



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**MEJORA DE SISTEMA TRANSPORTE PAQUETE PARA MESA DE COMPACTACIÓN**

**PLANTA REFRESCOS LÍNEA 6, CERVECERÍA HONDUREÑA.**

**PRESENTADO POR:**

**OLIVAN ALFONSO MADRID BANEGAS 21211375**

**ASESOR: ING. MARTA REYES**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**10 DE MAYO DE 2019**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, doy gracias a Dios por brindarme la oportunidad de superar cada uno de los retos enfrentados a lo largo de mi vida, sin el nada podría lograr.

A mi madre por brindarme todo su amor y apoyo durante mi carrera, siempre creyó en mí y estuvo a mi lado cada momento.

Mi padre que siempre me inspiro a ser como el, hombre trabajador, inteligente y sensato, mostrándome que puedo superar cada uno de mis retos.

Mi hermana por acompañarme a lo largo de mi carrera y aconsejarme en los momentos más difíciles.

Mis abuelitos que siempre creyeron en mí y me llenaron de su amor y compañía en cada momento de mi vida.

Mi amada Alejandra que ha estado a mi lado levantando mis brazos en los momentos más difíciles brindándome su amor y compañía.

Mi vida fue hermosa, porque fue esencialmente un esfuerzo fructífero y un trabajo útil

- Werner Von Siemens.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En la actualidad existe alta demanda de los consumidores por bebidas carbonatadas, con el pasar de los años esta demanda incrementa día a día.

Cervecería Hondureña S.A (CHSA), nace en La Ceiba en el año 1915, es la empresa líder en la producción, envasado, comercialización y distribución de cervezas, bebidas carbonatadas, jugos y té. Su modelo de negocio está alineado a las prioridades estratégicas de Desarrollo Sostenible de AB-INBEV, diez en total, las cuales garantizan la alta calidad en la manufactura de sus productos y orienta el mercado responsable de sus marcas.

CHSA está presente en todo el país y distribuye sus productos por medio de 14 centros de distribución, cuenta con una subsidiaria local que generan parte de las materias primas para sus procesos: Plásticos Industriales (PLIHSA).

Está conformada por dos plantas de producción; Cerveza y Refrescos, de las que salen todos los productos que conocemos y consumimos: Coca Cola, Banana y Uva Tropical, Fanta Naranja, Sprite, Fresca, Canada Dry, Dasany, Jugos del Valle, Acti Malta, Fuze Tea, Salva Vida, Imperial. Barena y Port Royal.

Para la planta de Refrescos de la Línea de producción 6 se realizó un proyecto de mejora en el que consistió en mejorar el sistema de transporte de paquetes con el fin de poder reducir los tiempos de paro ya que estos eran reflejados como una pérdida potencial para la producción diaria, realizamos un nuevo diseño para la mesa de compactación, convirtiéndose en un sistema más efectivo y económico en costos de mantenimiento ya que el actual requiere de muchos recursos.

## **ABSTRACT**

Currently, the high demand of consumers of carbonated beverages is seen, as the years increase day by day.

Cervecería Hondureña S.A (CHSA), born in San Pedro Sula in 1995, is the leading company in the production, packaging, marketing and distribution of beers, carbonated drinks, juices and tea. Its business model is aligned to the strategic priorities of Sustainable Development of AB-INBEV, ten in total, which guarantees the high quality in the manufacture of its products and guides the market responsible for its brands.

CHSA is present throughout the country and distributes the products through 14 distribution centers. It has a local subsidiary that generates part of the raw materials for its processes: Industrial Plastics (PLIHSA).

It is made up of two production plants; Beer and Soft Drinks, from which all the products we know and consume for example: Coca Cola, Banana and Tropical Grapes, Fanta Orange, Sprite, Fresca, Canada Dry, Dasany, Jugos del Valle, Acti Malta, Fuze Tea, Salva Vida, Imperial. Barena and Port Royal.

