN	Jarabe neutro		
4	Solenoide				

Nota: Edgar Guanochanga

Los tanques serán representados por un número con tres dígitos, el primer dígito será el número de área, para la sala de jarabes corresponde el número 4, los dos siguientes son reservados para numerar cada tanque.

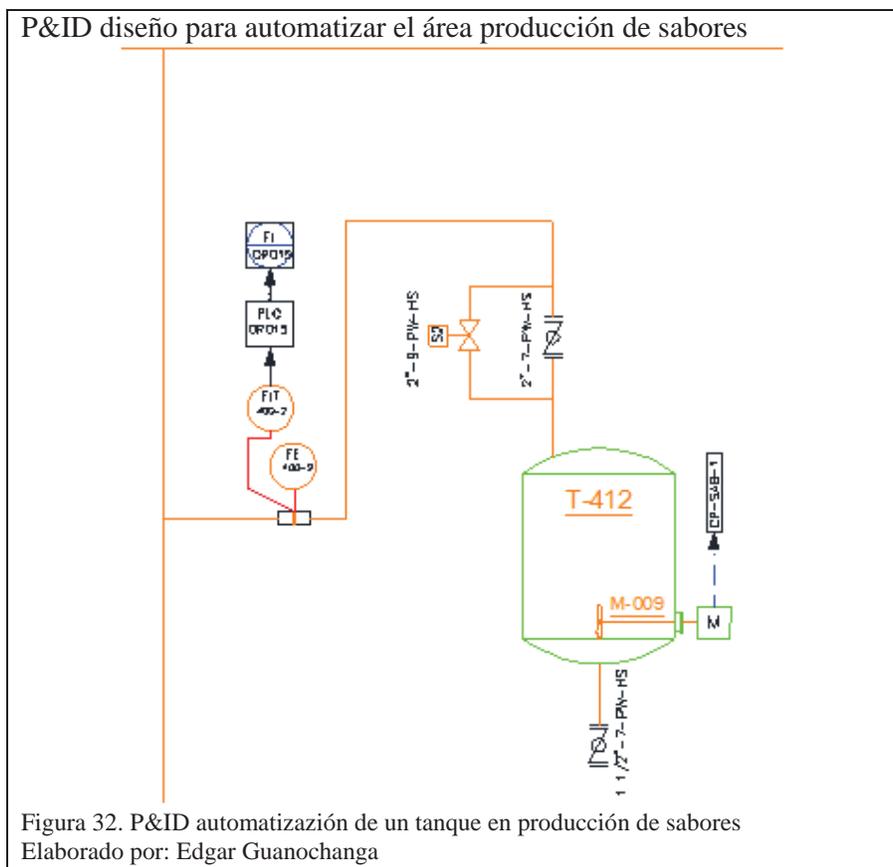
Las bombas y motorreductores son representadas con P y MR respectivamente, seguidas de un número con tres dígitos que representa lo mismo que en los tanques.

Los instrumentos para instrumentación tendrán el tag de acuerdo a la norma ISA S5.1 para identificación de instrumentos.

Dicho esta aclaración se puede hacer una lectura clara del diseño de la automatización para el tanque de marmita, por ejemplo en la Figura 31. , se describe el proceso para este tanque, en ella se indica que el tanque de marmita T-400 recibe una inyección de vapor, también que tiene adentro una hélice pilotada por un motorreductor MR-412 y tres válvulas manuales, una de globo y dos de mariposa, que controlan la salida o entrada de un caudal de proceso, en este caso es el jarabe filtrado, esta parte no se la ha tomado en cuenta pues al ser un sistema totalmente aislado para el control de caudal de agua tratada y jarabe neutro no tiene ninguna relevancia el control que tengan. También se puede observar que en paralelo a una de las válvulas de mariposa se ha colocado una válvula solenoide S1, esto ayuda a no parar el proceso cuando se tenga que hacer un mantenimiento a la solenoide pues basta con abrir la válvula mariposa y apagar la solenoide para que siga el proceso de manera manual, de igual manera se ha colocado un

transmisor de caudal 400-1 el cual manda una señal al PLC ORG15 y este a su vez por medio de una pantalla de visualización nos indica el caudal de agua o jarabe neutro que existe en el tanque.

Para el área de producción de sabores el diseño es muy similar, la razón es que únicamente se controla el caudal de agua tratada, trabaja de igual manera con el lazo cerrado de control mencionado en el capítulo dos. A continuación se describe brevemente el proceso de automatización para esta área. La Figura 32. , facilita la descripción del proceso en uno de los tres tanques que existen.



Esta área de producción consta de tres tanques T-412, T-413 y T-414, para la explicación del diseño solo se tomó el tanque T-412 porque para los demás es igual. El proceso es similar al área anterior, empieza con la digitalización del operador en una pantalla con la cantidad de litros que debe entrar de agua en el tanque para poder tener la solución de sabor adecuada para la receta, el controlador ORG15 procesa y compara el set value con la variable del proceso, es decir con la señal que le envía el transmisor de caudal 400-2 y

cuando son iguales detiene la válvula solenoide S2 que estaba activa desde el momento en que se dio la orden de inicio en la pantalla. El mismo proceso se realiza independientemente en los otros dos tanques.

La descripción del proceso de automatización para el área de jarabe final es exactamente igual a las otras dos áreas, la diferencia radica en el aumento de una tubería que distribuye jarabe neutro, pero como se dijo anteriormente cada tanque y cada válvula funcionan individualmente, con lo cual se puede controlar a la vez el caudal de agua tratada y el caudal de jarabe neutro, ahorrando tiempo indispensable para la producción.

3.2.3. Diseño de planos eléctricos

A continuación se detalla las conexiones eléctricas del proyecto y el dimensionamiento de las protecciones para el tablero.

- Conexión de entradas y salidas digitales del PLC.

Como se puede observar en el anexo 14 se necesitan 20 válvulas solenoides, una para cada tanque por tanto se hará uso de todas las salidas digitales que tenga el PLC más dos módulos DO571. La distribución de estas salidas y entradas digitales se muestra en la Tabla 21. , y el diagrama de conexiones se lo puede encontrar en el Anexo 15. La conexión al PLC se lo hizo a través de un bloque de terminales de dos niveles con fusible de 1A para protección del instrumento.

Tabla 21. Distribución de entradas y salidas del PLC

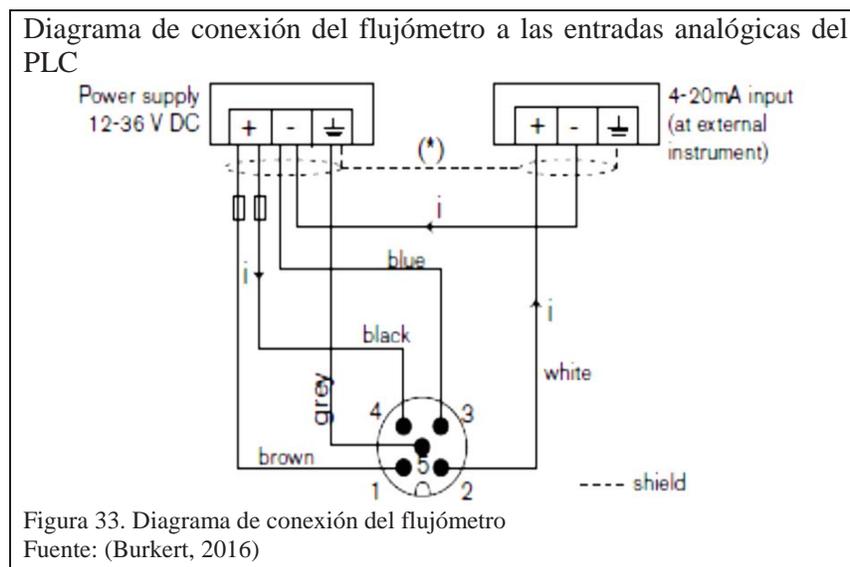
DI-0		DO-0	
Entradas	Descripción	Salidas	Descripción
IN0.00	Paro de emergencia (P1)	OUT0.00	Válvula de flujo (FV01)
IN0.01	Estado bomba (CP-JA-F-1)	OUT0.01	Válvula de flujo (FV02)
IN0.02	Estado bomba (CP-PMO-1)	OUT0.02	Válvula de flujo (FV03)
IN0.03	Reservado	OUT0.03	Válvula de flujo (FV04)
IN0.04	Reservado	OUT0.04	Válvula de flujo (FV05)
IN0.05	Reservado	OUT0.05	Válvula de flujo (FV06)

Nota: Edgar Guanochanga

- Conexión de entradas analógicas al módulo AI561.

Para estas entradas se tomó en cuenta la resolución que tiene el módulo análogo debido a que la exactitud en la medida debe ser lo más aproximado al valor real. Para protección de los instrumentos se colocó un bloque de terminales de tres niveles con protección de un fusible de 0,1A debido a que el consumo del transmisor de caudal es de 0,08A, además tiene conexión a tierra.

El diagrama de conexión del flujómetro se lo puede revisar en la Figura 33. , y el diagrama de conexiones al módulo análogo en el Anexo 16.



La distribución para las entradas analógicas de los cinco módulos AI561 se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Distribución de entradas analógicas del módulo AI561

AI561-0		AI561-2		AI561-4	
Entrada	Descripción	Entrada	Descripción	Entrada	Descripción
AI0.00	Transmisor de flujo (FIT-01)	AI2.00	Transmisor de flujo (FIT-09)	AI4.00	Transmisor de flujo (FIT-17)
AI0.01	Transmisor de flujo (FIT-02)	AI2.01	Transmisor de flujo (FIT-10)	AI4.01	Transmisor de flujo (FIT-18)
AI0.02	Transmisor de flujo (FIT-03)	AI2.02	Transmisor de flujo (FIT-11)	AI4.02	Transmisor de flujo (FIT-19)
AI0.03	Transmisor de flujo (FIT-04)	AI2.03	Transmisor de flujo (FIT-12)	AI4.03	Transmisor de flujo (FIT-20)
AI561-1		AI561-3			
AI1.00	Transmisor de flujo (FIT-05)	AI3.00	Transmisor de flujo (FIT-13)		
AI1.01	Transmisor de flujo (FIT-06)	AI3.01	Transmisor de flujo (FIT-14)		
AI1.02	Transmisor de flujo (FIT-07)	AI3.02	Transmisor de flujo (FIT-15)		
AI1.03	Transmisor de flujo (FIT-08)	AI3.03	Transmisor de flujo (FIT-16)		

Nota: Edgar Guanochanga

- Conexión de salidas digitales de los módulos DI571.

