



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN/PRÁCTICA PROFESIONAL**

**DISEÑO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE QUÍMICOS EN  
ÁREA DE EXPRIMIDO, GILDAN HONTEX**

**PRESENTADO POR:**

**Carlos Alfredo Suazo Ulloa**

**ASESOR: ING. DARWIN REYES**

**CAMPUS UNITEC S.P.S.**

**ABRIL DE 2018**

## **Autorización**

AUTORIZACION DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCION PARCIAL O TOATL, Y PUBLICACION ELECTRONICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Carlos Alfredo Suazo Ulloa, de San Pedro Sula, autor del trabajo de grado titulado: **"DISEÑO DE SISTEMA DE DISTRIBUCION DE QUIMICOS EN AREA DE EXPRIMIDO, GILDAN HONTEX"**, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero en Mecatrónica, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los dieciocho días del mes de mayo de dos mil dieciocho.

---

Carlos Alfredo Suazo Ulloa

21221028



### **Hoja de Firmas**

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

---

Ing. Darwin Reyes

Asesor

---

Coordinador de Terna

---

Miembro de Terna

---

Miembro de Terna

## INDICE

<b>I INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	10
<b>2.1 ANTECEDENTES</b> .....	10
<b>2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	10
<b>2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	10
<b>2.4 OBJETIVO GENERAL</b> .....	11
<b>2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	11
<b>2.6 JUSTIFICACIÓN</b> .....	11
<b>III Marco Teórico</b> .....	12
<b>3.1 GILDAN HONTEX</b> .....	12
<b>3.1.2 Elaboración de la Tela</b> .....	12
<b>3.1.2.1 Exprimido</b> .....	12
<b>3.1.2.2 Exprimidora Santex</b> .....	13
<b>3.2 Proceso de diseño</b> .....	15
<b>3.3 Sistemas de Medición</b> .....	15
<b>3.4 Componentes del sistema de medición</b> .....	16
<b>3.4.1 Medidor de Flujo</b> .....	17
<b>3.4.1.2 Medidor de flujo electromagnético</b> .....	17
<b>3.4.2 Medidor de nivel tipo burbujeo</b> .....	19
<b>3.4.3 Control Lógico Programable (PLC)</b> .....	20
<b>3.4.4 Válvula de Tres Vías</b> .....	23
<b>3.4.5 Válvula neumática de asiento inclinado</b> .....	24
<b>3.4.6 Periferia Descentralizada</b> .....	25
<b>3.4.6.1 Profibus</b> .....	26
<b>3.4.7 Bomba Hidraulica</b> .....	27
<b>3.4.8 Principio de Funcionamiento</b> .....	28
<b>3.4.9 Materiales Necesarios</b> .....	30
<b>3.5 Kaizen</b> .....	31
<b>3.6 Global Quality System GQS</b> .....	32
<b>3.6.1 Principios GQS</b> .....	32

3.6.1.1 Compromiso por la calidad.....	33
3.6.1.2 Mejora Continua .....	33
3.6.1.3 Estandarización Global .....	33
<b>IV Metodología .....</b>	<b>35</b>
4.1 Variables Dependientes .....	35
4.2 Variables Independientes .....	35
4.3 Método .....	36
4.4 Cronograma de Actividades.....	36
<b>V Análisis de Resultados.....</b>	<b>38</b>
5.1 Tiempo Según Actividad.....	39
5.2 Lotes Procesados por Maquina.....	41
5.3 Datos Gildan Choltex.....	42
5.4 Gráficos Comparativos.....	43
5.5 Comparativo de Tiempos.....	46
5.6 Resultados .....	47
<b>VI Conclusiones.....</b>	<b>48</b>
<b>VII Recomendaciones.....</b>	<b>49</b>
7.1 Para la Empresa .....	49
7.2 Para la Universidad .....	49
<b>VIII Bibliografía.....</b>	<b>50</b>
<b>IX Anexos .....</b>	<b>52</b>

## INDICE DE FIGURAS

Logotipo GILDAN .....	12
Exprimidora SANTEX .....	13
Cuba para químicos.....	14
Vista frontal exprimidora .....	14
Medidor de flujo ,magnetico .....	18
Medidor de nivel por burbujeo .....	20
PLC S7-300.....	21
Esquema interno PLC .....	22
Valvula tres vias .....	23
Diagrama valvula tres vias .....	24
Valvula de asiento inclinado .....	25
ET 200S.....	26
Estructura Profibus .....	27
Esquema de envío de químicos.....	28
Lista de materiales.....	30
Logotipo GQS .....	32
Principios GQS .....	34
Cronograma de actividades.....	36
Tiempo que tarda el operador 1 .....	38
Tiempo que tarda el operador 2 .....	38
Tiempo en cada paso 1.....	39
Tiempo en cada paso 2.....	39
Tiempo en cada paso 3.....	40
Tiempo en cada paso 4.....	40
Tiempo en cada paso 5.....	40
Tiempo en cada paso 6.....	40
Pedido de químicos por maquina .....	41
Tiempo que tarda la maquina 1 .....	42
Tiempo que tarda la maquina 2 .....	42

Comparativo de tiempos 1 .....	43
Comparativo de tiempos 2 .....	44
Comparativo de tiempos 3 .....	44
Comparativo de tiempos 4 .....	45
Comparativo de tiempos 5 .....	45
Comparativo de tiempos 6 .....	46
Diferencia de tiempos .....	46

## I INTRODUCCIÓN

Según Bolton (2013): "El proceso de diseño para cualquier sistema puede considerarse como el proceso que involucra las siguientes etapas: la necesidad, análisis del problema, preparación de una especificación, generación de soluciones posibles, selecciones de una solución apropiada, producción de un diseño detallado y producción de dibujos de trabajo". (p. 05).

El área de mejora para poder aumentar la eficiencia en Gildan Hontex es el área de exprimido, con el presente análisis se pretende poder dar una base para poder realizar la mejora en el sistema actual de distribución de químicos.

El proyecto consiste en diseñar un sistema automatizado para la distribución de los químicos para lograrlo se analizará el actual método utilizado por la empresa, para ello se tomarán datos y se observara el proceso para lograr formular una hipótesis y así determinar el diseño que más beneficie a la empresa.

El tiempo es un factor clave en la industria ya que todo se traduce a dinero mientras más tiempo pierde la empresa en un proceso menor será la producción y mayor será el gasto que este genere.

Actualmente Gildan Hontex en su sistema de integración vertical ha dividido el proceso de la elaboración de la tela en varios pasos, uno de estos pasos es el exprimido de la tela.

El proceso de exprimido es la segunda etapa por la cual pasa la tela, luego de ser teñida la tela debe ser exprimida para poder remover residuos de químicos que podrían estar en esta, la tela es llevada en trocos a la exprimidora esta pasa por una serie de rodos donde se exprime el exceso de líquido y a su vez pasa por tinas de impregnación donde los químicos son agregados a esta.

"Poner a prueba la hipótesis significa crear o encontrar condiciones o experiencias empíricas en que podría eventualmente ser refutada." (Ynoub, 2007, p.53)

## **II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

GILDAN HONTEX actualmente cuenta con un sistema de integración vertical en su planta, desde la entrega de la materia prima hasta la salida del producto al cliente final la tela pasa por varios procesos, el área de exprimido cuenta con 13 máquinas exprimidoras llamadas PAD's estas fueron vendidas a la empresa por el grupo SANTEX.

Estas máquinas se encargan de pasar la tela por un baño de agua para eliminar parte de los químicos que aún hay en esta debido al proceso de teñido y luego esta pasa por un baño de suavizantes para al final pasar por una serie de rodillos donde se extrae el exceso de líquido.

### **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Para poder dar el baño de suavizante la maquina cuenta con una cuba donde se agrega el suavizante y otros químicos que la empresa utiliza en la tela, actualmente la planta cuenta con 13 máquinas y una de ellas cuenta con dos cubas ya que trabaja dos cuerdas de tela a la vez.

Los químicos deben ser suministrados a cada una de las cubas manualmente, existe una estación donde están los tanques que contienen los químicos, el operario debe de pesar en una cubeta la cantidad de químico que necesita, es decir la medición no se hace por volumen sino por peso lo cual puede ser impreciso.

Solo existe una estación de llenado por lo cual no se pueden llenar todas las cubas a la vez y el encargado de hacerlo no es el operador de la maquina es un operario dedicado solo a la entrega de los químicos.

### **2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué acciones deben realizarse para poder reducir el tiempo perdido en la recarga de químicos?

¿De qué forma se puede mejorar la precisión con la cual se mide el líquido actualmente?

¿Cómo deberían implementarse las mejoras propuestas con la ayuda de este informe?

## **2.4 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una red de distribución automática para la entrega de los químicos suavizantes a cada una de las cubas, las cubas se encuentran en la parte frontal de la maquina a la salida de la tela.

Un proyecto tiene un objetivo claro que establece lo que se logrará. Es el producto final tangible que el equipo del proyecto debe producir y entregar. El objetivo del proyecto se define en términos de producto final o entregable, programa y presupuesto. Requiere que se complete el alcance del trabajo del proyecto y se produzcan todos los entregables por un tiempo determinado y dentro del presupuesto. (Gido & P. Clements, 2009, p. 04)

## **2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estimar el tiempo que tomaría la carga de químicos utilizando el sistema automático.
- Indicar los materiales necesarios para poder elaborar un sistema automático de distribución de químicos.
- Explicar el funcionamiento del sistema que se propondrá para la distribución de químicos.

## **2.6 JUSTIFICACIÓN**

El motivo por el cual se desarrollará este proyecto es para poder aumentar la producción en el área de exprimido y a la vez aumentar la seguridad en la planta ya que los químicos llegaran directamente y nadie tendrá que estar en contacto con ellos, de igual forma se evitan accidentes de derramamiento de líquido en el piso de la planta evitando así accidentes.



### III Marco Teórico

#### 3.1 GILDAN HONTEX



Figura 1. Logotipo GILDAN. Fuente: Gildan Activewear.

Ubicada en Rio Nance, Cortes Hontex es la primera planta textilera que la compañía Gildan decide abrir en Honduras inicia operaciones en 2002 y luego debe de cerrar operaciones por un periodo aproximado de dos años para poder realizar cambios de mejora en la planta y de esta forma cambiar el equipo que tenían por maquinas nuevas.

Aunque no es la planta más grande del parque es la planta que realiza el mayor número de estilos para la compañía.

##### 3.1.2 Elaboración de la Tela

Actualmente en su sistema de integración vertical y siguiendo los estándares globales de la compañía el proceso de elaboración de la tela se divide de la siguiente manera:

- Tejido
- Plegado
- Teñido
- Exprimido
- Secado
- Compactado

Luego de esto la tela pasa a corte, donde una vez cortados los lotes son enviados a otras plantas para la elaboración de prendas.

##### 3.1.2.1 Exprimido

El área de exprimido es donde se implementará el proyecto, luego de ser teñida la tela es llevada a esta área con el uso de trocos, la tela pasa por un destorcionador para poder reducir la torsión luego esta pasa por un baño de agua en una tina de impregnación, después se remueve el exceso de agua con la ayuda de rodos

exprimidores, después pasa por el baño de químicos en la segunda tina de impregnación después de esto se vuelve a exprimir la tela dejando un porcentaje de químicos en ella para luego ser plegada en un troco y ser enviada al área de secado.