For the Refreshments plant of Production Line 6, an improvement project will be carried out in which it will consist of improving the packet transport system in order to reduce downtime since these are reflected as a potential loss for the company. Daily production, we will make a new design for the compaction table, becoming a more effective and economic system in maintenance costs since the current one requires many resources.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

|             |  |          |
|-------------|--|----------|
| <b>I.</b>   | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                        | <b>1</b> |
| <b>II.</b>  | <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>          | <b>2</b> |
|             | 2.1 ANTECEDENTES.....                            | 2        |
|             | 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....                | 2        |
|             | 2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....             | 3        |
|             | 2.4 OBJETIVOS.....                               | 4        |
|             | 2.4.1 OBJETIVO GENERAL.....                      | 4        |
|             | 2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO.....                  | 4        |
|             | 2.5 JUSTIFICACIÓN.....                           | 5        |
| <b>III.</b> | <b>MARCO TEÓRICO .....</b>                       | <b>6</b> |
|             | 3.1 AUTOMATIZACIÓN .....                         | 6        |
|             | 3.1.1 AUTÓMATA PROGRAMABLE.....                  | 6        |
|             | 3.1.2 ESTRUCTURA DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE..... | 7        |
|             | 3.1.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....                | 7        |
|             | 3.1.4 MÓDULO DE ENTRADA.....                     | 8        |
|             | 3.1.5 MÓDULO DE SALIDAS.....                     | 8        |
|             | 3.1.6 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO O CPU .....      | 9        |
|             | 3.2 SEÑAL .....                                  | 10       |
|             | 3.2.1 SEÑAL ANALÓGICA.....                       | 10       |
|             | 3.2.2 SEÑAL DIGITAL .....                        | 11       |
|             | 3.3 SENSORES.....                                | 11       |
|             | 3.3.1 SENSOR CAPACITIVO .....                    | 12       |
|             | 3.4 TRANSDUCTOR.....                             | 14       |
|             | 3.5 ACTUADOR.....                                | 14       |
|             | 3.6 MOTORES ELÉCTRICOS.....                      | 15       |
|             | 3.6.1 CLASIFICACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS.....   | 15       |
|             | 3.6.2 MOTORES TRIFÁSICOS .....                   | 16       |
|             | 3.6.3 RELACIÓN INTENSIDAD DE ARRANQUE.....       | 17       |
|             | 3.6.4 MOTORES ASÍNCRONOS MONOFÁSICOS.....        | 18       |
|             | 3.6.5 CARGA A VELOCIDAD CONSTANTE .....          | 18       |
|             | 3.7 VARIADORES DE FRECUENCIA.....                | 19       |
|             | 3.7.1 VENTAJAS DE VARIADORES DE FRECUENCIA.....  | 19       |
|             | 3.8 SISTEMA SCADA.....                           | 20       |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.8.1 OBJETIVOS DE SISTEMA SCADA.....                  | 21        |
| 3.8.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA.....       | 22        |
| 3.9 COMPRESORES DE AIRE.....                           | 23        |
| 3.10 PROCESO GENERAL DEL EMBOTELLADO DEL REFRESCO..... | 23        |
| 3.10.1 C.I.P.....                                      | 24        |
| 3.10.1.1 ETAPAS DEL LAVADO .....                       | 25        |
| 3.10.2 SOPLADORA.....                                  | 26        |
| 3.10.2.1 HORNO PARA LA PREFORMA.....                   | 27        |
| 3.10.2.2 PUESTO DE SOPLADO.....                        | 28        |
| 3.10.3 LLENADORA DE BOTELLAS.....                      | 30        |
| 3.10.3.1 PROCESO DE LLENADO.....                       | 30        |
| 3.10.3.1.1 APLICACIÓN DE CHORRO DE GAS.....            | 30        |
| 3.10.3.6.2 PRESURIZACIÓN.....                          | 31        |