Este módulo tiene hasta 8 salidas, como son de relé pueden soportar una corriente de hasta 2A, aquí van conectadas las válvulas solenoides cuyo consumo nominal no pasa de los 0,15 A excepto en su arranque que llegan casi a los 0.5A, por este motivo y por protección se usó para la conexión un bloque de terminales de dos niveles con un fusible de 1A. En el anexo 17 se presenta el diagrama de conexiones de los módulos al PLC, y la distribución de sus salidas se las puede ver en la Tabla 23.

Tabla 23. Distribución de salidas digitales DO571

DO571 -1		DO571 -2	
Salidas	Descripción	Salidas	Descripción
OUT1.00	Válvula de flujo (FV07)	OUT2.00	Válvula de flujo (FV14)
OUT1.01	Válvula de flujo (FV08)	OUT2.01	Válvula de flujo (FV15)
OUT1.02	Válvula de flujo (FV09)	OUT2.02	Válvula de flujo (FV16)
OUT1.03	Válvula de flujo (FVq0)	OUT2.03	Válvula de flujo (FV17)
OUT1.04	Válvula de flujo (FV11)	OUT2.04	Válvula de flujo (FV18)
OUT1.05	Válvula de flujo (FV12)	OUT2.05	Válvula de flujo (FV19)
OUT1.06	Válvula de flujo (FV13)	OUT2.04	Válvula de flujo (FV20)
OUT1.07	Reservado	OUT2.07	Reservado

Nota: Edgar Guanochanga

- Conexión de distribución AC.

Para esta parte del diseño se usó un bloque de terminales de un nivel con fusible integrado, teniendo en cuenta la cantidad de carga de cada elemento conectado se eligió el valor de la protección. En la Tabla 24. , se indica la distribución de los terminales y la protección de cada uno según la carga y en el Anexo 18. , se puede ver el diagrama de conexión entre los elementos.

Tabla 24. Cuadro de cargas AC para la elección de las protecciones

Bloque de terminales TB-AC-L	Elemento conectado	Corriente de consumo (A)	Cantidad de elementos	Total consumo	Protección (A)
TB-AC-L(1)	Paro de emergencia (P)	0,50	1	0,50	1
TB-AC-L(2)	PLC ORG15	0,33	1	0,33	1
TB-AC-L(3)	Fuente de poder	1,20	1	1,20	2
TB-AC-L(4)	Tomacorriente max 5A	5	1	5	5
TB-AC-L(5)	Solenoides - DO-0	0,11	6	0,66	1
TB-AC-L(6)	Solenoides - DO571-1	0,11	8	0,88	1,5
TB-AC-L(7)	Solenoides - DO571-2	0,11	8	0,88	1,5

Nota: Edgar Guanochanga

- Conexión de distribución DC.

En esta distribución se usó un bloque de terminal de un nivel con fusible para protección de los instrumentos, al igual que en la distribución de AC las protecciones fueron elegidas de acuerdo al consumo de corriente. En la Tabla 25. , se indica la distribución de los terminales y la protección de cada uno según la carga y en el Anexo 19. , se puede ver el diagrama de conexión entre los elementos.

Tabla 25. Cuadro de cargas DC para la elección de las protecciones

Bloque de terminal TB-DC+	Elemento conectado	Corriente de consumo (A)	Cantidad de elementos	Total consumo	Protección (A)
TB-DC+(1)	PLC - DI-0	0,05	1	0,05	0,10
TB-DC+(2)	Módulo AI561-0	0,10	1	0,10	0,25
TB-DC+(3)	Módulo AI561-1	0,10	1	0,10	0,25
TB-DC+(4)	Módulo AI561-2	0,10	1	0,10	0,25
TB-DC+(5)	Módulo AI561-3	0,10	1	0,10	0,25
TB-DC+(6)	Módulo AI561-4	0,10	1	0,10	0,25

Nota: Edgar Guanochanga

- Conexión del diagrama de fuerza.

Este diagrama es el que energiza todo el diseño, para hacer la selección del disyuntor se realizó un cuadro de cargas como se muestra en la Tabla 26. , también consta de un pulsador tipo hongo de dos contactos normalmente cerrados, el primero (K1), es para enviar una señal de stop al PLC en caso de emergencia, y el segundo (K2), para cortar la energía que llega a las solenoides también en caso de emergencia.

Tiene un interruptor general y una luz piloto verde que nos indica que el tablero está energizado. El diagrama de conexión se lo puede ver en el Anexo 20.

Tabla 26. Cuadro de cargas consumo general del diseño

CB1	Elemento conectado	Corriente de consumo (A)	Cantidad de elementos	Total consumo	Protección (A)
TB-AC-L	Total distribución AC	9,45	1	9,45	10
HS1	Pulsador tipo hongo	0,50	1	0,5	1
TOTAL (A)				9,95	16

Nota: Edgar Guanochanga

- Conexión en el tablero de control y lista de materiales para el diseño.

Para la distribución en el tablero se tomó en cuenta las características físicas de cada elemento, y para su conexión interna se usó canaleta de 25x40 mm, la elección para esta canaleta se seleccionó de acuerdo a la sección, número y cantidad de cables que pasaran por cada una. En la Figura 34. , se muestra la parte interna del tablero con sus respectivas partes en bloques, y en la Tabla 27. , se indica la cantidad de cables y la sección que ocupan en cada canaleta.

Vista frontal interior del tablero

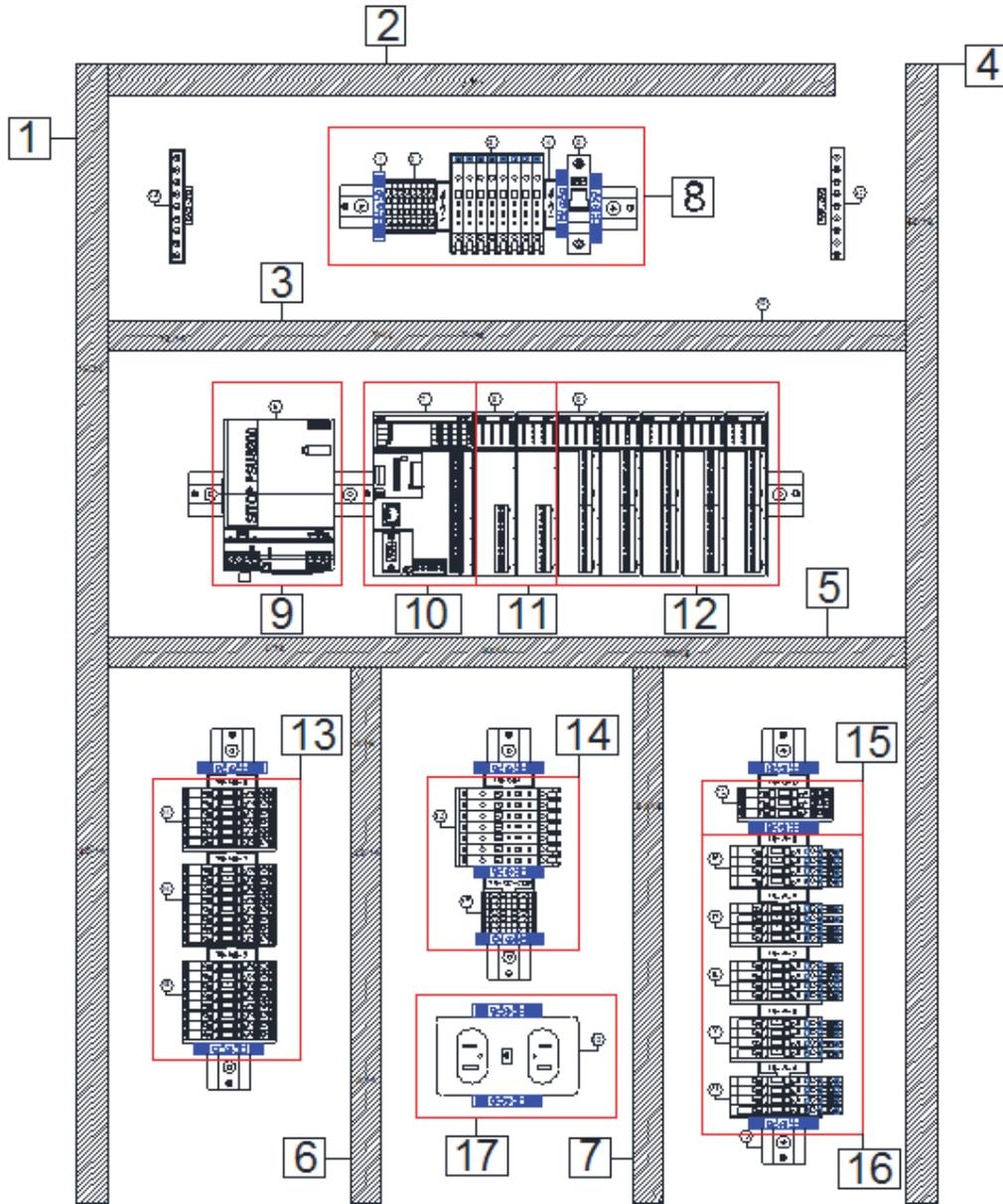


Figura 34. Parte interior del tablero, vista frontal
Elaborado por: Edgar Guanochanga

Las partes que se muestran en la Figura 34. , son:

- 1-7.- Canaletas 25x40mm.
- 8.- Distribución AC.
- 9.- Fuente Simatic PSU8200.
- 10.- PLC ABB PM564-R-ETH-AC.
- 11.- Módulos salidas digitales DO571.
- 12.- Módulos entradas analógicas AI561.
- 13.- Bloque de terminales salidas digitales.
- 14.- Distribución DC15 Bloque de terminales entradas digitales.
- 16.- Bloque de terminales entradas analógicas.
- 17.- Tomacorriente.

Las dimensiones y los materiales que contiene cada bloque se detallan en el Anexo 21.