### 3.1.2.2 Exprimidora Santex

Las exprimidoras utilizadas por la compañía son de la marca Santex el modelo es Santastretch Plus, dichas maquinas fueron adquiridas en el 2004 y aún continúan siendo utilizadas por la empresa.

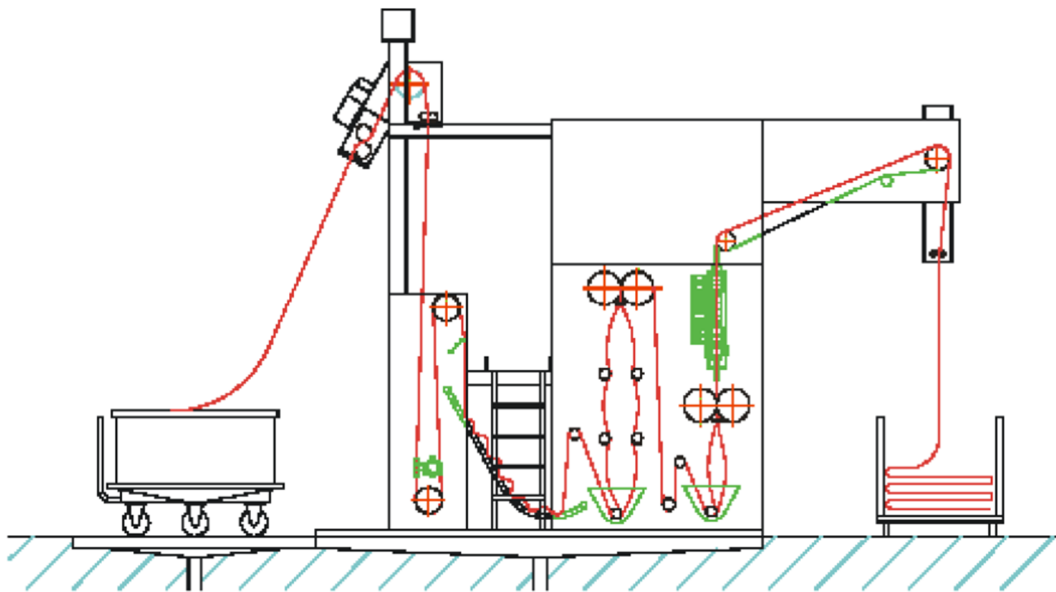


Figura 2. Vista Lateral Exprimidora. Fuente: Gildan.

En la vista lateral se puede observar el proceso por el cual pasa la tela en la maquina exprimidora, el troco se ubica en una plataforma giratoria para ayudar a deshacer los nudos que pudieron haberse formado en la tela luego de ser teñida, después pasa por el "destorsionador" el cual se encuentra a una altura de 3 metros.

Después pasa por las tinas de impregnación, y al final luego de pasar por los rodos exprimidores de salida esta pasa por los albatros de salida donde después es plegada en un nuevo troco.

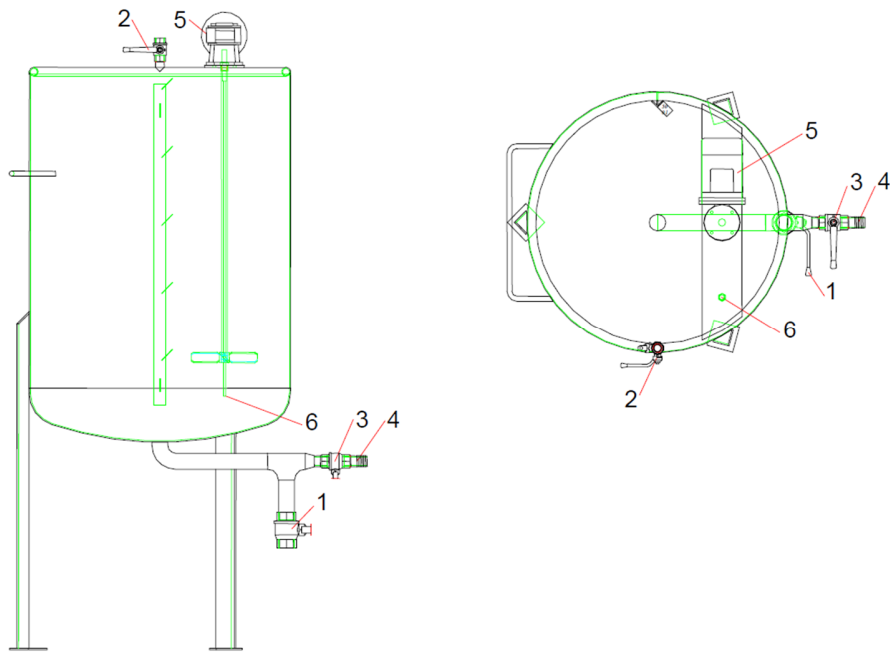


Figura 3. Cuba para químicos. Fuente: Gildan.

Las cubas se encuentran ubicadas en la salida de la tela, donde se encuentra el plegador estas tienen una capacidad de 500 litros.



Figura 4. Ubicación de las cubas. Fuente: Propia.

### **3.2 Proceso de diseño**

Bolton Afirma (2013): "En el diseño de sistemas mecatrónicos, uno de los pasos incluidos es crear un modelo del sistema, de forma que estas predicciones se hagan en relación con su comportamiento cuando ocurran las entradas." (p. 06).

El proceso de diseño surge debido a la necesidad que presenta la empresa para poder mejorar su sistema de producción, como parte de su política de mejora continua Gildan Hontex está comprometida a mejorar sus procesos en la producción de productos para garantizar la satisfacción de sus clientes.

Ogata (2010) Afirma:

Los sistemas de control se diseñan para realizar tareas específicas. Los requisitos impuestos sobre el sistema de control se dan como especificaciones de comportamiento. Las especificaciones pueden venir dadas como requisitos en la respuesta transitoria y requisitos en el estado estacionario. Las especificaciones de un sistema de control se deben dar antes de que comience el proceso de diseño. (p. 09).

Según Norton (2009):

El diseño es un constituyente universal de la práctica de ingeniería. No obstante, la complejidad de la materia por lo general requiere que el estudiante disponga de un conjunto de problemas estructurados, paso a paso ideados para esclarecer un concepto o conceptos particulares relacionados con el tema particular. (p. 07).

### **3.3 Sistemas de Medición**

La medición es clave en el proyecto, ya que cada estilo de tela requiere una receta de suavizante y otros químicos agregados por lo cual se requiere que cada ingrediente sea medido de manera precisa para poder seguir la receta ya especificada.

Según Morris (2002):

Las aplicaciones actuales de los instrumentos de medición pueden clasificarse en tres áreas principales. La primera es su utilización en el comercio reglamentado, aplicando cantidades físicas como la longitud, el volumen y la masa en términos de unidades patrón. La segunda área de aplicación de instrumentos de medición corresponde a las funciones de

monitoreo el uso de los sistemas de medición como parte de los sistemas de control automático constituye la tercera área de aplicación. (p. 05).

Los sistemas de medición tienen la función medir magnitudes físicas, evaluar los datos registrados, guardarlos, visualizarlos, reaccionar ante los diferentes acontecimientos y, en definitiva, controlar o regular el proceso de medición completo

### **3.4 Componentes del sistema de medición**

Los sistemas de medición tienen la función medir magnitudes físicas, evaluar los datos registrados, guardarlos, visualizarlos, reaccionar ante los diferentes acontecimientos y, en definitiva, controlar o regular el proceso de medición completo. (Corona, 2014, p.251).

Ogata (2010) Afirma: "Un sistema es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado." (p.03).

Un sistema de medición puede contener diversos elementos dependiendo de la complejidad del sistema, por lo general suelen estar compuestos por un transductor primario, un elemento para procesar las señales, un conversor A/D o D/A y un dispositivo para mostrar la cantidad medida por lo general una pantalla.

"Debido a que la exactitud del llenado depende de tantos factores, como la tecnología utilizada y las características del producto, un método para mejorar el rendimiento es aumentar la automatización." (Schug, 2017, p.31).

A continuación, se detallan los componentes que deben ser utilizados para la elaboración del sistema de distribución de químicos:

- Medidor de Flujo Electromagnético
- Medidor de nivel de tipo burbuja
- Controlador Lógico Programable (PLC)
- Válvulas Neumáticas
- Bomba Hidráulica
- Válvula de Tres Vías
- Periferia Descentralizada

### **3.4.1 Medidor de Flujo**

Según Mataix (1986): "Fluido es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene." (p.13).

"La primera regla en torno a la selección de instrumentos para una aplicación de medición particular es vincular el instrumento con los requerimientos." (Morris, 2002, p.28).

"La medición del flujo de líquidos o gases tiene un amplio campo en diversos procesos industriales, donde además juega un papel en extremo relevante, ya que la medición de flujos sirve como base para controlar el desarrollo del proceso." (Corona, 2014, p.257).

Según Morris (2002): "La tasa de flujo de volumen es una manera apropiada de cuantificar el flujo de todos los materiales que están en forma gaseosa, líquida o lechada semilíquida en la que las partículas sólidas están suspendidas en un líquido." (p. 195).

Los materiales en estas formas por lo general se transportan a través de tuberías y los instrumentos que suelen ser utilizados para medir la tasa de flujo de volumen son:

1. Medidores de presión diferencial.
2. Medidores de área variable.
3. Medidores de desplazamiento positivo.
4. Medidores de flujo de turbina.
5. Medidores de flujo electromagnético.
6. Medidores de flujo de difusión de vórtice.
7. Medidores de tipo compuerta.
8. Medidores de flujo ultrasónicos.

#### **3.4.1.2 Medidor de flujo electromagnético**

El principio de medición de caudal se basa en la ley de Faraday de la inducción electromagnética. Las bobinas están montadas diametralmente en el tubo a medir generando un campo electromagnético pulsado. El líquido que fluye a través de este campo electromagnético induce voltaje.

Los transmisores evalúan las señales de los sensores electromagnéticos asociados, luego las convierten en señales estándar apropiadas y realizan también la función

de una unidad de alimentación que proporcionan una corriente constante a las bobinas.

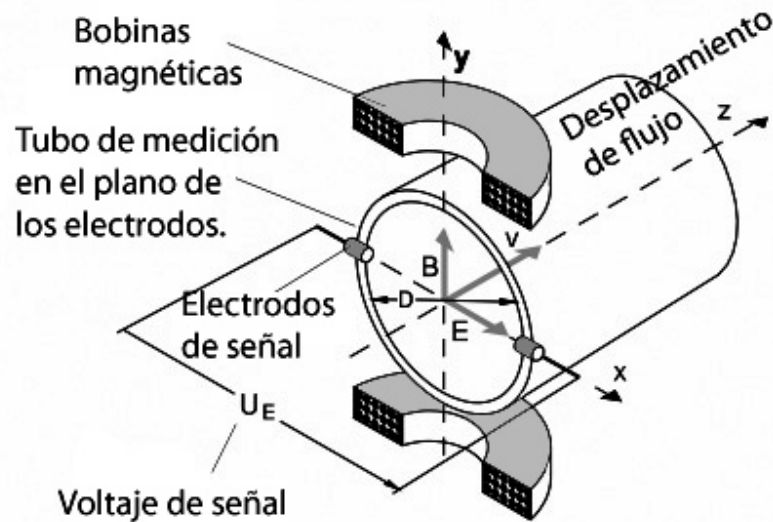


Figura 5. Principio de funcionamiento. Fuente: Sapiensman.