| 3.10.3.6.3 LLENADO .....                               | 31        |
| 3.10.3.6.4 CIERRE Y DESCOMPRESIÓN.....                 | 32        |
| 3.10.4 ETIQUETADORA.....                               | 33        |
| 3.10.5 TRANSPORTE DE BOTELLAS .....                    | 33        |
| 3.10.6 TRANSPORTE DE PAQUETES.....                     | 33        |
| 3.10.7 MAQUINA PALETIZADORA SIDEL.....                 | 33        |
| 3.10.8 MESA DISTRIBUIDORA.....                         | 34        |
| 3.10.9 MESA DE COMPACTACIÓN.....                       | 35        |
| <b>IV. METODOLOGÍA.....</b>                            | <b>36</b> |
| 4.1 VARIABLES.....                                     | 36        |
| 4.1.1 VARIABLES DEPENDIENTES.....                      | 36        |
| 4.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES .....                   | 37        |
| 4.2 HIPÓTESIS.....                                     | 38        |
| 4.3 MÉTODO Y ENFOQUE.....                              | 39        |
| 4.3.1 DISEÑO.....                                      | 39        |
| 4.3.2 ENFOQUE:.....                                    | 39        |
| 4.3.3 ALCANCE:.....                                    | 40        |
| 4.3.4 TIEMPO.....                                      | 40        |
| 4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN.....                        | 41        |
| 4.5 ENTREVISTA.....                                    | 41        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....            | 43        |
| <b>V. ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>          | <b>44</b> |
| 5.1 ANTECEDENTES.....                          | 44        |
| 5.2 NUEVO DISEÑO DE MESA DE COMPACTACIÓN ..... | 47        |
| 5.3 LISTADO DE MATERIALES.....                 | 55        |
| 5.4 INSTRUMENTOS.....                          | 57        |
| 5.4.1 TORQUÍMETRO PRECISIÓN INSTRUMENTS.....   | 57        |
| <b>VI. CONCLUSIONES .....</b>                  | <b>64</b> |
| 6.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....              | 64        |
| <b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>               | <b>65</b> |
| 7.1 LA EMPRESA.....                            | 65        |
| 7.2 LA UNIVERSIDAD.....                        | 65        |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>        | <b>66</b> |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 1. PLC SIEMENS S7-300.....   | 6  |
| Ilustración 2. Estructura básica de un PLC.....  | 7  |
| Ilustración 3. Conexión de un proceso industrial a un controlador lógico electrónico. ...              | 9  |
| Ilustración 4. Grafica de una señal.....   | 10 |
| Ilustración 5. Grafica de una señal analógica.....   | 10 |
| Ilustración 6. Gráfica de una Señal Digital.....   | 11 |
| Ilustración 7. Sensores de Proximidad.....   | 11 |
| Ilustración 8. Clasificación de los sensores según su aplicación.....                                  | 12 |
| Ilustración 9. Tipos de Sensores capacitivos.....  | 12 |
| Ilustración 10. Partes del Sensor Capacitivo.....  | 13 |
| Ilustración 11. Salidas del Sensor Capacitivo.....   | 13 |
| Ilustración 12. Actuadores Neumáticos.....   | 14 |
| Ilustración 13. Motor Eléctrico.....   | 16 |
| Ilustración 14. Conexión Estrella Motor trifásico.....   | 16 |
| Ilustración 15. Conexión Triangulo Motor trifásico.....  | 17 |
| Ilustración 16. Relación de intensidades de arranque y plena carga admisible en los<br>motores AC..... | 17 |
| Ilustración 17. Variadores de Frecuencia Danfoss.....  | 19 |
| Ilustración 18. SCADA Paletizadora Sidel L6 CHSA.....  | 20 |
| Ilustración 19. Esquema de Interconexión Sistema SCADA.....  | 22 |
| Ilustración 20. Sistema CIP Cervecería Hondureña.....  | 25 |
| Ilustración 21. Sistema SCADA CIP Cervecería Hondureña.....  | 26 |
| Ilustración 22. Proceso de Soplado botella.....  | 27 |
| Ilustración 23. Preforma PET 22 gr.....  | 27 |
| Ilustración 24. Sistema de Calentado Preforma.....   | 28 |
| Ilustración 25. Puesto de Soplado.....   | 29 |
| Ilustración 26. Formación de la Botella PET.....   | 29 |
| Ilustración 27. Aplicación Chorro Gas.....   | 31 |
| Ilustración 28. Presurización.....   | 31 |
| Ilustración 29. Llenado.....   | 32 |