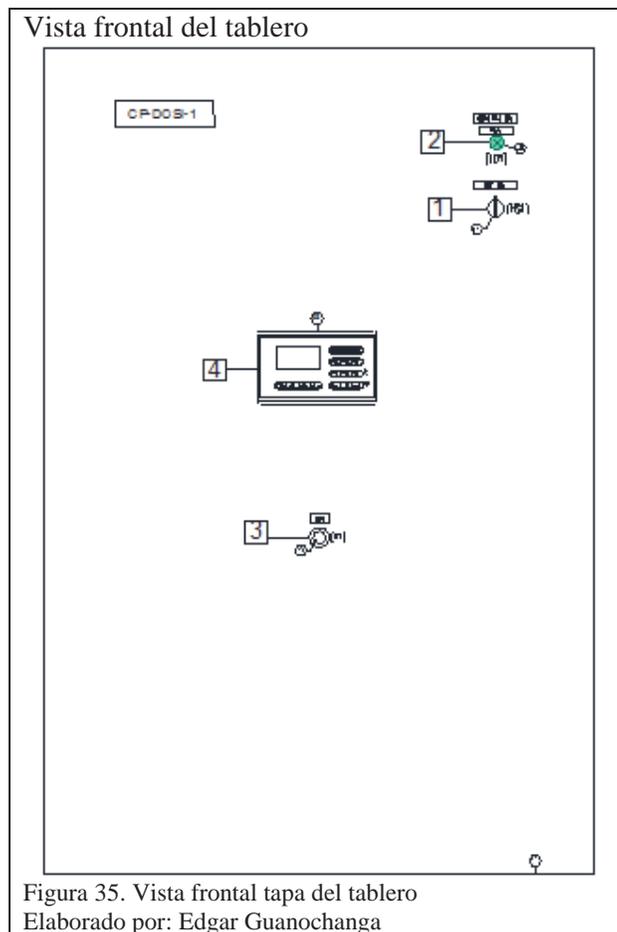
Tabla 27. Dimensionamiento de cables para espacio en la canaleta

Nro. Canaleta	Calibre #AWG	Sección cable (mm ²)	Diámetro exterior (mm)	Nro. Cables	Nro. Cables en base 25(mm)	Nro. Cables altura 40(mm)	Sección total de cables (mm ²)	Sección canaleta 25x40 (mm ²)	% Espacio libre en canaleta
1	14	2,08	2,59	55	9	7	423	1000	57,7
2	14	2,08	2,59	43	9	5	302	1000	69,8
3	14	2,08	2,59	14	9	2	121	1000	87,9
4	18	0,82	1,98	86	12	8	377	1000	62,3
5	14	2,08	2,59	32	9	4	242	1000	75,8
6	14	2,08	2,59	27	9	3	182	1000	81,8
7	18	0,82	1,98	36	12	3	142	1000	85,8

Nota: Edgar Guanochanga

Las dimensiones y secciones de cada cable fueron tomadas de una tabla que Disensa presenta en su página web. En el Anexo 22. , se la puede observar.

Para la parte frontal del tablero se tuvo presente las dimensiones que ocupa la parte interna, se las puede ver en el Anexo 21. , y comprobar los tamaños estándar que se ocupan en el mercado. Se eligió el de 1200x800 suficiente para tener el espacio necesario para manipulación de los elementos. En la Figura 35. , se puede ver la parte frontal del tablero.



Las partes del tablero que se indican en la Figura 35. , son:

- 1.- Selector on/off
- 2.- Luz piloto
- 3.- Paro de emergencia.
- 4.- Pantalla HMI

En esta parte se encuentran un selector on/off y una luz piloto de color verde que indica que el tablero está energizado, también se encuentra un pulsador tipo hongo con retención de paro de emergencia que permite bloquear el proceso en caso de existir alguna fuga de caudal, incendio, accidente laboral, o cualquier otra emergencia que se pudiera presentar en la sala.

Con la ayuda de una HMI se le facilita al operador el manejo y control tanto de caudal como de las válvulas, ya sea para su operación en el proceso o para su debido mantenimiento, esta parte del diseño permite elegir al operario para trabajar de manera automática o manual.

En la parte automática el operario tendrá que digitalizar la cantidad de litros que deberá caer en cualquiera de los tanques y dar la orden para que el proceso inicie, automáticamente cuando la cantidad de litros llegue a ser la correcta el proceso se detendrá.

Si el operario necesita manipular cualquiera de los instrumentos mencionados, ya sea para su mantenimiento, por detección de alguna falla eléctrica, o fuga del caudal en alguna parte del proceso, tendrá que elegir la parte manual en la HMI, que le permitirá accionar o apagar cualquier válvula, de esta manera se podrá trabajar en el mantenimiento o arreglo de la falla sin detener la producción en el resto del proceso.

Las dimensiones de esta parte del tablero se las puede ver en el Anexo 21.

Para finalizar con el diseño de la automatización para la sala de jarabes se presenta una lista de materiales con los que se trabajó para el desarrollo del mismo, se debe tener en cuenta que las proformas tienen una validez de ocho días como máximo, por tal motivo los materiales que se recomiendan en esta parte estarán sujetos a cambios y de acuerdo a la disponibilidad del proveedor.

En la Tabla 28. , se presenta la lista de materiales necesarios para el proyecto.

Tabla 28. Lista de materiales para el proyecto

ITEM	NOMBRE	#	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CODIGO
1	EA	14	borneras de fin	MORSETITALIA	43300
2	TB-AC-N	8	bornera para ac neutro	N/C	N/C
3	TB-AC-L	8	bornera con fusible línea	ALLEN BRADLEY	AB /1492-H4
4	MG	13	marcador de grupo	N/C	N/C
5	CB1	1	disyuntor 1 polo 16a	ABB	BE2CDS 251001 R0164
6	PWS	1	fuelle de poder 24 vdc	SIEMENS	100017639
7	PLC	1	plc pm564 r-eth-ac	ABB	1TNE 968 900 R1211
8	DO	2	módulo do571 salidas con relé	ABB	1TNE 968 902 R2202
9	AL	5	módulo ai561 entradas analógicas	ABB	1TNE 968 902 R1101
10	CAN	3	canaleta ranurada 2m 25x40mm	DEXSON	P-0061
11	TB-NO-0	6	bornera dos niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JD3FB
12	TB-DC+	7	bornera con fusible dc +	ALLEN BRADLEY	AB /1492-H5
13	TB-DI-0	3	bornera dos niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JD3FB
14	TB-NO-1	8	bornera dos niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JD3FB
15	TB-DC-COM	7	bornera para dc com	N/C	N/C
16	TB-AL-0	4	bornera tres niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JDG3FB
17	TB-AL-1	4	bornera tres niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JDG3FB
18	TB-NO-2	8	bornera dos niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JD3FB
19	TB-AL-2	4	bornera tres niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JDG3FB
20	TB-AL-3	4	bornera tres niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JDG3FB
21	TB-AL-4	4	bornera tres niveles con fusible	ALLEN BRADLEY	AB /1492-JDG3FB
22	OT	1	tomacorriente 110vac	N/C	N/C
23	RD	1	riel din 35mm	N/C	N/C
24	ELC-GND	1	barra de tierra	N/C	N/C
25	INST-GND	2	barra de tierra	N/C	N/C
26	LG1	1	luz piloto 110 vac gr	ABB	1SFA619402R5152
27	HS1	1	selector dos posiciones on/off	SIEMENS	3SB3602-2KA11
28	CP-410M	1	pantalla hmi	ABB	1SBP260181R1001
29	P1	1	pulsador tipo hongo emergencia	ABB	1SFA619500R1071
30	CP-DOSI-1	1	tablero modular 1200x800	BEAUCOUP	I-0362
31	FT	20	transmisor de caudal	BURKERT	560403
32	CF1	12	fitting flujómetro 2"	BURKERT	424039
33	CF2	8	fitting flujómetro 1-1/2"	BURKERT	424038
34	FV	12	válvula solenoide 2"	ALLPROSPERITY	PSUS-50NC
35	FV	8	válvula solenoide 1-1/2"	ALLPROSPERITY	PSUS-40NC

Nota: Edgar Guanochanga

CAPÍTULO 4.

4. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA SALA DE JARABES

En este capítulo se presenta un presupuesto con costos referenciales a la actualidad, conjuntamente se hará un análisis del presupuesto, tiempo y otros factores que tienen relación directa con el diseño del proyecto.

Se concluirá con los aspectos más relevantes durante la realización del mismo y también se darán algunas recomendaciones que el proyecto puede tener en beneficio de la empresa.

4.1. Presupuesto general del proyecto

A continuación se detalla el costo para la automatización de la sala de jarabes.

Para referencia del presupuesto se hará uso de los materiales detallados en la Tabla 28. , clasificados en las siguientes categorías:

- 1.- Instrumentación, los costos se pueden ver en la Tabla 29.
- 2.- Accesorios, los costos se pueden ver en la Tabla 30.

Tabla 29. Costos para la instrumentación

Material	Proveedor	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Total \$
PLC PM564 R-ETH-AC + accesorios	ASEEC	1	unidad	1,107.00	1,107.00
Módulo DO571 salidas con relé	ASEEC	2	unidad	237.00	474.00
Módulo AI561 entradas analógicas	ASEEC	4	unidad	475.00	1900.00
Fuente de poder 24 VDC	AyC soluciones eléctricas	1	unidad	351.00	351.00

Continuación de la tabla 4.1

Material	Proveedor	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Total \$
Válvulas solenoides 2"	Máquinas y motores S.A (Surmaq)	12	unidad	886.00	1,0632.00
Válvulas solenoides 1-1/2"	Máquinas y motores S.A (Surmaq)	8	unidad	550.00	4,400.00
Transmisor de caudal 2"	Ecuainsetec	12	unidad	2973.00	35,676.00
Transmisor de caudal 1-1/2"	Ecuainsetec	8	unidad	2699.00	21,592.00
				TOTAL \$	76,132.00

Nota: Edgar Guanochanga

En la Tabla 30. , se detalla los costos de los accesorios usados para el proyecto.