Los componentes principales incluyen un tubo con un material no conductor, dos bobinas electromagnéticas y dos electrodos, alejados uno del otro, montados a  $180^\circ$  en la pared del tubo. Los electrodos detectan el voltaje generado en el fluido. Puesto que el voltaje generado es directamente proporcional a la velocidad del fluido, una mayor velocidad de flujo genera un voltaje mayor. Su salida es completamente independiente de la temperatura, viscosidad, gravedad específica o turbulencia. Fuente: Ordoñez Arias, Medidores de Flujo.

Morris (2002) afirma: "Un instrumento analógico proporciona una salida que varía continuamente cuando cambia la cantidad que se está midiendo." (p. 11).

Según Ordoñez (2007): "El flujo completamente sin obstrucciones es una de las ventajas de este medidor. El fluido debe ser ligeramente conductor debido a que el medidor opera bajo el principio de que cuando un conductor en movimiento corta un campo magnético, se induce un voltaje." (p. 22).

### 3.4.2 Medidor de nivel tipo burbujeo

Estos medidores se utilizarán en cada una de las cubas instaladas en las PADs, de esta forma se podrá comprobar que los químicos del lote anterior ya fueron utilizados por completo y solo si esto es verdadero se podrá solicitar un nuevo lote de químicos, esto se realizará de esta forma para evitar el desperdicio de químicos.

Consiste en un tubo dentro del tanque y aire a presión, la cual se regula a un valor ligeramente superior a la presión hidrostática ejercida por la columna de líquido en el tanque al nivel máximo.

El sistema de burbujeo está formado por un suministro continuo de aire, un regulador, un indicador visual de flujo y un indicador de nivel.

Según López y Zurita (2016):

Cuando se va a realizar una medición de nivel, el aire de alimentación se ajusta de modo que la presión sea ligeramente superior que la presión ejercida por la columna de líquido. Esto se consigue regulando la presión del aire hasta que se observan burbujas saliendo del extremo de la tubería colocada dentro del recipiente (puede tomarse como referencia que salgan 3 burbujas por segundo en el nivel máximo). (parr. 3).

Un instrumento de presión conectado al tubo de burbujeo registra la presión de aire en la gráfica o la indica en una escala graduada apropiadamente según se requiera en unidades de nivel: cm, pies, in; o en volumen; litros, galones, entre otras.

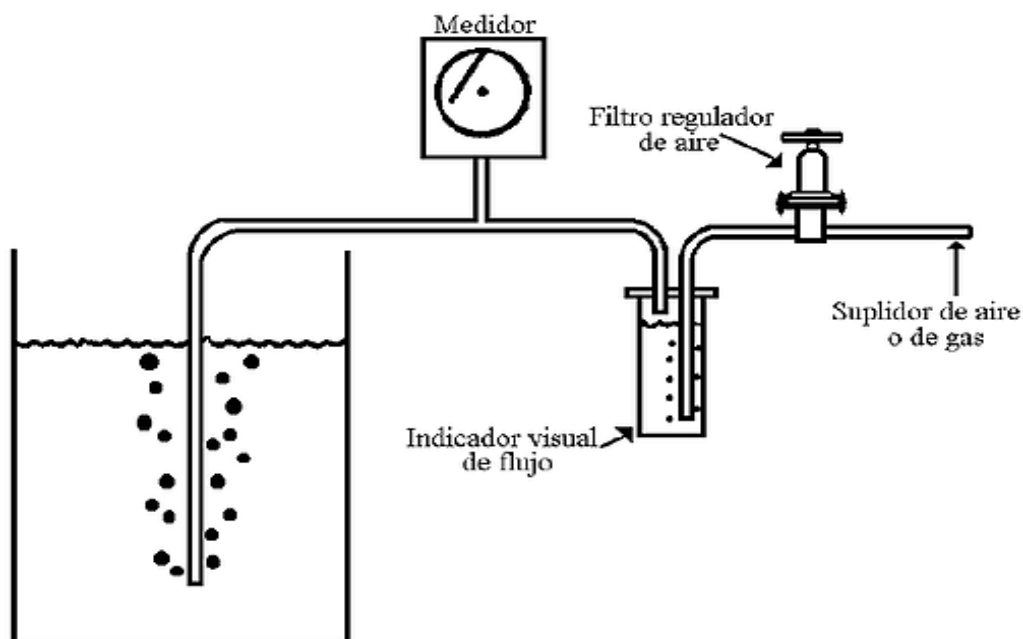




Figura 6. Principio de funcionamiento. Fuente: Instrumentación UC

Características:

- Es normalmente usado en tanques abiertos.
- Muy utilizado en líquidos de alta sedimentación y corrosividad.
- El peso específico ( $\gamma$ ) debe ser constante de lo contrario existiría error en la medición.
- Su rango estará comprendido entre el punto más bajo del tubo hasta el extremo superior.
- La presión en el tubo es equivalente a la presión en la columna hidrostática desde la altura de referencia tomada.
- Los instrumentos para medición de nivel del tipo burbuja se usan cuando se dispone de aire o gas, en alguno de los siguientes casos: cuando los líquidos son corrosivos, tienen sólidos en suspensión y/o se requieren lecturas remotas.

### **3.4.3 Control Lógico Programable (PLC).**

Un controlador lógico programable (PLC) es un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos y diseñado específicamente para programarse con facilidad. (Bolton, 2013, p.467).

Daneri (2008)

Un PLC permite controlar un proceso o realizar una secuencia de acciones de manera automática a partir de un programa definido por el usuario. Esto lo realiza ejecutando en forma cíclica una secuencia de instrucciones que, a partir de la información que llega a sus entradas desde los sensores, deciden cuando conmutar sus salidas, donde se encuentran conectados los actuadores. (p. 89).



Figura 7. PLC Siemens S7-300. Fuente: Siemens Automation.

Con la ayuda del PLC se podrá controlar todo el sistema, un PLC es un dispositivo de entradas y salidas las cuales pueden ser programadas a conveniencia del usuario dependiendo de la aplicación que este decida darles, en este caso se creara una base de datos con las recetas ya existentes en la planta para que el operador solo seleccione el estilo y el PLC se encargue de realizar la mezcla adecuada de químicos.

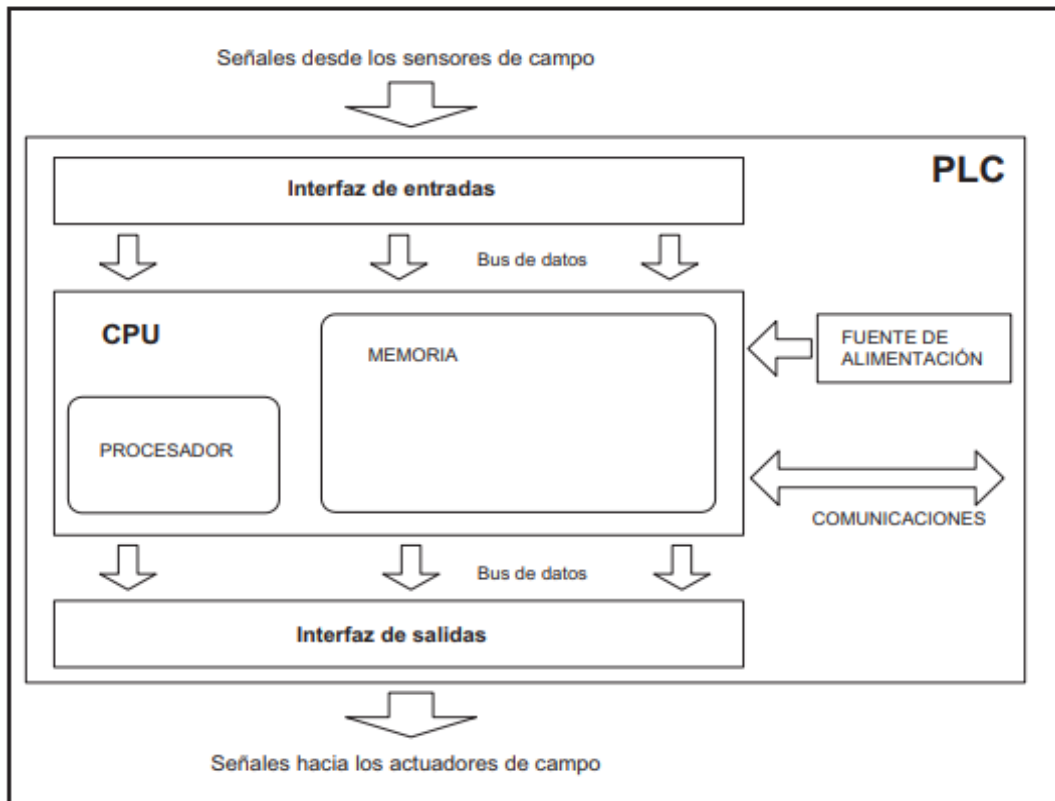


Figura 8. Esquema interno de un PLC. Fuente: Daneri.

Los PLC tiene la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a cablear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida.

Según Medina (2010): "La estructura modular de un PLC está integrada por un conjunto de elementos que son los que permiten la funcionalidad de este." (p. 71).

Barrientos Afirma (2014): "En la actualidad, la evolución de los PLC, basada en el desarrollo de la microelectrónica y las técnicas de programación, los ha convertido en los equipos más sencillos y más utilizados para la automatización de los procesos industriales." (p. 108).

### 3.4.4 Válvula de Tres Vías

Según Guillen (1988). "Las aplicaciones de la neumática en la industria son cada vez más numerosas. Conviene reseñar que tiene dos tipos principales de aplicaciones: En el trabajo y en automatización." (p. 03).

Las válvulas de tres vías permiten crear derivaciones en tuberías por lo cual se decidió utilizar una válvula de tres vías en cada maquina exprimidora de esta forma la red de tubería se vera reducida al solo tener que utilizar una línea de tubería de al cual luego con la ayuda de la válvula se realizaran derivaciones para cada máquina, de esta forma se reduce el costo en tubería al no tener que crear una red individual para cada máquina.

El propósito de una válvula de control de 3 vías es cortar el caudal de agua en una tubería a la vez que se abre el caudal de agua en otra tubería, para mezclar el agua proveniente de dos tuberías distintas en una sola tubería, o para separar agua desde una tubería en dos tuberías distintas. (Bombas Grundfos de México).