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 30. Descompresión.....   | 32 |
| Ilustración 31. Paletizadora Sidel CHSA.....                                   | 34 |
| Ilustración 32. Mesa Distribuidora .....                                       | 34 |
| Ilustración 33. Mesa de Compactación.....                                      | 35 |
| Ilustración 34. Cronograma de actividades.....                                 | 43 |
| Ilustración 35. Sistema de Rodillos Mesa de Compactación .....                 | 45 |
| Ilustración 36. Tiempo de paro de paletizadora en el año 2018 .....            | 45 |
| Ilustración 37. Paros en la Paletizadora en el año 2018.....                   | 46 |
| Ilustración 38. Paquete mal Posicionado y Estallado.....                       | 47 |
| Ilustración 39. Modificación de la estructura .....                            | 47 |
| Ilustración 40. Modificación de la estructura (2) .....                        | 48 |
| Ilustración 41. Banda Serie 1000.....  | 49 |
| Ilustración 42. Diseño del sistema de Rodos .....                              | 49 |
| Ilustración 43. Sistema de Rodos .....   | 50 |
| Ilustración 44. Sprockets Para el nuevo Diseño.....                            | 50 |
| Ilustración 45. Sistema de guías de Soporte.....                               | 50 |
| Ilustración 46. Sistema de Guías de Soporte (2).....                           | 51 |
| Ilustración 47. Guías de Soporte lateral.....                                  | 51 |
| Ilustración 48. Rodos conducidos .....   | 52 |
| Ilustración 49. Tabla de medidas para Rodos .....                              | 52 |
| Ilustración 50. Nuevo diseño Mesa de Compactación.....                         | 53 |
| Ilustración 51. Vista de Planta Mesa de Compactación .....                     | 53 |
| Ilustración 52. Transferencia del Distribuidor.....                            | 54 |
| Ilustración 53. Transferencia a Mesa Compactación.....                         | 54 |
| Ilustración 54. Torquímetro Precisión Instruments.....                         | 58 |
| Ilustración 55. Transmisión mesa compactación 1 con rodillos .....             | 59 |
| Ilustración 56. Transmisión mesa compactación 3 con rodillos .....             | 60 |
| Ilustración 57. Transmisión mesa compactación con nuevo diseño.....            | 61 |
| Ilustración 58. Costo anual Por Mantenimiento Mesa de Compactación 2018 .....  | 62 |
| Ilustración 59. Costo mensual Por Mantenimiento Mesa de Compactación 2018..... | 63 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación de los sensores según su aplicación .....                             | 12 |
| Tabla 2. Relación de intensidades de arranque y plena carga admisible en los motores AC..... | 17 |
| Tabla 3. Cronograma de actividades.....  | 43 |
| Tabla 4. Tiempo de paro de paletizadora en el año 2018.....                                  | 45 |
| Tabla 5. Costo anual Por Mantenimiento Mesa de Compactación 2018 .....                       | 62 |
| Tabla 6. Costo mensual Por Mantenimiento Mesa de Compactación 2018.....                      | 63 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|   |    |
|---|----|
| Ecuación 1. Velocidad de sincronismo.....     | 15 |
| Ecuación 2. Carga del motor.....              | 18 |
| Ecuación 3. Cálculo de pérdidas por día ..... | 44 |