Tabla 30. Costos para accesorios

Material	Proveedor	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Total \$
Borneras de fin	Sebatelec	13	unidad	0.50	6.55
Bornera un nivel AC/DC	Sebatelec	15	unidad	0.56	8.40
Bornera un nivel con fusible	Sebatelec	15	unidad	0.90	13.44
Disyuntor 1 polo 16a	Sebatelec	1	unidad	10.67	10.67
Canaleta ranurada 2m 25x40mm	Ingel-pro	3	m	6.77	20.31
Bornera dos niveles con fusible	Sebatelec	25	unidad	1.85	46.20
Bornera tres niveles con fusible	Sebatelec	20	unidad	2.35	47.04
Tomacorriente 110vac	Sebatelec	1	unidad	0.82	0.82
Tapa para toma	Sebatelec	1	unidad	0.45	0.45
Luz piloto 110 vac gr	Ingel-pro	1	unidad	1.55	1.55
Selector dos posiciones on/off	Ingel-pro	1	unidad	1.62	1.62
Pulsador tipo hongo emergencia	Ingel-pro	1	unidad	4.61	4.61
Tablero modular 1200x800	Ingel-pro	1	unidad	533.23	533.23
Riel Din	Ingel-pro	1	m	2.77	2.77
Cable #AWG 18	E.C.M	210	m	0.69	145.80
Cable #AWG 14	E.C.M	155	m	0.36	56.00
				TOTAL \$	900.00

Nota: Edgar Guanochanga

A continuación en la Tabla 31. , se muestra el costo total aproximado del proyecto

Tabla 31. Costo total aproximado del proyecto

Rubro	Costo \$
Costo para instrumentación	76,132.00
Costo para accesorios	900.00
Subtotal	77,032.00
10% Imprevistos	7,703.20
COSTO TOTAL PROYECTO	84,735.20

Nota: Edgar Guanochanga

4.2. Análisis de la propuesta de automatización

El costo de la Tabla 31. , es un valor aproximado para la automatización de la sala y servirá a la empresa para cumplir con las normas BPM y obtener el debido permiso anual de funcionamiento, pues en el Reglamento de Registro y Control Sanitario, en su artículo 15, numeral 4, establece como requisito para la obtención del Registro Sanitario, entre otros documentos, la presentación de una certificación de operación de la planta procesadora sobre la utilización de buenas prácticas de manufactura. (Reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados, 2002)

El diseño también permite reducir el tiempo de producción para el jarabe final, pues como se mencionó en el capítulo dos para realizar este proceso primero se abre la válvula del jarabe neutro y una vez que se tiene el nivel de este fluido se abre la válvula de agua tratada hasta llegar al nivel requerido, todo esto de una manera visual; con la automatización se podrá reducir el tiempo de espera en que el jarabe neutro llegue a su nivel pues se puede trabajar con el jarabe y el agua tratada al mismo tiempo.

Reducir el impacto de riesgos es otra razón por la cual la automatización en esta área se debe tomar en cuenta pues como se mencionó en el capítulo 3 en la Tabla 19. , de problemas y posibles soluciones de la empresa, el riesgo de un accidente por el uso permanente de las escaleras sería reducido, precautelando la salud de los operarios y evitando gastos innecesarios.

Cuando la orden de producción es de 2500 l de jarabe final, se necesita 130 l de jarabe neutro, razón por la cual el error debe estar tendiendo a cero. Es por esto que se calculó

el error que hoy presenta la empresa al momento de dosificar el agua y el jarabe neutro. En la Tabla 32. , se indica el error que puede presentar al momento de aforar el jarabe, esto depende de la medida de litros que usen para hacerlo.

Tabla 32. Error relativo de dosificación

Datos de producción		Porcentaje de error	
Orden de producción (l)	2500	Jarabe (l)	Efectividad %
Capacidad balde aforar (l)	5	130	100
Nro. de baldes promedio usados para aforar	1	125	96,15
		Error relativo	3,85

Nota: Edgar Guanochanga

El cálculo realizado en la Tabla 32. , como se lo mencionó anteriormente corresponde al error visual que ocurre al momento de dosificar los flujos de agua tratada y jarabe neutro para una orden de producción de 2500 l que corresponden a la mitad de un tanque de producción de jarabe final.

Se indica que en 2500 l de jarabe final existe 300 l de jarabe neutro según la receta, el error es calculado al momento de aforar la solución con jarabe neutro, esto quiere decir que si se afora con 5 l que es la medida del balde para aforar, la solución presentaba únicamente 125 l de jarabe neutro lo que corresponde a un error relativo en la dosificación de dicho ingrediente del 3.85%.

Con la automatización se espera reducir este error que es significativo, pues la empresa necesita tener un error máximo del 0,5%.

CONCLUSIONES

- Al realizar la caracterización del área sala de jarabes se determinó que la variable a controlar en el proceso es el caudal, para lograr la dosificación correcta en la preparación de la receta. El valor de flujo del agua es de 4.2 litros / segundo y el caudal del jarabe neutro se debe regular a 2 litros / segundo.
- Se realizó la ingeniería en detalle para lo cual se hizo el levantamiento del proceso existente en el área de la sala de jarabes, mediante un diagrama P&ID, el mismo que sirvió posteriormente para realizar el diseño de la automatización conjuntamente con los diagramas de fuerza, conexiones de entradas y salidas al PLC, tablero de control, finalizando con una lista de materiales para el proyecto.
- Con la lista de materiales obtenidos se generó un presupuesto cuyo costo total asciende a \$ 84,735.20. La automatización del proyecto técnicamente es viable, pero no se pudo hacer un análisis financiero porque los datos de producción no fueron facilitados por la empresa.
- Se observa que el mayor costo de inversión para el proyecto es en la adquisición de los flujómetros. Esto representa el 67.58% del costo total del proyecto, necesarios para obtener la exactitud de la dosificación deseada.
- Al realizar las pruebas de la dosificación se encontró mediante la Tabla 32. , un porcentaje de error del 3,85% en la mezcla de jarabe final, además existe pérdida de tiempo en aforar manualmente la solución. Esto implica inexactitud en la fórmula de la receta que debe cumplirse y de no pasar las pruebas de control de calidad del producto.

RECOMENDACIONES

- Hacer la implementación de la automatización porque elevará el nivel en la producción, disminuirá el tiempo de aforo en la preparación de los jarabes, habrá continuidad en el proceso y apego a las buenas prácticas de manufactura BPM.
- Continuar con la capacitación a sus trabajadores sobre la norma de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados, especialmente en los artículos 10 y 14 que hablan de la higiene y del debido comportamiento para manejar un producto en su respectivo proceso de fabricación.
- En el diseño se propone colocar el tablero de control de forma accesible y segura al operador, con el fin de brindar comodidad en el manejo, operación y mantenimiento, disminuyendo la posibilidad de accidentes al tener que subir para abrir o cerrar las válvulas de paso de agua y jarabe neutro en los tanques.
- Hacer la distribución de la tubería para los tanques de producción de jarabe final de acuerdo al esquema presentado en el anexo 25. Actualmente existe un desperdicio de jarabe neutro al momento de realizar el drenaje y la limpieza de estos ductos.
- Para la instalación de los flujómetros se recomienda reubicar la tubería que abastece a los tanques 5, 6, 7, y 8, como se indica en el anexo 26, para poder realizar la instalación como indica el fabricante, y garantizar la exactitud de su medida y vida útil.

REFERENCIAS

- ABB. (22 de 02 de 2016). *ABB Group*. Obtenido de <http://new.abb.com/plc/es/automatas-programables-plc/ac500eco/cpu>
- ABB. (24 de 02 de 2016). *Vaeprosyst*. Obtenido de <http://www.vaeprosyst.cz/dokumentace/ac500/English/CHM-Files/CAA-Merger-2/S500-FBP/Analog-IO-Modules/AI561.htm>
- Aguilera Aluja, S. P. (2016). *Desarrollo de la automatizacion de la fábrica Orangine para el año 2015*. Quito.
- Allprosperity. (26 de 01 de 2016). *allprosperity.com*. Obtenido de [allprosperity.com](http://www.allprosperity.com.tw/solenoid-valves/sus-series-ss316.html): <http://www.allprosperity.com.tw/solenoid-valves/sus-series-ss316.html>
- Burkert. (15 de 02 de 2016). *burkert*. Obtenido de [burkert](https://www.burkert.es/es/Media/plm/MAN/MA/MA8032-Also_8072-EU-ML.pdf): https://www.burkert.es/es/Media/plm/MAN/MA/MA8032-Also_8072-EU-ML.pdf
- Burkert. (28 de 01 de 2016). *burkert.es*. Obtenido de [burkert.es](https://www.burkert.es/es/type/8032): <https://www.burkert.es/es/type/8032>
- Coca-Cola. (05 de 02 de 2016). Obtenido de <http://docplayer.es/3537792-Gracias-por-su-compromiso.html>
- Creus, A. (2011). Instrumentación industrial. En C. Antonio, *Instrumentación industrial* (pág. 317). México: Alfaomega Grupo Editor.
- Creus, A. (2011). Instrumentación industrial. En A. Creus, *Instrumentación industrial* (págs. 430-432). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Creus, A. (2011). Instrumentación industrial. En A. Creus, *Instrumentación industrial* (págs. 381-388). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Creus, A. (2011). Instrumentación industrial. En A. Creus, *Instrumentación industrial* (págs. 381-497). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Creus, A. (2011). *Instrumentación Industrial*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Fraile, J., & Pedro García, J. F. (2013). Instrumentación aplicada a la ingeniería. En J. Fraile, & J. F. Pedro García, *Instrumentación aplicada a la ingeniería* (págs. 539-540). Madrid: Ibergarceta Publicaciones, S.L.
- Google. (12 de 10 de 2015). *Google*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/Orangine/@-0.2848869,-78.5600525,18z/data=!4m2!3m1!1s0x91d598ae19a1979d:0x1418439459946ff0?hl=en>
- Group, ABB. (25 de 01 de 2016). *ABB*. Obtenido de [ABB](http://new.abb.com/products/ABB1SAP121100R0071): <http://new.abb.com/products/ABB1SAP121100R0071>
- Group, ABB. (25 de 01 de 2016). *ABB*. Obtenido de [ABB](http://new.abb.com/products/ABB1TNE968902R1101): <http://new.abb.com/products/ABB1TNE968902R1101>

- Group, ABB. (25 de 01 de 2016). *ABB*. Obtenido de ABB: <http://new.abb.com/products/ABB1TNE968902R2202>
- Group, ABB. (02 de 02 de 2016). *ABB*. Obtenido de ABB: <http://abbcloud.blob.core.windows.net/public/images/a2418dc9-3c7c-4f73-8076-a43e245f8d00/presentation.jpg>
- ingenieriadiseno. (10 de 02 de 2016). *ingenieriadiseno*. Obtenido de ingenieriadiseno: http://www.ingenieriadiseno.com/products_brands/beaucoup/
- Martinez, E. (24 de 11 de 2015). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <http://es.slideshare.net/martinezeduardo/controladores-teoria-de-control-24587590>
- Pérez, M., Álvarez, J., Campo, J., Ferrero, F., & Grillo, G. (2006). Instrumentación electrónica. En M. Pérez, J. Álvarez, J. Campo, F. Ferrero, & G. Grillo, *Instrumentación electrónica* (pág. 507). Madrid: Parafino, S.A.
- Pérez, M., Álvarez, J., Campo, J., Ferrero, F., & Grillo, G. (2006). Instrumentación electrónica. En M. Pérez, J. Álvarez, J. Campo, F. Ferrero, & G. Grillo, *Instrumentación electrónica* (pág. 508). Madrid: Parafino, S.A.
- Pérez, M., Álvarez, J., Campo, J., Ferrero, F., & Grillo, G. (2006). Instrumentación electrónica. En M. Pérez, J. Álvarez, J. Campo, F. Ferrero, & G. Grillo, *Instrumentación electrónica* (pág. 509). Madrid: Parafino, S.A.
- Pérez, M., Álvarez, J., Campo, J., Ferrero, F., & Grillo, G. (2006). Instrumentación electrónica. En M. Pérez, J. Álvarez, J. Campo, F. Ferrero, & G. Grillo, *Instrumentación electrónica* (págs. 510-511). Madrid: Parafino, S.A.
- Pérez, M., Álvarez, J., Campo, J., Ferrero, F., & Grillo, G. (2006). Instrumentación electrónica. En M. Pérez, J. Álvarez, J. Campo, F. Ferrero, & G. Grillo, *Instrumentación electrónica* (pág. 512). Madrid: Parafino, S.A.
- Phoenix. (05 de 02 de 2016). *phoenixcontact*. Obtenido de phoenixcontact: https://www.phoenixcontact.com/assets/downloads_ed/global/web_dwl_promotion/3_HK_R_13_EN_LR.pdf
- Sanitario, R. d. (2002). Reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados. QUITO.
- Simatic. (02 de 02 de 2016). *Siemens*. Obtenido de Siemens: https://w3app.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentcenter/sc/pp/Document-su20Brochures/6ZB5341-0AV02-0AA0_BR_SITOP%20PSU8200_PSU200M_en_06_2014_Web.pdf
- The Coca-Cola Company. (28 de 03 de 2016). *docplayer*. Obtenido de docplayer: <http://docplayer.es/3537792-Gracias-por-su-compromiso.html>

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro tipo de flujómetros y características.