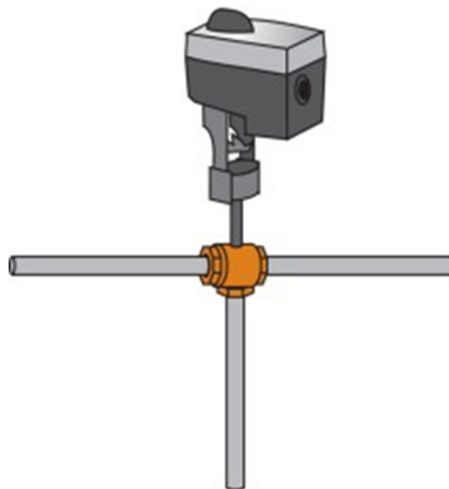


Figura 9. Válvula de tres vías. Fuente: Grundfos.

Para el accionamiento de dichas válvulas se ha seleccionado un solenoide, su funcionamiento será todo o nada esto quiere decir que hay una vía de entrada y dos de salida; el mecanismo abre o cierra alternativamente una de las dos salidas.

En este caso dependiendo de cual es la maquina que necesite el pedido así será el funcionamiento de la válvula, por ejemplo: si los químicos necesitan ser enviados a la exprimidora 3 las válvulas 1 y 2 mantendrán cerradas sus derivaciones, pero permitirán el paso de los químicos por la tubería principal, la válvula 3 cerrar el

paso a la válvula 4 y abrirá su derivación para que los químicos sean depositados en la cuba de la maquina 3.

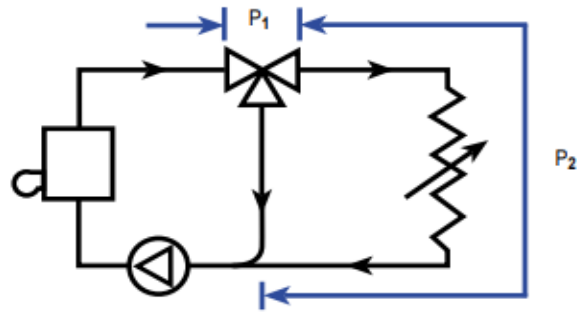


Figura 10. Válvula de 3 vías en función desviadora. Fuente: Spirax Sarco.

### 3.4.5 Válvula neumática de asiento inclinado

Según Creus (2007): "Los actuadores neumáticos convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico generando un movimiento lineal mediante servomotores de diafragma o cilindros, o bien un movimiento giratorio con motores neumáticos." (p. 15).

La válvula de asiento inclinado con control externo se compone de un accionamiento por émbolo neumático y de un cuerpo de válvula de 2 vías.

Dichas válvulas serán utilizadas para controlar el flujo de químicos desde los tanques de almacenamiento hasta las cubas de mezcla. Estas válvulas como su nombre lo indica son accionadas por aire comprimido, estas válvulas son tipo NC normalmente cerradas y utilizan el aire para la apertura de estas.

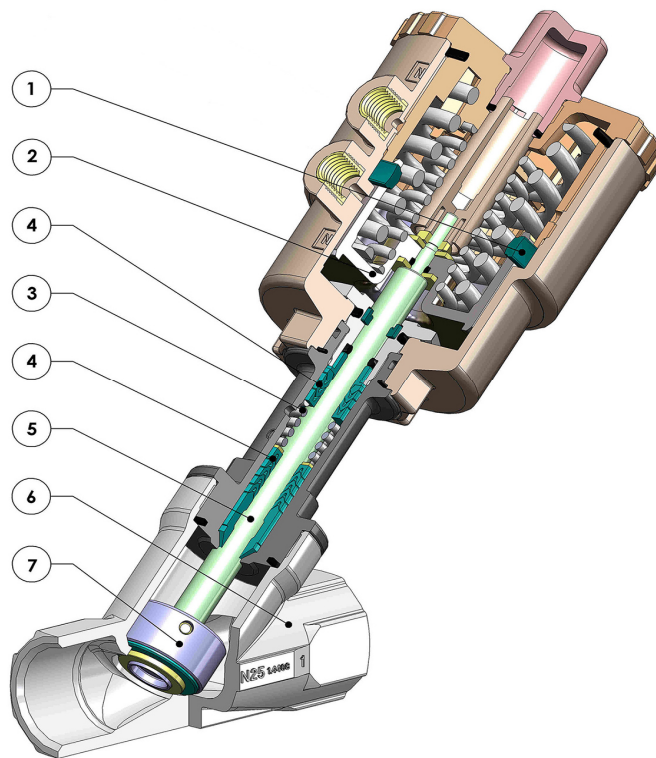


Figura 11. Vista de Sección Válvula 3 Vías. Fuente: Omal Automation.

En la figura se puede observar las partes por las cuales la válvula está formada.

1. Junta de labio
2. Resorte
3. Junta del resorte
4. Junta tipo chevron
5. Vástago
6. Tubería metálica DN25
7. Obturador oscilante

### 3.4.6 Periferia Descentralizada

La periferia descentralizada, también conocida como Distribuida o E/S Remotas, consiste en implementar las señales de E/S próximos a los sensores, instrumentos y actuadores de nuestro Sistema de Control, reduciendo el cableado y por ello la masificación de canalizaciones y armarios de control. (Alberto J, 2015, parr. 7).

Con la ayuda de un sistema de periferia descentralizada ET200, será más fácil el cableado de los sensores y actuadores desde las cubas en las PADs hasta el PLC ubicado en el área de almacenaje de los químicos.



Figura 12. Periferia Descentralizada ET200s. Fuente: Siemens Automation.

### 3.4.6.1 Profibus

“Profibus es uno de los buses con mayor implantación tanto a nivel europeo como mundial y ha sido desarrollado sobre la base del modelo ISO/OSI (International Standard Organization /Open System Interconnect) para servicio de comunicación de datos.” (Guerrero, Yuste & Martínez, 2010, p.111).

Existen tres perfiles distintos de Profibus, como son:

- Profibus FMS (Fieldbus Message Specification): Está implementado en el nivel 7 del modelo OSI, su aplicación es la transferencia de gran volumen de datos entre diferentes dispositivos inteligentes conectados en una misma red. Hoy en día, con el uso creciente de Ethernet y TCP/IP va relegando este perfil a un segundo plano. El sistema está basado en una estructura Cliente-Servidor.
- Profibus DP (Distributed Peripheral): Su aplicación está basada en el intercambio a gran velocidad de un volumen medio de información entre un controlador, que hace las funciones de maestro, y diferentes controladores o diferentes periféricos, como son autómatas programables, módulos de E/S, convertidores de frecuencia, paneles de visualización, etc., que actúan como dispositivos esclavos, distribuidos

por el proceso y conectados a una misma red de comunicación. Profibus DP trabaja dentro de los niveles 1 y 2 del modelo OSI y bajo las especificaciones de la norma física RS-485.

- Profibus PA (Process Automation): Es un caso ampliado de Profibus DP, diseñado para trabajar en los ámbitos de control de procesos, es decir, en zonas denominadas

"Ex" de seguridad intrínseca. Este perfil sigue lo enunciado en la norma IEC 1158-2.

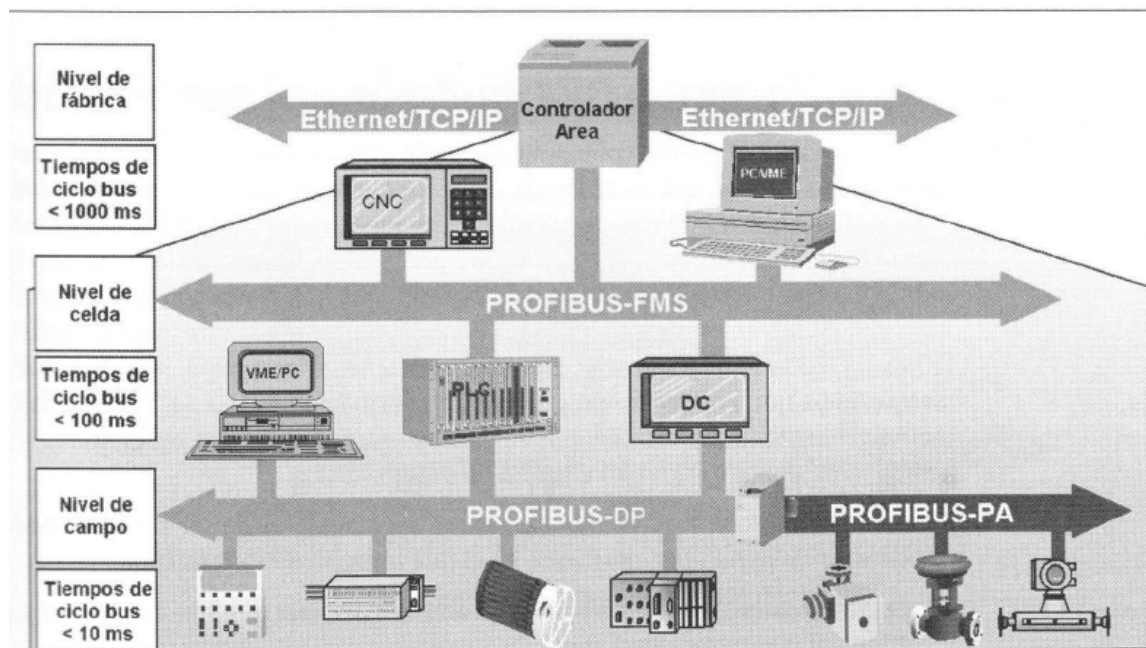


Figura 13. Estructura y tipo de perfiles Profibus. Fuente: Comunicaciones Industriales, Guerrero.

### 3.4.7 Bomba Hidraulica

McNaughton Afirma (1987): "La clave para hacer la selección correcta de la bomba radica en el conocimiento del sistema en que trabajará la bomba." (p. 03).

En este sistema sera necesario el uso de una bomba hidraulica para poder realizar la funciond e transporte, esta se encargara de enviar los liquidos desde el area de carga hasta la exprimidora que lo solicite mediante la tuberia.

Una bomba hidraulica transforma la energia que consume, en este caso electrica en energia del fluido que mueve cuando esta aumenta la energia del fluido tambien aumenta la presion en dicho fluido.



Los químicos utilizados son de tipo lechada por lo cual no es necesario la selección de una bomba especial para el transporte de los mismos.

### 3.4.8 Principio de Funcionamiento

Luego de analizar el actual método de carga de químicos y con el apoyo de la toma de tiempos se decidió elaborar el siguiente diseño para el suministro de químicos.

El proceso se dividirá en las siguientes etapas:

- Pedido
- Dosificación
- Mezclado
- Transferencia
- Limpieza

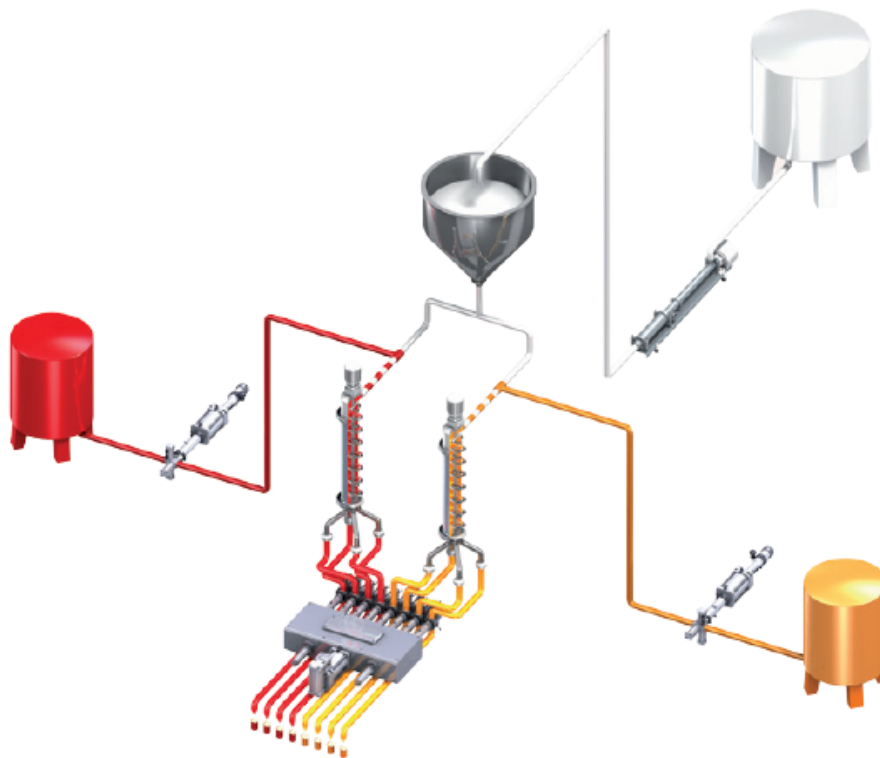


Figura 14. Es quema de envío de químicos. Fuente: PCM.

## **1. Pedido**

Este es el primer paso, el operador selecciona en el panel de control el estilo de tela que será procesado al igual que la maquina donde esta será procesada. Una vez realizado este paso el PLC busca en la base de datos la receta que corresponde a dicho estilo y comienza una nueva carga de químicos.

## **2. Dosificación**

Una vez el pedido ha sido colocado en la cola de espera por el operador comienza el proceso de dosificación, en esta etapa se abren las válvulas correspondientes a los químicos que se necesitan para la receta, estos pasan por un flujómetro donde son medidos por volumen y luego enviados a una cuba de mezclado.

## **3. Mezclado**

Actualmente el mezclado se realiza en la cuba y se debe esperar un tiempo de 2 minutos luego que el operador carga los químicos para que la maquina comience a hacer uso de ellos, con el nuevo sistema se hará el uso de tres cubas ubicadas en el área de cargad de los químicos cada cuba se encargara de realizar la mezcla de cuatro exprimidoras, una vez los químicos han sido mezclados se pasa a la siguiente etapa.

## **4. Transferencia**

Luego de mezcla la bomba se encarga de enviar los químicos desde la cuba de mezcla hacia la tubería donde luego serán distribuidos a la maquina donde se solicitaron, para que los químicos lleguen a la maquina correcta se hará el uso de válvulas de tres vías estas permitirán el paso a la cuba correcta.

## **5. Limpieza**

Después de que fue transferida la mezcla de químicos a la maquina se hará el proceso de limpieza para evitar la contaminación de un nuevo pedido, esta se hará automática cuando la cuba de mezcla este vacía se hará el lavado con agua y luego esta será enviada por toda la tubería para eliminar los restos de la carga de químicos anterior al final de la tubería deberá ir instalada una válvula de tres vías adicional cuya función será enviar esta mezcla de agua al drenaje para garantizar la limpieza tanto de la cuba de mezcla como de la tubería.

### 3.4.9 Materiales Necesarios

Después de realizar un análisis del proceso actual y haber elaborado un pequeño esquema del funcionamiento del sistema propuesto se realizó la siguiente lista de materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto. La planta cuenta con una bodega de repuestos al igual que material de respaldo en el taller de mantenimiento para poder aprovechar el uso de recursos con los que cuenta la planta se decidió utilizar los materiales que ellos poseen.

Descripción	Cantidad	Unidad
PLC Siemens 314C	1	U
Periferia ET200s DP	1	U
Módulos de entrada digital	4	U
Módulos de salida digital	4	U
HMI Eaton con módulo de comunicación PB	1	U
Fuente 24v Sitop PS-300 10A	1	U
Cable Profibus marca Siemens	350	Pie
Conector Profibus Siemens	4	U
Relevador ABB 10A 24V DC	11	U
Electroválvula	11	U
Flujómetro Electromagnético	8	U
Válvula de tres vías	15	U
Breaker Principal ABB 20A	1	U
Guardamotor Telemecanique 1-1.6 A	3	U
Contactador Telemecanique 2 A	3	U
Contacto Auxiliar Telemecanique	3	U
Módulos de entrada analógicas	3	U
Cubas para mezcla de acero 500L	3	U
Bomba hidráulica con motor	3	U
Medidor de nivel tipo burbuja	17	U
Válvula neumática de asiento inclinado	11	U

Figura 36. Lista de materiales. Fuente: Propia.

### **3.5 Kaizen**

Kaizen significa: "el mejoramiento en marcha que involucra a todos alta administración, gerentes y trabajadores". Kaizen es asunto de todos.

El significado del Kaizen proviene de dos ideogramas japoneses: "Kai" cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar.

Lefcovich Afirma (2009):

El Kaizen es una forma de pensar orientada a los procesos en contraposición a la innovación occidental y al pensamiento orientado a los resultados. Kaizen genera el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejorados. (p.17)

Otro aspecto importante de Kaizen ha sido su énfasis en el proceso. Kaizen ha generado una forma de pensamiento orientada al proceso y un sistema administrativo que apoya y reconoce los esfuerzos de la gente orientada al proceso para el mejoramiento.

El punto de partida para el mejoramiento es reconocer la necesidad, si no se reconoce ningún problema, tampoco se reconoce la necesidad de mejoramiento. La complacencia es el archienemigo de Kaizen.

Kaizen enfatiza el reconocimiento del problema y proporciona pistas para la identificación de estos. Una vez identificados estos, los mismos deben ser resueltos. Kaizen también es un proceso para la resolución de problemas. El mejoramiento alcanza nuevas alturas con cada problema que se resuelve.

Según Lefcovich (2009):

"Lo único que una empresa puede ofrecer a sus clientes es la calidad"; razón por la cual la calidad es primero, no las utilidades. La calidad es la única forma de permanecer competitivos y servir al cliente. Los esfuerzos para mejorar la calidad llevan en forma automática al mejoramiento de la productividad. (p.17).

Si se cuida la calidad, las utilidades se cuidan por sí mismas.

Los elementos básicos que deben administrarse en una empresa son la calidad, la cantidad, el tiempo de entrega, la seguridad, el costo y la moral del empleado.

Según Cuatrecasas (2012):

La mejora del mantenimiento no debe tener fin; deberá estar involucrado en un proceso de mejora continua (Kaizen) con el objetivo de alcanzar los «cero defectos», de forma que deberán replantearse de forma continua las condiciones operativas a fin de mejorarlas cada vez más. (p.699).

El objetivo de los eventos Kaizen es mejorar la productividad de cualquier área o sección escogida en la empresa, mediante la implantación de diversas técnicas y filosofías de trabajo de manufactura esbelta y técnicas de solución de problemas y detección de desperdicios basados en el estímulo y capacitación del personal. (Tapias, A. y Correa).

### **3.6 Global Quality System GQS**



Figura 15. Logotipo GQS. Fuente: Gildan.

El sistema de calidad de Gildan (GQS por sus siglas en inglés Global Quality System) ayuda en todas las plantas a asegurar la calidad en los procesos para poder cumplir con los requisitos del producto, establecidos por la corporación Gildan.

Este sistema sirve para:

- Estandarizar métodos de trabajo y buenas prácticas a través de procedimientos e instrucciones.
- Asegurar el cumplimiento de estos procedimientos a través de Auditorías internas.
- Contribuir a la mejora continua a través del seguimiento y medición de los procesos para la toma de decisiones.

#### **3.6.1 Principios GQS**

El GQS se rige por seis principios fundamentales:

1. Compromiso por la calidad
2. Mejora Continua
3. Actitud de Servicio Rápido
4. Estandarización Global
5. Gestión Ambiental
6. Trabajo en Equipo

### **3.6.1.1 Compromiso por la calidad**

La calidad en Gildan solo es posible si todos estamos comprometidos a entregar productos de alta calidad y de gran valor. Hacer los mejores productos cada día y todos los días. Todos debemos tener un gran orgullo de nuestros productos, ya que representan la imagen de nuestra empresa a los ojos de nuestros clientes.

Fuente: Gildan

### **3.6.1.2 Mejora Continua**

Gómez Afirma (2009): "La asimilación de los conceptos de mejora continua aplicados en áreas establecidas, en conjunto con elementos evaluativos y de certificación nos presenta la oportunidad de alcanzar niveles altos en la obtención de objetivos planteados." (p. 11).

No dejando piedra sin mover, prestando atención a los detalles más pequeños, constantemente desafiando el estatus quo hemos construido un carácter distintivo en Gildan que exige que busquemos una mejor manera. Si bien una idea de mejora continua puede parecer muy pequeña por sí sola, dada nuestra escala y la búsqueda interminable de más mejoras, es la acumulación de estas pequeñas ganancias lo que hace que nuestra empresa sea grande. Fuente: Gildan.

### **3.6.1.3 Estandarización Global**

Nuestros volúmenes de producción exigen que desarrollemos, adoptemos y sigamos procedimientos y métodos operativos estándar, todos diseñados para asegurar las mejores oportunidades para que nuestros empleados tengan más éxito haciendo grandes productos cada día. Si bien es importante siempre desafiar el estatus quo y mejorar los procesos, es a través de la estandarización que podemos repetir nuestros éxitos y todos los beneficios. Fuente: Gildan.

Puede observarse que para Gildan la calidad es primero debido a eso toda área y todo proceso debe estar en un proceso de mejora continua es por eso que se ha decidido buscar una mejoría para el actual sistema de carga de químicos.

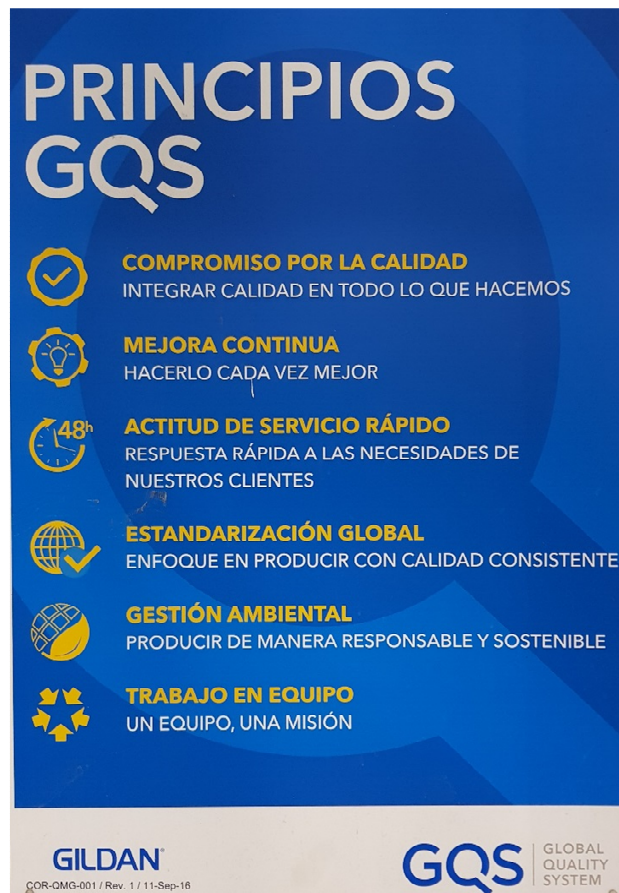


Figura 16. Principios GQS. Fuente: Gildan.