(Creus, Instrumentación industrial, 2011, 193).

En la tabla 4.12 se muestran las características resumidas de los instrumentos medidores de caudal.

Tipo	Rangoabilidad	Exactitud (%)	Escala	Presión máx., bar	Temperatura máx., °C	Pérdida de carga	Servicio	Materiales	Coste relativo	Ventajas	Desventajas
Placa	3:1	2% - 4%	cuadrática	400	500	Media	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Bajo	Simple, económica	Posible obturación, desgaste
Tobera	3:1	2%	cuadrática	400	500	Media	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Alto	Simple, exactitud	Posible obturación, coste alto
Tubo Venturi	3:1	1%	cuadrática	400	500	Baja	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Alto	Exactitud, poca ΔP	Posible obturación, coste muy alto
Tubo Pitot	3:1	1%-3%	cuadrática	400	500	Muy baja	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Bajo	Simple, económico	Poca exactitud, posible obturación
Tubo Annubar	3:1	0,5% - 1,5%	cuadrática	400	500	Muy baja	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Bajo	Mayor exactitud, poca ΔP	Posible obturación
Rotámetro	10:1	1% - 2%	lineal	400	250	Media	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos/ Vidrio	Bajo	Simple, económico, mayor exactitud	Posible obturación
Vertedero	10:1	1% - 2%	especial	Atmosférica	60	Baja a media	Líquidos	Metales	Alto	Simple, bajo coste	Posible obturación
Turbina	20:1	0,25%	lineal	200	250	Alta	Líquido/gas	Metales	Alto	Exactitud, margen amplio	Desgaste, daños por caudal excesivo
Ultrasónico	20:1	2%	lineal	100	250	Ninguna	Líquido/gas	Metales/Plásticos	Alto	Cualquier líquido, baja ΔP, bajo mantenimiento	Coste inicial alto, sensible a variaciones densidad
Placa de impacto	10:1	1%	cuadrática	100	400	Media	Líquidos	Metales	Medio	Fluidos viscosos	Poca capacidad
Magnético	40:1	0,5% - 1%	lineal	20 - 200	150	Ninguna	Líquidos	Metales/ Teflón/Fibra de vidrio	Alto	Exactitud, baja ΔP	Líquidos conductores, electrodos pueden recubrirse
Disco basculante	10:1	1% - 5%	lineal	100	80	Alta	Líquido/gas	Metales/ Plásticos	Bajo	Económico	Desgaste, líquidos limpios, uso limitado en grandes tuberías
Pistón oscilante	10:1	0,50%	lineal	10 - 150	120	Alta	Líquido/gas	Metales	Medio	Exactitud, campo amplio, económico	Desgaste, líquidos limpios, uso limitado en grandes tuberías
Pistón alternativo	10:1	0,50%	lineal	25	100	Alta	Líquido/gas	Metales	Medio	Exactitud, campo amplio	Desgaste, líquidos limpios, uso limitado en grandes tuberías
Oclocadal	10:1	0,50%	lineal	100	150	Alta	Líquido/gas	Metales	Medio	Exactitud, campo amplio, baja ΔP	Desgaste, líquidos limpios, uso limitado en grandes tuberías
Birrotor	10:1	0,50%	lineal	100	200	Alta	Líquido/gas	Metales	Medio	Exactitud, campo amplio, reversible	Desgaste, líquidos limpios, uso limitado en grandes tuberías
Oval	10:1	0,50%	lineal	100	180	Alta	Líquido/gas	Metales	Medio	Exactitud, campo amplio, reversible	Desgaste, líquidos limpios, uso limitado en grandes tuberías
Torbellino	10:1	1%	lineal	50	100	Media	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Alto	Margen amplio, poca ΔP, fácil instalación	Caro, vibración afecta exactitud
Vórtex	10:1	1%	lineal	50	100	Media	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Alto	Margen amplio, poca ΔP, fácil instalación	Caro, vibración afecta exactitud
Térmico	10:1	1%	lineal	100	65	Ninguna	Gas	Metales/ Plásticos	Alto	Económico, fluidos de baja densidad	Poca exactitud, limpieza periódica
Hilo Caliente			especial	100	65	Baja	Gas	Metales/ Plásticos	Medio	Medida caudales gases turbulentos	Investigación, usos industriales limpios
Coriolis	10:1	0,50%	lineal	900	-250 °C a 400 °C	Baja	Líquido/vapor /gas	Metales/ Plásticos	Alto	Exactitud elevada, caudal masa verdadero	Sensible a vibraciones, coste alto

Tabla 4.12 Características resumidas de los instrumentos medidores de caudal

Anexo 3. Proforma flujómetro no intrusivo Dwyer UFB 222.



Urdaner 2 Mac 245 Solar 26 Av. Juan Tenca Merango
 Telefax: 048041786 / 048401785
 Móvil: 091402785 / 091402790
 E-mail: info@senortecsa.com
 Guayaquil - Ecuador

Av. Pablo Guandares y Nicolás Morela
 Teléfono: (02) 2314-587
 Móvil: 091402790 / 0997813010
 E-mail: info@senortecsa.com
 Machachi, Pichincha - Ecuador

RFC: 1792199488001

COTIZACIÓN 2016-1858

EMPRESA:
 ATENCIÓN: Ing. Edgar Guanocheaga
 CIUDAD: Quito
 FECHA: miércoles, 20 de Enero de 2016



ITEM	CÓDIGO / APARENCIA	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	DESCUENTO %	PRECIO FINAL	TOTAL
1		FLUJOMETRO ULTRASONICO PARA MONTAJE EN SUPERFICIE PARA LIQUIDOS HOMOGENEOS, CON MENOS DEL 2% DE BUBULAS Y CAPAZ DE PROFEGAR LAS ONDAS DE SONIDO ALIMENTACIÓN: 80 A 264 VACIOS 0-24 VACIOS UNIDADES DE VISUALIZACIÓN: 1bit/force RANGO: 0.1 A 10 m/s PRESIÓN: 5 G.S.A. 2% TEMPERATURAS LIMITE: TRANSDUCTOR -20 A 120°C / CONTROLADOR -20 A 50°C SALIDA ANALÓGICA: 4...20 / 0...16 / 0...20 mA (SELECCIONABLE) SALIDA ALARMA: 3 RELAY SALIDA DE PULSOS: MOSFET MARCA: DWYER (USA) DISPONIBILIDAD: 3 A 4 SEMANAS	1	\$ 4.500,00	10	4.410,00	4.410,00



SUB-TOTAL	\$ 4.410,00
IVA 12%	\$ 529,20
TOTAL BRUTO	\$ 4.939,20
TOTAL	\$ 4.939,20

CONDICIONES COMERCIALES:

- 1- LA ORDEN DE COMPRA EMITIR A NOMBRE: SENSORTECSA S.A.
- 2- FORMA DE PAGO: 50 % CON LA ORDEN / 50% CONTRAENTREGA
- 3- TIEMPO DE ENTREGA: PREVIA ORDEN DE COMPRA Y/O CONFIRMACIÓN PAGO
- 4- LUGAR DE ENTREGA: BODEGA DEL CLIENTE
- 5- VALIDEZ DE LA OFERTA 7 DIAS

SON: Cuatro Mil Novecientos Treinta y Nueve Dólares 20/100

Atentamente,
 Patricio Llanquarín
 Departamento Técnico - Comercial

SENSORES INDUSTRIALES-PLC-PANTALLAS-SERVOMOTORES-VARIADORES FRECUENCIA-CONTROLADORES DE TEMPERATURA, PROCESOS, NIVEL-HOROMETROS-CONTADORES- TRANSDUCORES DE PRESION, TEMPERATURA-EQUIPOS DE SEGURIDAD-FLUJO-NIVEL, SÓLIDOS-NIVEL, LÍQUIDOS

Anexo 4. Proforma flujómetro intrusivo Burkert 8032 con fitting.

		Referencia Proforma: FLUJOMETRO				
Automatización Industrial con las mejores marcas RUC: 1792224616001						
EDGAR GUANOCHANGA PORTILLA ORANGINE		Forma de pago 50 % Y 50 %	N° de Proforma 016-0001			
		Asesor ALVARO LARREA	Atención SR. EDGAR GUANOCHANGA			
Fecha	19/01/2016					
ITEM	Tipo	Descripción	Parte N°	Cant.	Precio Unit.	Precio total
1	FLUJOMETRO 8032	TRANSMISOR DE FLUJO JARABE	560403	1	897.25	897.25
2	FITTING DN 50	ACOPLE A TUBERIA	424039	1	1757.22	1757.22
3	FLUJOMETRO 8032	TRANSMISOR DE FLUJO AGUA	560403	1	897.25	897.25
4	FITTING DN40	ACOPLE A TUBERIA	424038	1	1512.52	1512.52
5	CABLE CONECTOR	DOL-1204-W02M	106009383	2	21.36	42.72
				SUMAN		\$5,106.96
				DSCTO	5%	\$255.35
				SUBTOTAL		\$4,851.61
				IVA	12%	\$582.19
				TOTAL		\$5,433.81

CONDICIONES COMERCIALES

VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 días

LOS PRECIOS EN ESTA PROFORMA SON EN DOLARES AMERICANOS

TIEMPO DE ENTREGA : 4 A 6 SEMANAS

SOMOS CONTRIBUYENTE ESPECIAL, SEGÚN RESOLUCIÓN SRI NAC-PCTRSGE12-00181

Alvaro Larrea
 2450475
 0987211079



CAPACITACIONES - DESARROLLO DE PROYECTOS - SERVICIO TÉCNICO

www.ecuainsetec.com.ec

Anexo 5. Proforma accesorios Electro Comercial Mejía.

ELECTRO COMERCIAL MEJIA
 HOYOS MEJIA ANDREA VALERIA
 AV. MALDONADO S19-110 Y EL TABLON
 QUITO-ECUADOR
 TELEFAX 2683-300 2683-299 3081-655 3081-655
 ventas-guajalo@grupoecmejia.com

PAG. 1
 2016/03/03
 13:42:19

R.U.C. 1713169181001

PROFORMA No. 015721

Cliente : SR. HUGO GUILLERMO ANDRANGO CUYO		Fecha : MARZO 03 DEL 2016			
Dirección : AV. DIAGONAL E6-S43-172 Y CALLE M S46A QUITO		Forma de Pago : 30 DIAS			
R.U.C. : 1719325639001		Validez : 15 DIAS			
Atención a :		Vendedor : SANTIAGO VITERI			
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DES	VALOR TOTAL
0	PHOENIX BORNE DE FUSIBLE PIT 4-FSI/F PUSH-IN	50.00	6.750	15	337.50
0	PHOENIX MINIBORNE MUT 4 CONEX. TORNILLO	50.00	1.400	15	70.00
0	PHOENIX BORNE PARA FUSIBLE UKK 5-HESI 5X20	50.00	9.100	15	455.00
ENTREGA 25 DIAS A LA O/C					
0 PHOB-3044076	PHOENIX BORNE DE CARRIL/PASO 12AWG UT 2.5	7.00	1.070	15	7.49
4 SF18471	SIEM FUENTE PODER SITOP 5A IN 120/240V.OUT	1.00	327.000	15	327.00
I 144300301	CABLE ST-I 4x18 AWG 75ø 600V 44300301 INCABLE	210.00	0.626	15	131.46
I 107000501	CABLE FLEX.TW 14 AWG 60ø 600V NEG 07000501 INC	205.00	0.321	15	65.81
I 107000500	CABLE FLEX.TW 14 AWG 60ø 600V BLA 07000500 INC	205.00	0.321	15	65.81
0 BEACI-0362	BEAUCOUP TABLERO 1204x804x404mm TMP12804	1.00	405.400	15	405.40
B MGBR2006E9	SCH.BREAK P/RIEL 2x6A 230V 6000A EASY9	1.00	7.510	15	7.51
ENTREGA EN 24 HORAS SALVO VENTA PREVIA					
ELABORADO	VTO.BNO.	CLIENTE	SUBTOTAL		1,872.98
			DESCTO.		280.95
			I.V.A.		191.04
SANTIAGO			TOTAL		1,783.07

Anexo 6. Hoja de características del transmisor de flujo Burkert DS3082.

8032

burkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

Paddle-wheel flow transmitter/ threshold detector



- Indication, monitoring, transmitting and On/Off control in one device
- Selectable outputs (transistor or relay)
- Automatic calibration: Teach-In
- Process value output: 4... 20 mA

Type 8032 can be combined with:



Type 8802-YG-1
(8900 + 8692)
ELEMENT Control valve



Type 8782
Positioner
SideControl



Type 8644-P AirLINE
Valve island with
electronic V/O



Type 8041
Flow sensor (only with
SE32 module)



Type 8030
Flow sensor (only with
SE32 module)

This intelligent transmitter/threshold detector with display is designed for use in clear, neutral or aggressive liquids and specially to switch a valve and to establish a monitoring system or an On/Off control loop. The switching points can be configured with the 3 keys below the display.

The compact 8032 is available with On/Off output or with process value output. The remote 8032 has a transistor output.

The connection to the process in the piping is done with standard INLINE fittings.

General data	
Compatibility	With fittings: S030 (see corresponding datasheet)
Materials	Housing, cover: PC, glass fibre reinforced Front panel foil / Screws: Polyester / Stainless steel Cable plug / connector M12: PA / RA or CuZn, nickel-plated Wanted parts materials: Fitting, sensor armature / Seal: Brass, stainless steel, PVC, PP or PVDF / POM (stom open) Paddle-wheel / Axis, bearings: PVDF / Ceramics Wall-mounted holder: PVC
Display	8-digit LCD with backlighting
Electrical connections	Cable plug acc. to EN 175301-803, free positionable male M12 connector, 5 pins or male M12 connector, 8 pins Panel-mounted version: Terminal strips
Voltage supply cable	0.5 mm ² max. cross section; max. 100 m length, shielded
Remote sensor connection	0.5 mm ² max. cross section; max. 50 m length, shielded
Complete device data (fitting S030 + electronic module SE32)	
Pipe diameter	DN08 to DN65
Measuring range	0.3 to 10 m/s
Medium temperature	0 to 80°C (0 to 176°F) (with PVC fitting) / 0 to 80°C (0 to 176°F) (with PP fitting) / -15 to 100°C (5 to 212°F) (with stainless steel, brass or PVDF fitting)
Fluid pressure max.	PN10 (7.45 MPa) (with plastic fitting) - PN16 (2.2 MPa) (with metal fitting)
Viscosity / Pollution	300 cSt max. / 1% max. (particle size 0.5 mm max.)
Accuracy^{*)}	Teach-In: ±1% of F.S.* Standard K-factor: ±(1% of F.S.* + 3% of Reading)
Operating mode	Threshold; window or hysteresis
Linearity^{*)}	±0.3% of F.S.*
Repeatability^{*)}	≤ 0.4% of Reading

^{*)} F.S. = Full scale (10 m/s)

^{*)} Under reference conditions in measuring fluid = water, ambient and water temperature = 30°C (86°F), applying the minimum inlet and outlet pipe straight, reached inside pipe dimensions.

www.burkert.com

p. 1/8

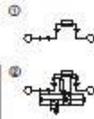
D770 1600011004 EN Variable O-Bus: IN (reference) | Multiplexer | valve | product: 16.04.2019

Anexo 7. Hoja de las características de los bloques de terminales.

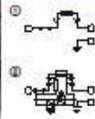
Terminal blocks - CLIPLINE complete 4 mm² UT... screw connection terminal blocks

Fuse terminal blocks and lever-type disconnect terminal blocks of the same shape

Notes:
 1) For additional accessories and technical data, see page 40.
 2) If the fuse is faulty, the downstream circuit is not off load.
 3) For max. power dissipation, see page 618.
 4) The current is determined by the fuse used, the voltage by the light indicator.
 For lever marking, please use marking material with a 5.2 mm pitch.



10 A, lever-type fuse terminal block for 5 x 20 mm cartridge fuses



6.3 A, lever-type fuse terminal block for 5 x 20 mm cartridge fuses, with PE foot

Dimensions	[mm]
Max. electrical data	
Max. bridge current	[A]
Rated voltage	[V]
Nominal current / cross section	[A] / [mm ²]

Technical data ¹⁾				
Width	Length	Height		
6.2	57.8	73 (NS 35/7.5)		
I_{max} [A]	U_{max} [V]	max. Ø [mm ²]	AWG (UL)	
10 ³⁾	500 ⁴⁾	0.14 - 6	26-10	
32 (FBS) / 24 (FBSR)				
IEC	UL / CUL	CSA	Ex	
500 ⁴⁾	600	600	-	
6.3 / 1	6.3 / -	6.3 / -	-	

Technical data ¹⁾				
Width	Length	Height		
6.2	70.8	73 (NS 35/7.5)		
I_{max} [A]	U_{max} [V]	max. Ø [mm ²]	AWG (UL)	
6.3 ³⁾	500 ⁴⁾	0.14 - 6	26-10	
32 (FBS) / 24 (FBSR)				
IEC	UL / CUL	CSA	Ex	
500 ⁴⁾	600	600	-	
6.3 / 1	10	10 / -	-	

Ordering data	
Description	Color
Terminal block with LED display for 12 - 30 V AC/DC ²⁾	black
for 12 ... 80 V AC/DC ²⁾	black
for 30 - 80 V AC/DC ²⁾	black
for 110 - 250 V AC/DC ²⁾	black

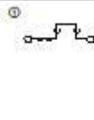
Ordering data			
Type	Order No.	Pos. / Pkt.	
UT 4-HESI (5X20)	3046032	50	1
UT 4-HESILED 24 (5X20)	3046090	50	2
UT 4-HESILED 24 (5X20) 120KOHM	3046095	50	2
UT 4-HESILED 60 (5X20)	3046126	50	2
UT 4-HESILA 250 (5X20)	3046190	50	2

Ordering data			
Type	Order No.	Pos. / Pkt.	
UT 4-PE/HESI (5X20)	3073996	50	1
UT 4-PE/HESI LED 24 (5X20)	3070063	50	2
UT 4-PE/HESILED 60 (5X20)	3070066	50	2
UT 4-PE/HESI LA 250 (5X20)	3070079	50	2

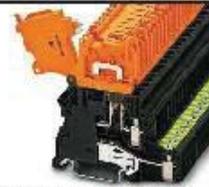
Fuse terminal blocks and lever-type disconnect terminal blocks of the same shape

The lever-type disconnect terminal blocks are the same shape as the respective lever-type fuse terminal blocks

Notes:
 1) For additional accessories and technical data, see page 40.
 For lever marking, please use marking material with a 5.2 mm pitch.



20 A, lever-type disconnect terminal block, same shape



20 A, lever-type disconnect terminal block, same shape, with PE foot

Technical data ¹⁾	
Dimensions	[mm]
Max. electrical data	
Max. bridge current	[A]
Rated voltage	[V]
Nominal current / cross section	[A] / [mm ²]

Technical data ¹⁾				
Width	Length	Height		
6.2	57.8	73 (NS 35/7.5)		
I_{max} [A]	U_{max} [V]	max. Ø [mm ²]	AWG (UL)	
20	500	0.14 - 6	26-10	
32 (FBS) / 24 (FBSR)				
IEC	UL / CUL	CSA	Ex	
500	600	600	-	
20 / 2.5	16 / -	16 / -	-	

Technical data ¹⁾				
Width	Length	Height		
6.2	70.8	73 (NS 35/7.5)		
I_{max} [A]	U_{max} [V]	max. Ø [mm ²]	AWG (UL)	
20	500	0.14 - 6	26-10	
32 (FBS) / 24 (FBSR)				
IEC	UL / CUL	CSA	Ex	
500	600	600	-	
20 / 2.5	16	16 / -	-	

Ordering data	
Description	Color
Terminal block	black/orange
With test socket screws	black/orange

Ordering data			
Type	Order No.	Pos. / Pkt.	
UT 4-HEDI	3046249	50	1
UT 4-HEDI-PP	3046252	50	1

Ordering data			
Type	Order No.	Pos. / Pkt.	
UT 4-PE/HEDI	3074004	50	1

Anexo 8. Cálculo de números de metros necesarios para el cableado de la automatización.