## **IV Metodología**

Según Baena (2014): "La metodología constituye la médula del plan, se refiere a la descripción de las unidades de análisis o de investigación, las técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos, los procedimientos y las técnicas de análisis." (p. 74).

Según Cozby (2005): "Cuando se estudia la relación entre variables, generalmente se considera que éstas tienen una conexión de causa y efecto. La variable independiente es aquella que se considera la "causa", y la que representa el "efecto" es la variable dependiente." (p. 28).

### **4.1 Variables Dependientes**

Olivares Afirma (2014): "Refleja los resultados de un estudio de investigación, los cuales dependen del tratamiento experimental o de lo que el investigador modifica o manipula." (p. 105).

La variable dependiente identificada es el tiempo que tarda el operador en realizar la carga de químicos, en base a esto se realizó un estudio para poder brindar una solución efectiva a este problema.

### **4.2 Variables Independientes**

Según Salkind (1999): "Representa los tratamientos o condiciones que el investigador controla para probar sus efectos sobre algún resultado. Una variable independiente se manipula en el desarrollo de un experimento con el objetivo de entender los efectos de tal manipulación sobre la variable dependiente." (p. 25).

Las variables independientes no sufrieron cambio alguno durante el proceso de análisis y son las siguientes:

- Peso de cada químico.
- Pasos para realizar la carga de químicos.
- Químicos utilizados.
- Recetas según lotes procesados.



### 4.3 Método

Guerrero Afirma (2014): "El método es un orden que debe imponer a los diferentes procesos necesarios para lograr un fin." (p.32).

Para llevar a cabo la investigación se utilizó un método cuantitativo, con el cual se logró la recolecta de datos que luego fueron seleccionados y tabulados para lograr comparar los tiempos entre el operador y la máquina y de esta forma determinar si la implementación del proyecto sería válida para la empresa.

Ackerman Afirma (2013): "Las investigaciones con perfil cuantitativo nos permiten generalizar los resultados. Se trata de una técnica que hace posible cotejar los resultados de investigación similares y brinda la posibilidad de reproducir con precisión la propuesta investigativa, arribando a los mismos resultados." (p. 43).

### 4.4 Cronograma de Actividades

Semana	Actividad	Desde	Hasta	Duración
1	Recorrido por el área de corte	22/01/2018	26/02/2018	5
2	Actividades varias en el área de corte	29/01/2018	02/02/2018	5
3	Actividades varias en el área de dados	05/02/2018	09/02/2018	5
4	Recorrido por el área de teñido	12/02/2018	16/02/2018	5
5	Actividades varias en compactado	19/02/2018	23/02/2018	5
6	Toma de tiempos	26/02/2018	02/03/2018	5
7	Toma de tiempos	05/03/2018	09/03/2018	5
8	Mantenimiento	12/03/2018	16/03/2018	5
9	Mantenimiento	19/03/2018	23/03/2018	5
10	Elaboración de catálogo de fallas	26/03/2018	28/03/2018	3
11	Elaboración de catálogo de fallas	02/04/2018	06/04/2018	5

Figura 17. Cronograma de actividades. Fuente: Propia.

#### Semana 1

En esta semana se inicio en el área de corte durante los primeros cinco días se realizo un recorrido por el área de corte y se reconocieron cada una de las maquinas y las operaciones que estas realizan.

#### Semana 2

Se realizaron varias actividades en el área de corte entre ellas en la parte administrativa llevando el control de la documentación utilizada para realizar el mantenimiento preventivo al igual que las lubricaciones de las máquinas.

### **Semana 3**

Durante esta semana se realizó un recorrido por el área de dados al igual que se visitó la planta MAYAN para poner a prueba una nueva máquina que facilitara el doblado de las cuchillas para elaborar los dados de corte.

### **Semana 4**

Se recorrió el área de teñido y se reconocieron las diferentes máquinas que ahí se utilizan y sus diferentes funciones.

### **Semana 5**

Durante esta semana se trabajó en el área de compactado especialmente en los sistemas CPI que son los encargados de medir el ancho al igual que las puntadas por pulgada de la tela, se investigó problema de torre de luces indicadoras en las máquinas y problemas con la tarjeta de control.

### **Semana 6**

Se comenzó la toma de tiempos para el proyecto.

### **Semana 7**

Se continuó con la toma de tiempos.

### **Semana 8**

Se trabajó en actividades de mantenimiento en el área de teñido al igual que se trabajó en el mantenimiento de motores en el taller de mantenimiento.

### **Semana 9**

Se trabajó en actividades de mantenimiento en el área de secado al igual que se trabajó en panel de prueba de motores y se programó variador de frecuencia ABB para su uso en el panel de pruebas.

### **Semana 10 y 11**

Se trabajó en catálogo de fallas de exprimido.

## V Análisis de Resultados

Para el estudio de la viabilidad el proyecto, primero se comenzó por tomar el tiempo actual que demora la carga de químicos desde la estación de pesaje hasta las cubas de las maquinas exprimidoras.

El proceso consiste en el pesaje, transporte, depósito y lavado. Los químicos son pesados y depositados en "cubetas" de diferentes colores según el químico estos son pesados y se llevan hasta las cubas donde luego son depositados al final el operador debe de lavar las "cubetas" utilizadas y dejar limpia la estación en espera del próximo pedido.

Los tiempos fueron tomados en un lapso de seis días por un periodo de 6 horas al día, debido a que los pedidos se realizan según el lote que se está procesando y actividades secundarias que se debían realizar durante este tiempo, la toma de datos se realizó en dos semanas tres días por semana.

<b>Semana 1</b>			
Ocurrencia	Dia 1	Dia2	Dia3
1	16:03	14:31	14:54
2	15:15	15:26	14:35
3	13:16	14:45	15:13
4	15:59	15:35	15:04
5	15:02	15:25	15:36

Figura 18. Tiempo que tarda el operador en cargar los químicos. Fuente: propia.

<b>Semana 2</b>			
Ocurrencia	Dia 1	Dia2	Dia3
1	15:12	14:42	14:47
2	14:57	15:36	15:21
3	15:38	16:09	14:36
4	14:54	14:56	15:05
5	16:02	15:56	15:57

Figura 19. Tiempo que tarda el operador en cargar los químicos. Fuente: propia.

El valor de los tiempos esta dado en minutos, estos fueron tomados desde el comienzo del turno por lapsos de seis horas.

### 5.1 Tiempo Según Actividad

Se tomó el tiempo de cada actividad individual para poder encontrar cuál de ellas es la que más tiempo le toma al operador llevar a cabo, el proceso fue dividido en cuatro etapas: pesaje, transporte, vaciado y limpieza.

<b>Semana 1 Día 1</b>					
Ocurrencia	Pesaje	Transporte	Vaciado	Limpieza	Total
1	03:49	02:09	02:37	05:28	14:03
2	03:25	02:36	01:57	05:17	13:15
3	03:11	01:55	01:23	04:47	11:16
4	03:38	02:24	02:42	05:15	13:59
5	02:59	02:07	02:04	05:52	13:02

Figura 20. Tiempo que tarda el operador en realizar cada paso de la operación. Fuente: propia.

<b>Semana 1 Día 2</b>					
Ocurrencia	Pesaje	Transporte	Vaciado	Limpieza	Total
1	03:27	02:11	01:42	05:11	12:31
2	03:38	02:29	01:55	05:24	13:26
3	04:10	02:07	01:32	04:56	12:45
4	04:05	02:16	02:09	05:05	13:35
5	03:25	02:21	01:53	05:46	13:25

Figura 21. Tiempo que tarda el operador en realizar cada paso de la operación. Fuente: propia.

<b>Semana 1 Día 3</b>					
Ocurrencia	Pesaje	Transporte	Vaciado	Limpieza	Total
1	03:41	02:02	01:48	05:23	12:54
2	03:32	02:33	01:44	04:46	12:35
3	03:57	02:11	01:56	05:09	13:13
4	04:10	01:42	02:01	05:11	13:04
5	03:45	02:17	01:55	05:39	13:36

Figura 22. Tiempo que tarda el operador en realizar cada paso de la operación. Fuente: propia.

<b>Semana 2 Día 1</b>					
Ocurrencia	Pesaje	Transporte	Vaciado	Limpieza	Total
1	03:45	02:11	01:51	05:25	13:12
2	03:21	02:27	01:42	05:27	12:57
3	03:17	02:31	01:49	06:01	13:38
4	03:55	02:03	01:59	04:57	12:54
5	03:49	02:21	02:03	05:49	14:02

Figura 23. Tiempo que tarda el operador en realizar cada paso de la operación. Fuente: propia.

<b>Semana 2 Día 2</b>					
Ocurrencia	Pesaje	Transporte	Vaciado	Limpieza	Total
1	03:41	01:59	01:49	05:13	12:42
2	03:49	02:33	01:45	05:29	13:36
3	03:51	02:37	01:50	05:51	14:09
4	03:37	02:11	01:56	05:12	12:56
5	03:46	02:17	02:01	05:52	13:56

Figura 24. Tiempo que tarda el operador en realizar cada paso de la operación. Fuente: propia.

<b>Semana 2 Día 3</b>					
Ocurrencia	Pesaje	Transporte	Vaciado	Limpieza	Total
1	03:37	02:01	01:50	05:19	12:47
2	03:51	02:29	01:45	05:16	13:21
3	03:47	02:17	01:50	04:42	12:36
4	03:42	02:20	01:56	05:07	13:05
5	03:52	02:23	02:01	05:41	13:57

Figura 25. Tiempo que tarda el operador en realizar cada paso de la operación. Fuente: propia.

Gracias a las tablas se puede observar que la actividad que más tiempo toma para poder ser realizada es la de limpieza, la cual genera un aumento notable en el tiempo tomado para poder realizar la actividad.

Se debe mencionar que los valores de estas tablas son menores ya que no se están tomando en cuenta el tiempo de mezcla de los químicos, estos son llevados a la

cuba y esta se encarga de mezclarlos dos minutos antes de comenzar el proceso y luego los continúa mezclando durante la tela es procesada.

## 5.2 Lotes Procesados por Maquina

Se realizó además un estudio de la cantidad de lotes procesados por máquina para poder crear una tendencia de la frecuencia con la cual cada máquina necesita un nuevo lote de químicos.