Tanque	Distancia (mm)	#AWG1	#AWG2	Total #18 (mm)	Total#14 (mm)
marmita	33890	18	14	33890	67780
sabores	18330	18	14	18330	36660
jarabe final1	56520	18	14	56520	113040
jarabe final2	43080	18	14	43080	86160
Total				151820	303640
Total (m)				152	304

Distancia total tanques jarabe final 1			
# tanque	Distancia 1	Distancia 2	total
tanque 1	8060	8920	16980
tanque 2	8060	7020	15080
tanque 3	8060	5120	13180
tanque 4	8060	3220	11280
Total (mm)			56520

Distancia total tanques jarabe final 2			
# tanque	Distancia 1	Distancia 2	total
tanque 5	4700	8920	13620
tanque 6	4700	7020	11720
tanque 7	4700	5120	9820
tanque 8	4700	3220	7920
Total (mm)			43080

Anexo 12. Proforma de válvulas solenoides.

QUITO 1/6/2016

MAQUINAS Y MOTORES S.A.

PROFORMA #: RM16-010

JORGE PIEDRA 111 Y AV DE LA PRENSA
TELF. 2451212 FAX 2449440
QUITO

EDGAR GUANOCHANGA

RUC 0690012685001

VENDEDOR

CONDICIONES

RODOLFO MIRANDA

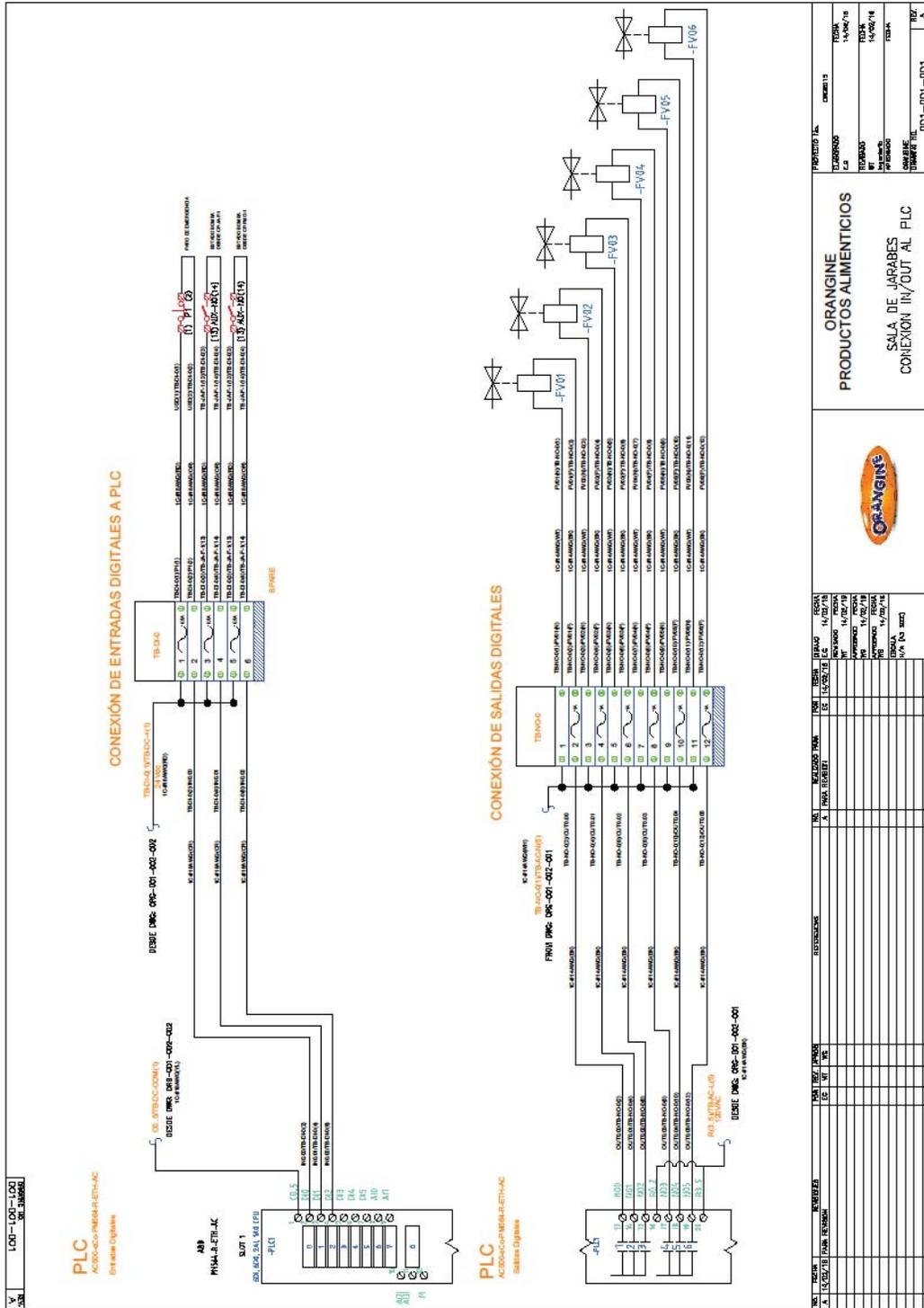
C.O.D.

CANT	ITEM #	DESCRIPCION	V UNIT	DESC%	VALOR TOTAL
12	P SUS-50NC-110VAC	VAL SOLE 2-2NC 2NPT 110VAC	\$790.96		\$9,491.52
8	P SUS-40NC-220VAC	VAL SOLE 2-2NC 1-1/2 220VAC	\$490.97		\$3,927.76

SUBTOTAL	\$13,419.28
FLETE	\$0.00
IVA 12%	\$1,610.31
TOTAL	\$15,029.59

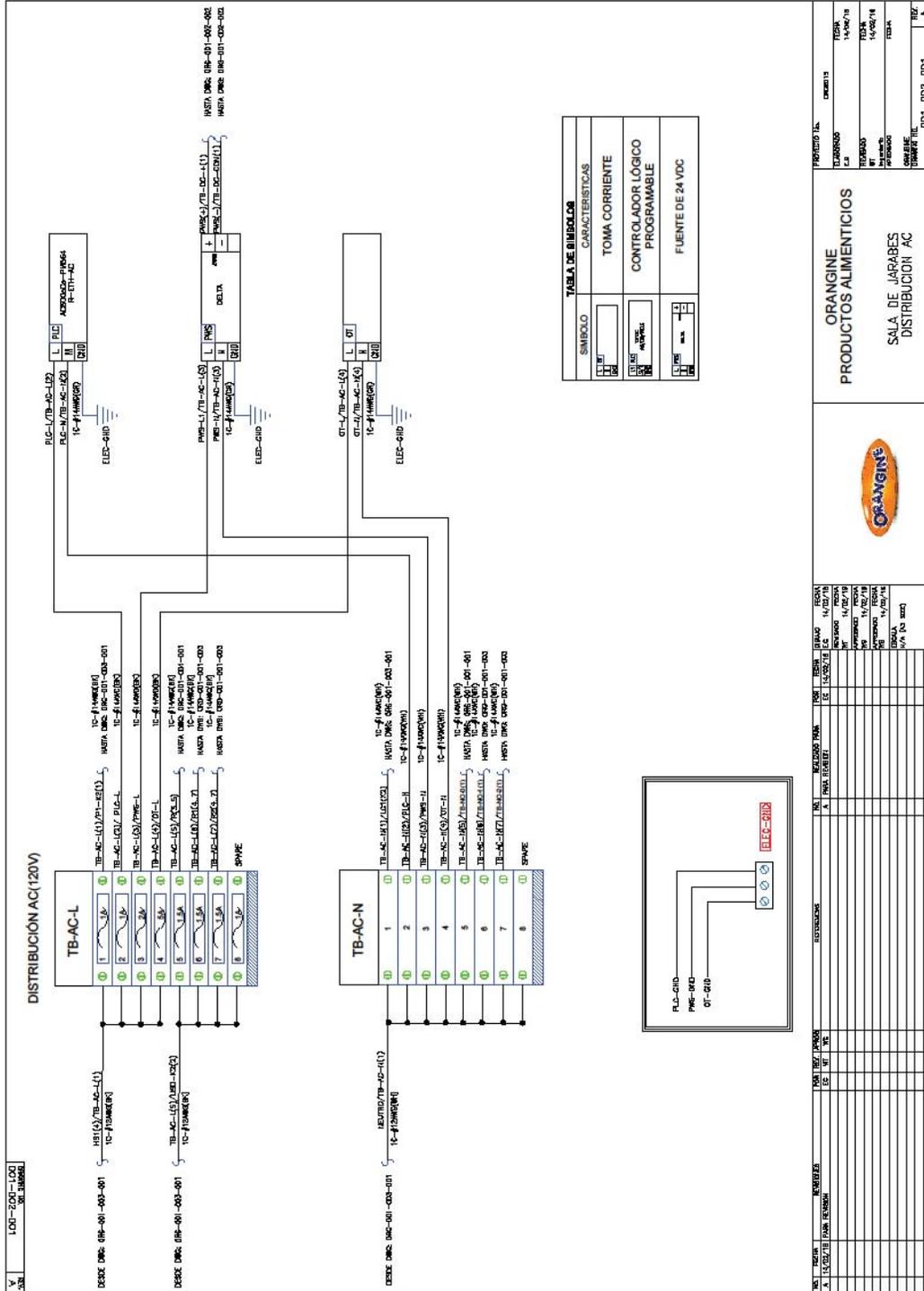
PROFORMA SIN DERECHO A
CREDITO TRIBUTARIO

Anexo 15. Diagrama de conexiones de entradas y salidas digitales del PLC ABB AC500.



NO.	DESCRIPCIÓN	UNID.	QUANT.	REVISION	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	COMENTARIOS
1	PLC AC500-CP-MEM-R-ETH-AC	PC	1	1.0	14/02/18				TODAS
2	TS-12-0-01	PC	1	1.0	14/02/18				TODAS
3	TS-12-0	PC	1	1.0	14/02/18				TODAS
4	FV01-FV06	PC	6	1.0	14/02/18				TODAS

Anexo 18. Diagrama de conexión de la distribución AC.