Lotes Procesados						
Maquina	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Pad 1	1			1		1
Pad 2		1			1	
Pad 3	1			1		
Pad 4		1	1			1
Pad 5	1	1			1	
Pad 6				1	1	
Pad 7	1					1
Pad 8		1			1	1
Pad 9	1			1		
Pad 10		1				1
Pad 11			1		1	
Pad 12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Pad 13		1		1		

Figura 26. Pedido de químicos por máquina. Fuente: propia.

Es muy importante recordar que Gildan Hontex es una planta que trabaja 24 horas al día todos los días, esto afecta los datos recolectados en la tabla anterior ya que fueron tomados en un periodo de seis horas únicamente, pero por motivos de análisis se estarán tomando estos valores como base.

Este no es el valor real de lotes que son procesados a diario por la planta, la cantidad de lotes que procesa una maquina al día es información confidencial, el número de lotes se ve afectado dependiendo de la demanda que la planta tenga de un estilo en particular.

Gildan Hontex es una planta multi-estilos por lo cual cada estilo tiene su propia receta lo cual aumenta la demanda de nuevos lotes de químicos dependiendo del estilo procesado, algunos estilos a pesar de ser diferentes utilizan la misma receta

de químicos por lo cual no es necesario un nuevo lote de químicos cuando se procesan estilos de la misma familia.

### 5.3 Datos Gildan Choltex

Actualmente la planta textilera Gildan Choltex ubicada en Zip Rio Nance cuenta con un sistema automático para la distribución de químicos a las cubas de las maquinas exprimidoras, para crear un análisis y poder utilizar datos reales se procedió a tomar el tiempo que tarda la carga de químicos a una máquina.

Semana 1			
Ocurrencia	Día 1	Dia2	Dia3
1	11:23	10:32	10:08
2	10:26	10:15	10:33
3	10:51	11:22	09:55
4	11:48	11:34	10:20
5	12:05	11:53	11:39

Figura 27. Tiempo que tarda la máquina para enviar los químicos. Fuente: propia.

Semana 2			
Ocurrencia	Día 1	Dia2	Dia3
1	10:33	10:28	10:38
2	11:26	10:35	11:27
3	09:51	11:12	09:33
4	11:28	11:39	11:07
5	10:45	11:35	11:49

Figura 28. Tiempo que tarda la máquina para enviar los químicos. Fuente: propia.

Los valores de tiempo fueron tomados durante dos semanas, tres días a la semana durante un periodo de 4 horas al día, solo se tomaron 5 mediciones al día para poder realizar una correcta comparación contra el tiempo tomado por el operario.

La planta Choltex es más grande que Hontex por lo cual fue más fácil poder tomar el tiempo ya que los lotes de químicos se cambian más a menudo.

Se debe mencionar que los químicos son enviados ya como mezcla a través del sistema de tuberías, lo cual representa una diferencia en el tiempo tomado ya que

en la planta Hontex los químicos se mezclan en la cuba lo cual representa un incremento en el tiempo que demora la carga de químicos.

#### 5.4 Gráficos Comparativos

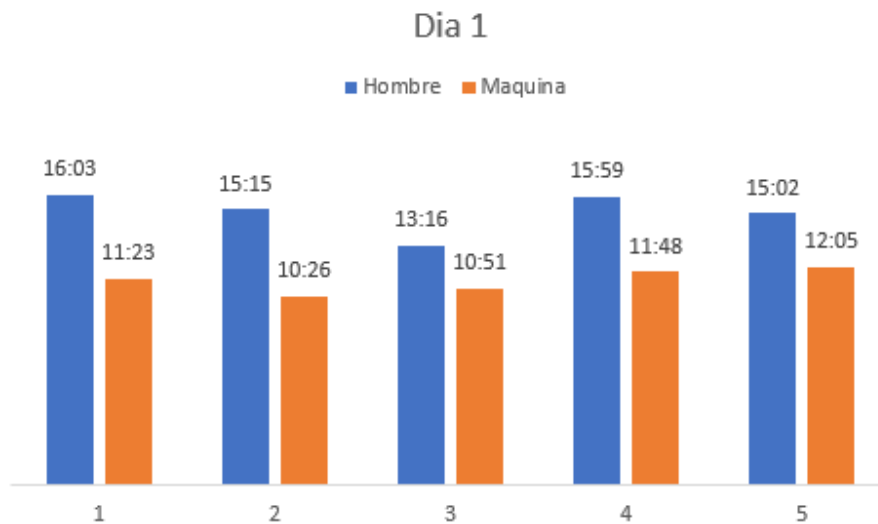


Figura 29. Gráfico comparativo de tiempos día 1. Fuente: propia.

Desde la primera toma de datos podemos observar la ventaja que tiene el sistema automático vs el operador. Podemos observar en el gráfico que la diferencia total de tiempos fue de más de 3 minutos a favor del sistema automático.



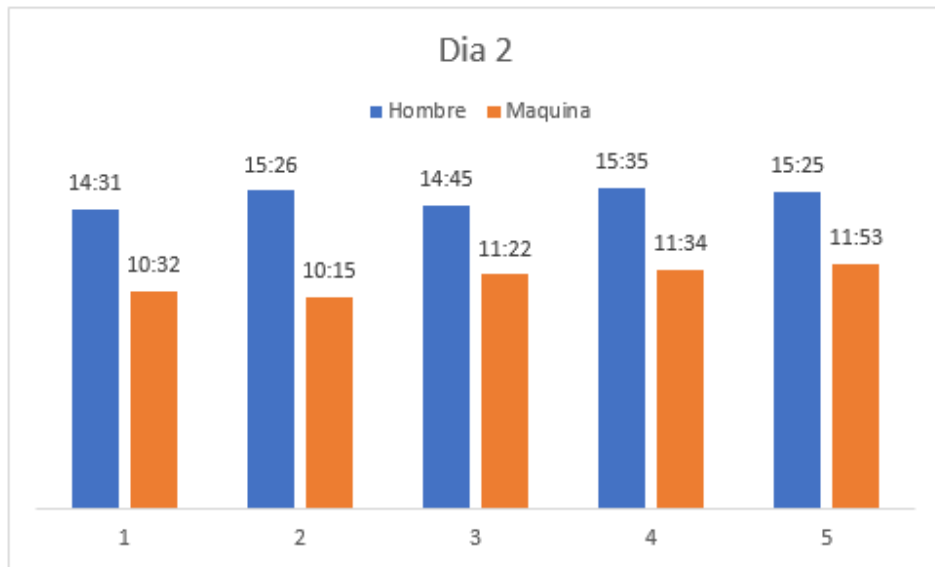


Figura 30. Gráfico comparativo de tiempos día 2. Fuente: propia.

La diferencia de tiempos se mantiene constante para la segunda muestra, con más de 3 minutos de diferencia a favor del sistema automático.

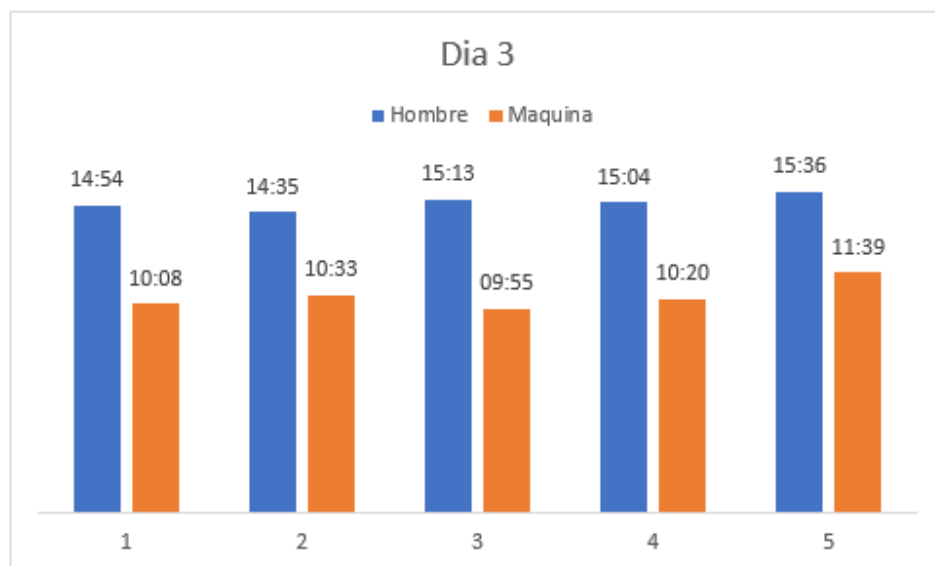


Figura 31. Gráfico comparativo de tiempos día 3. Fuente: propia.

A partir de la tercera muestra se puede observar la tendencia de más de 3 minutos a favor del sistema automático.

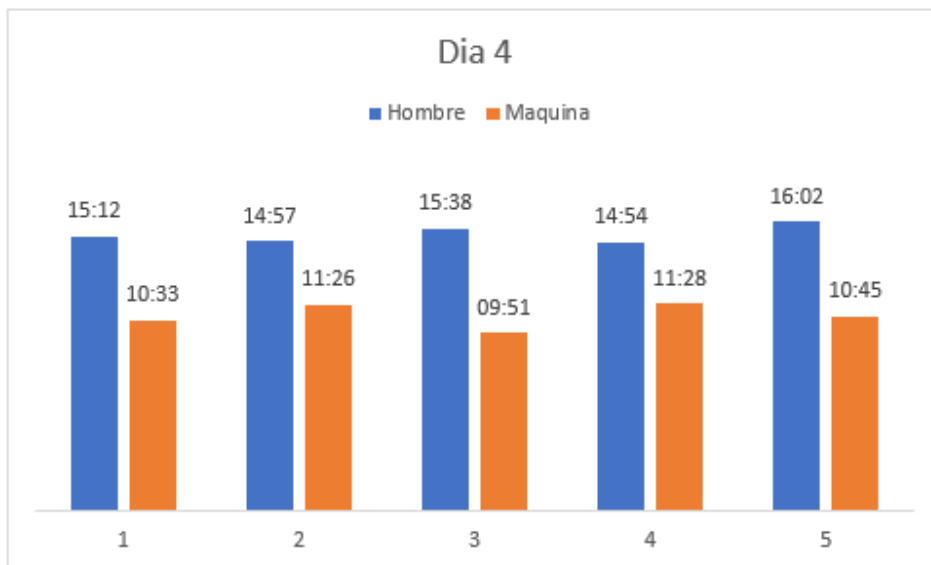


Figura 32. Gráfico comparativo de tiempos día 4. Fuente: propia.  
 Con la ayuda del grafico podemos notar una reducción de más del 25%.

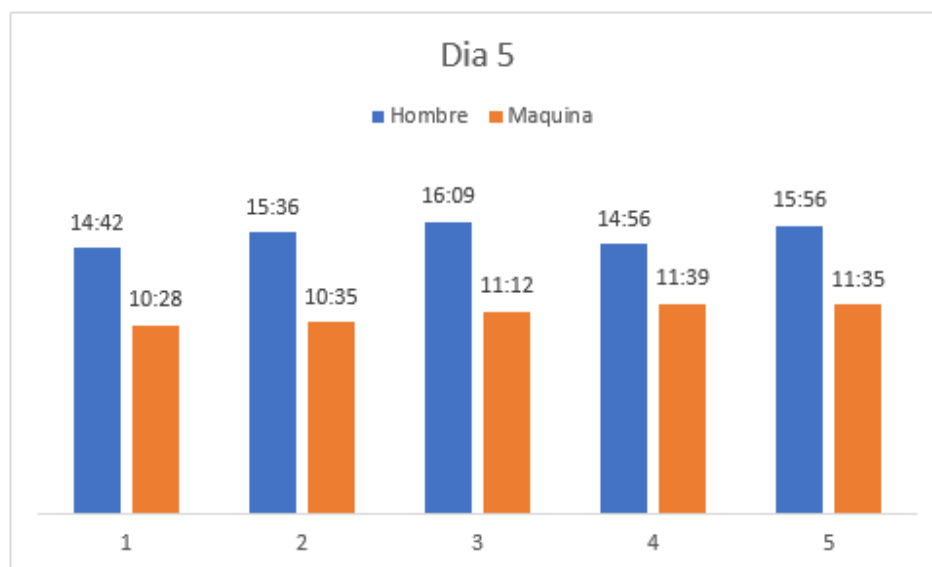


Figura 33. Gráfico comparativo de tiempos día 5. Fuente: propia.  
 Podemos observar que la tendencia de tres minutos se mantiene para la quinta muestra.

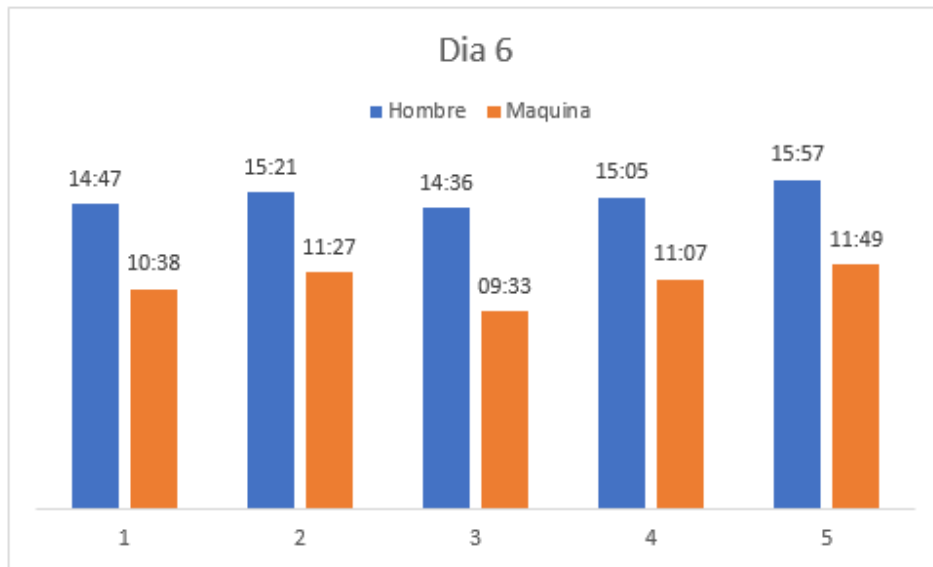


Figura 34. Gráfico comparativo de tiempos día 6. Fuente: propia.

Con la ayuda de los gráficos comparativos se puede observar la diferencia de tiempo entre el actual método utilizado por Hontex y el sistema automático utilizado por Choltex.

### 5.5 Comparativo de Tiempos

En la tabla siguiente se puede notar la diferencia de tiempo por día y ocurrencia entre hombre y máquina, claramente podemos observar que la maquina tiene un mejor uso del tiempo.

En algunas muestras se puede notar una diferencia de hasta el 40% a favor de la máquina, esto nos indica que empleando este sistema se puede aprovechar aún más la eficiencia de la maquina exprimidora ya que al final del día todo el tiempo ahorrado en la carga de químicos se puede utilizar en el proceso de un nuevo lote de tela.

Reducción						
Ocurrencia	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6
1	04:40	03:59	04:46	04:39	04:14	04:09
2	04:49	05:11	04:02	03:31	05:01	03:54
3	02:25	03:23	05:18	05:47	04:57	05:03
4	04:11	04:01	04:44	03:26	03:17	03:58
5	02:57	03:32	03:57	05:17	04:21	04:08

Figura 35. Diferencia de tiempo entre operador vs máquina. Fuente: propia.

Fórmula utilizada Reducción =  $T_o - T_m$

Donde  $T_o$  = Tiempo que tarda el operador.

$T_m$  = Tiempo que tarda la máquina.

## **5.6 Resultados**

Después de haber tomado los tiempos entre máquina y hombre se puede notar la mejora que aportaría un sistema de distribución automática a la planta.

Donde más tiempo se pierde actualmente en el sistema de Gildan Hontex es en la limpieza, ya que el operador debe de lavar cada una de las "cubetas" que el utiliza al igual que su equipo de protección personal o EPP.

Cabe destacar que actualmente la medición se realiza por peso, es decir la cubeta es colocada en una báscula donde luego es llenada y se mide el peso del agua y no el volumen de esta como tal, lo cual causa medidas incorrectas lo cual puede ocasionar un rechazo en el lote que se está procesando.

Con el uso del nuevo sistema de distribución de químicos se logrará evitar accidentes de derramamiento ya que cuando se transportan los químicos en la "mulita" las cubetas están llenas y el movimiento causa que se derrame químicos en el piso de la planta lo cual puede provocar accidentes y desperdicio de líquidos.

## **VI Conclusiones**

1. Se logro diseñar un sistema de cinco pasos para la distribución de químicos en la planta en el área de exprimido.
2. Basado en los datos tomados de la planta Gildan Choltex, se logró calcular el tiempo que tardaría el sistema de distribución automático de químicos que se pretende implementar en la planta Hontex en el área de exprimido, este tardaría aproximadamente 10 minutos dicho tiempo incluye las cuatro fases del proceso de carga de químicos: pesaje, transporte, vaciado y limpieza.
3. Con la ayuda del conocimiento adquirido en Sistemas Mecatrónicos y el estudio del actual método de carga de químicos, se logró recopilar los datos necesarios para poder elaborar la lista de materiales necesarios para poder llevar a cabo el montaje del sistema dicha lista es proporcionada en la parte de resultados de este informe.
4. El funcionamiento del sistema propuesto logro ser descrito en el marco teórico, el proceso de carga automática será dividido en cinco pasos: pedido, dosificado, mezclado, envió y lavado. De esta forma se garantiza la máxima eficiencia del sistema para cumplir con la tarea solicitada.

## **VII Recomendaciones**

### **7.1 Para la Empresa**

- Aplicar su sistema de mejora continua en todas las áreas de la planta, ya que en el área de mantenimiento hay procedimientos que pueden ser mejorados para garantizar la seguridad del empleado.
- Elaborar catálogos de fallas para cada una de las maquinas existentes ya que a la hora de cambiar una parte el mecánico pierde tiempo al tener que ir a bodega y buscar la pieza por sí mismo por no contar con un numero de parte, además cuando llegan mecánicos nuevos estos desconocen los sistemas de cada máquina y se les dificulta localizar la pieza a ser cambiada.

### **7.2 Para la Universidad**

- Capacitar al ingeniero en Mecatrónica para poder interpretar y dibujar diagramas eléctricos en un sistema CAD.
- Mejorar el laboratorio de máquinas y herramientas ya que este no cuenta con el equipo necesario para poder llevar a cabo diversas tareas.
- Evaluar constantemente a los catedráticos especialmente a aquellos que reciben críticas por parte del alumno, ya que en muchas clases el maestro no imparte las clases y el alumno no adquiere el conocimiento en dicha área.

## **VIII Bibliografía**

- Baena, P. G. M. E. (2014). Metodología de la investigación.
- Ackerman, S. E., & Com, S. L. (2013). Metodología de la investigación.
- Cruz, D. C. C., Olivares, O. S., & González, G. M. (2014). Metodología de la investigación.
- Salkind, N. (1999). Métodos de investigación. Tercera edición. México: Pearson Educación
- Cozby, P. (2005). Métodos de investigación del comportamiento. Octava edición. California State University: Fullerton Northcentral University.
- Guerrero, D. G. (2014). Metodología de la investigación.
- Lefcovich, M. L. (2009). Kaizen: filosofía- cultura y ética de la mejora continua.
- Cuatrecasas, A. L. (2012). Gestión del mantenimiento de los equipos productivos.
- TAPIAS, A., & RESTREPO CORREA, J. H. (2010). KAIZEN: UN CASO DE ESTUDIO.
- Cengel Yunus A., Cimbala John M, (2006). Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones.
- Norton Robert L. (2009). Diseño de maquinaria síntesis y análisis de máquinas y mecanismos.
- Gido, J., & P. Clements, J. (2009). Administración exitosa de proyectos (5a ed.).
- Leonel Germán Corona Ramírez, Griselda S. Abarca Jiménez & Jesús Mares Carreño. Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino.
- Ogata, Katsuhiko. «Ingeniería de control moderna».
- Ynoub, Roxana Cecilia. «El proyecto y la metodología de la investigación».
- Mataix, Claudio (1986). Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas.
- Morris, ALan S. Principios de mediciones e instrumentación. PEARSON EDUCACION, MEXICO, 2002.

Bombas Grundfos de México. <https://mx.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/3-way-valve.html>

Burkert Fluid Control Systems. <https://www.burkert.es/es/products/valvulas-de-proceso-y-de-control/valvulas-de-cierre-on-off/valvulas-de-asiento-inclinado/manual/143445>

Ordóñez, A. J. A., & Trejos, N. D. A. (2007). Los medidores de flujo (fluxómetros): mecánica de fluidos e hidráulica de tuberías. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Sapiensman, Instrumentación Industrial. [http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/instrumentacion\\_industrial11.php](http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/instrumentacion_industrial11.php)

Vicente Guerrero, Ramon L. Yuste, Luis Martínez (2010). Comunicaciones Industriales. Marcombo

Alberto, J. (2015). *Periferia E/S Centralizada Vs. Periferia E/S Descentralizada Capítulo 2*. Obtenido de noeju.com & pclpac.com: <http://www.noaju.com/periferia-es-centralizada-vs-periferia-es-descentralizada-capitulo-2/>

López G. Freddy. A, Zurita R. Ronny. A. (2016). Medidor de tipo burbujeo. Obtenido de: <http://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/tipo-burbujeo>

Gómez, F. J. C. (2009). Calidad educativa y mejora continua. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Barrientos., A., & Gambao, E. (2014). Sistemas de producción automatizados. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Schug Debra (2017). Tecnología de Procesos.

Guillén, S. A. (1988). Aplicaciones industriales de la neumática. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Creus, S. A. (2007). Neumática e hidráulica. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

McNaughton, K. J. (1987). Bombas: selección, uso y mantenimiento. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>



## IX Anexos



Torre de almacenamiento de químicos.



Torre de almacenamiento de químicos.



Área de Exprimido HONTEX





Área de Exprimido HONTEX



Ubicación de la cuba de químicos.



Ubicación de la cuba de químicos.



Operador lavando las cubetas.





Operador pesando los químicos



Operador transportando las cubetas



Estación de carga de químicos



Cuba para ser utilizada en la mezcla de químicos del sistema automático