Anexo 22. Tabla de las secciones de cables.



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los conductores fabricados por ELECTROCABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 90 °C
Chaqueta de Nylon

Calibre AWG ó MCM	Sección mm ²	FORMACION No. de Hilos por diámetro en mm.	ESPEJOR		DIAM. EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	Capacidad de corriente		TIPO CABLE	Altern. de embal.
			AISLAM. mm	CHAQUETA mm			Para 1 cond. al aire libre Amp.	Para 3 cond. en conduit Amp.		
20	0.519	1 x 0.813	0.38	0.10	1.77	7.07	15	10	TFN	A,B
18	0.823	1 x 1,02	0.38	0.10	1.98	10.94	15	10	TFN	A,B
16	1.31	1 x 1,29	0.38	0.10	2.25	16.48	20	15	TFN	A,B
14	2.08	1 x 1,63	0.38	0.10	2.59	23.17	35	25	THHN	A,B
12	3.31	1 x 2,05	0.38	0.10	3.01	34.16	40	30	THHN	A,C
10	5.26	1 x 2,59	0.51	0.10	3.81	55.04	55	40	THHN	A,D
8	8.34	1 x 3,26	0.76	0.13	5.04	91.22	80	55	THHN	A,B
16	1.31	19 x 0,30	0.38	0.10	2.46	17.95	20	15	TFN	A,B
14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	2.86	23.80	35	25	THHN	A,B
12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10	3.31	35.70	40	30	THHN	A,C
10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	4.22	56.20	55	40	THHN	A,D
8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	5.47	93.70	80	55	THHN	A,B,E
6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	6.43	141.30	105	75	THHN	A,E
4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	8.22	227.60	140	95	THHN	A,E
2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	9.75	348.10	190	130	THHN	A,E
1	42.36	7 x 2,78	1.27	0.18	11.24	446.20	220	150	THHN	A,D,E
1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	12.35	553.30	260	170	THHN	D,E,Z
2/0	67.43	19 x 2,12	1.27	0.18	13.50	688.70	300	195	THHN	D,E,Z
3/0	85.01	19 x 2,39	1.27	0.18	14.85	856.80	350	225	THHN	D,E,Z
4/0	107.20	19 x 2,68	1.27	0.18	16.30	1069.50	405	260	THHN	D,E,Z
250	127.00	37 x 2,09	1.52	0.20	18.07	1263.00	455	290	THHN	Z
300	152.00	37 x 2,29	1.52	0.20	19.47	1502.00	505	320	THHN	Z
350	177.00	37 x 2,47	1.52	0.20	20.73	1743.00	570	350	THHN	Z
400	203.00	37 x 2,64	1.52	0.20	21.92	1981.00	615	380	THHN	Z
500	253.00	37 x 2,95	1.52	0.20	24.09	2457.00	700	430	THHN	Z
600	304.00	37 x 3,23	1.78	0.23	26.63	2960.00	780	475	THHN	Z
650	329.00	37 x 3,37	1.78	0.23	27.61	3221.00	820	500	THHN	Z
700	355.00	37 x 3,49	1.78	0.23	28.45	3453.00	855	520	THHN	Z

Conductor elaborado bajo normas:

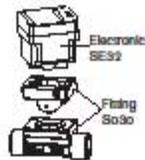
NEMA WC -5, ICEA S -61-402, ASTM B3, B8, UL STANDARD 83, INEN

Anexo 23. Instalación del transmisor de flujo Burkert DS8032.

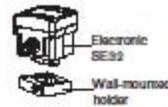
8032



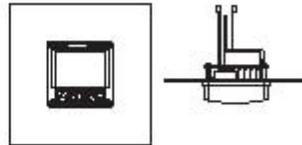
Design and principle of operation



The compact 8032 is built up with an electronic module SE32 associated to a fitting S030 with integrated measurement paddle-wheel. The electrical connection is provided via cable plug according to EN 175301-803 and/or a M12 multipin connector.



The wall-mounted variant is built up with an electronic module SE32 associated to a wall-mounted holder. The electrical connection is provided via two M12 multipin connector.



The panel-mounted variant is made up of an electronic module SE32 and a protection plate. The electrical connection is provided via a terminal strip located on the protection plate.

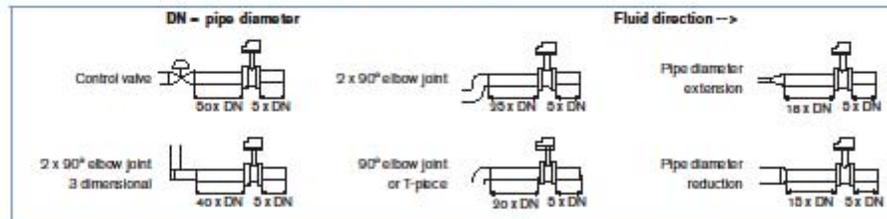
When liquid flow through the pipe, the 4 magnets, inserted in the paddle-wheel set in rotation, produce a frequency signal in the transducer. The frequency is proportional to the flow velocity of the fluid. A conversion coefficient (K factor, available in the instruction manual of the fitting S030), specific to each pipe (size and material) enables the conversion of this frequency into a flow rate.

Installation

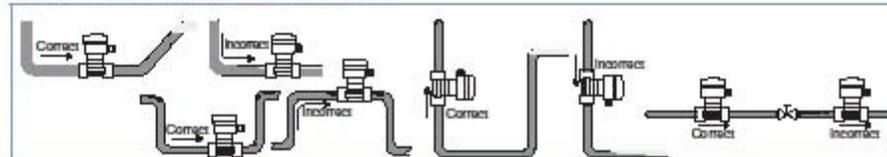


The SE32 electronics can easily be installed into any Bürkert INLINE fitting system Type S030 by means of a Quarter-Turn. Minimum straight upstream and downstream distances must be observed. According to the pipe's design, necessary distances can be bigger or use a flow conditioner to obtain the best accuracy. For more information, please refer to EN ISO 5167-1.

EN ISO 5167-1 specifies the straight inlet and outlet distances that must be complied with when installing fittings in pipelines in order to achieve calm flow conditions. The most important layouts that could lead to turbulence in the flow are shown below, together with the associated minimum inlet and outlet distances. These ensure calm, problem-free measurement conditions at the measurement point.



The device can be installed into either horizontal or vertical pipes.



Pressure and temperature ratings must be respected according to the selected fitting material. The suitable pipe size is selected using the diagram Flow/Velocity/DN.

The device is not designed for gas flow measurement.

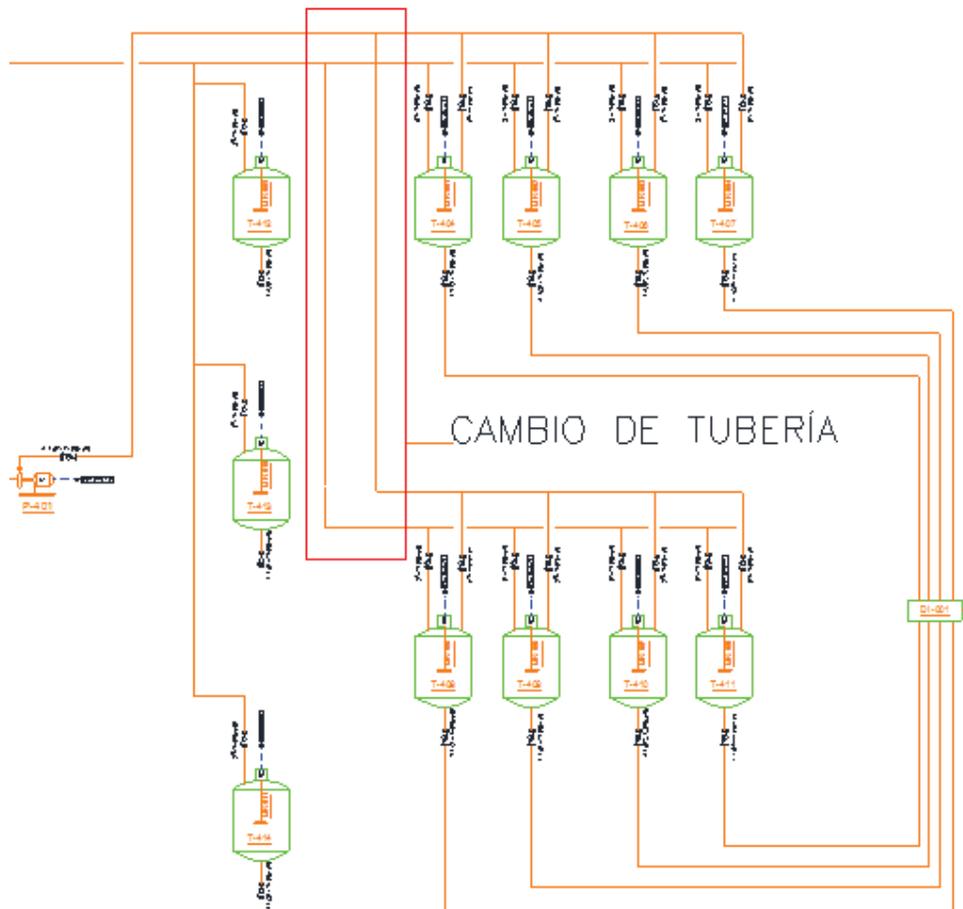
Anexo 24. Características del controlador lógico programable ABB.

- Marca ABB con la CPU AC500-eCo y tipo PM564-R-ETH-AC.
- Posibilidad de expansión con hasta 10 módulos.
- Tiempos de ciclo mínimo para 1 instrucción: bit: 0.08µs, palabra: 0.1µs y coma flotante: 1.2µs
- Posibilidad de configuración de las entradas/salidas integradas en la CPU: entradas de interrupción, contaje rápido y salidas PWM.
- Tarjeta SD opcional y estándar para la descarga del programa de usuario, actualización del firmware y data logger.
- Posibilidad de tener hasta dos puertos serie (1 puerto integrado y otro opcional) para programación y comunicación Modbus RS485.

Interfaces/Protocolos

- La interfaz de Ethernet puede ser usada para programación y comunicación (protocolos SNTP, DHCP, UDP, Modbus TCP, HTTP y FTP).
- La interfaz serie COM1 (RS485) puede ser usada para programación, comunicación o como E/S remotas (protocolos MODBUS RTU, maestro CS31 para E/S remotas o ASCII).
- La interfaz serie COM2 (RS485) opcional puede ser usada para programación o comunicación (protocolos MODBUS RTU o ASCII). (ABB, 2016)

Anexo 25. Recomendación movimiento de tubería.



Anexo 26. Recomendación movimiento de tubería.