## Glosario

1. **CAJA REDUCTORA:** Es un mecanismo que consiste mantener la velocidad de salida en un régimen cercano al ideal, a través de un grupo de engranajes.
2. **FLEXAN:** Cuando el material ha sufrido una carga mayor a la soportada y este pierde su forma original.
3. **HMI:** Es el dispositivo que permite el interfaz entre la persona y la máquina
4. **MESA DE COMPACTACIÓN:** Es la mesa compuesta por 124 rodos donde se reciben los paquetes para agruparlos y distribuirlos.
5. **MOTOR:** Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas.
6. **PLC:** Son dispositivos electrónicos o computadoras de tipo industrial que permiten la automatización industrial.
7. **PROFIBUS:** Es un estándar de comunicación para buses de campo.
8. **SCADA:** Es un sistema que tiene como finalidad supervisar y controlar remotamente una instalación, integrando datos recogidos desde diferentes sensores y PLC, mediante diferentes protocolos en un solo lugar.
9. **SENSORES:** Son dispositivos que están capacitados para detectar acciones externas y responder en consecuencia, pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.
10. **VARIADOR DE FRECUENCIA:** Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor

## I. INTRODUCCIÓN

En el trabajo expuesto se detallará el proyecto de mejora que será implementado en la línea de producción 6 de la planta de refrescos en Cervecería Hondureña.

El proyecto consistió en realizar un mejor sistema de transferencia de paquetes para la mesa de compactación en la paletizadora.

En el 2018 la paletizadora tuvo un promedio 11.01 horas de paro al mes, la gran mayoría está relacionado a paquetes retrasados o caídos en la mesa de compactación obteniendo una pérdida aproximada de 6,020 botellas por día.

El sistema de transferencia está compuesto de cuatro (4) secciones, siendo la sección 1 y la sección 3 las de mayor problema, en cada mantenimiento se deben estar realizando actividades de limpieza o cambio de rodos (62 en total), ya sea porque no giran, o porque están flexados, el mayor problema es que los paquetes llegan mal posicionados a la mesa de compactación, sea que llegan girados o son levantados por las guías de separación, dichas secciones están diseñadas simplemente para transportar los paquetes a la mesa de compactación, pero a pesar de que es una actividad sencilla, el sistema no es eficiente, depende mucho de las condiciones del paquete y de los rodos.

Se diseñó un sistema de transferencia reemplazando los 62 rodos de la sección 1 y 3, utilizando dos bandas transportadoras series 1000, controladas por variadores de frecuencia conectados un PLC Siemens vía Profibus. *"Históricamente, los objetivos de la automatización han sido el procurar la reducción de costes de fabricación, una calidad*

*constante en los medios de producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres."* (Moreno, 2000)

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

CERVECERIA HONDUREÑA S.A, pertenece al grupo AB-InBev, empresa líder en la industria de bebidas carbonatadas y cervecera, se dedica a la fabricación total de dichos productos empezando desde la fabricación de la preforma, fabricación de las distintas presentaciones de las botellas de acuerdo de los moldes diseñados en la sopladora, llenado y sellado de las botellas, etiquetado de las mismas y por último la distribución del producto final. CHSA fue fundada en 1915 en la ciudad de La Ceiba y se constituyó oficialmente en 1925 en San Pedro Sula, generando una amplia aportación de empleo a nuestro país. (Cerveceria Hondureña, 2018)

Actualmente cuenta con seis (6) líneas de producción de refrescos, siendo la línea 6 la más moderna, pero ha presentado múltiples insatisfacciones debidas que no ha respondido a la eficiencia esperada, y con altos costos de mantenimiento.

En el 2018 la paletizadora se detuvo en promedio 11.01 horas, clasificado como paro estrictamente mecánico, relacionados a paquetes retrasados, caídos, botellas explotadas en la mesa de compactación.

### **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Día a día se registran múltiples paros por la maquina paletizadora en la sección de compactación, este sistema funciona por medio de rodos al carbono, los cuales no han

sido efectivos ya que el problema continua, además de ser un sistema costoso para actividades de mantenimiento.

La metodología de los técnicos operadores al enfrentarse a estos problemas durante producción consiste en dirigirse donde la botella esta obstruida y re acomodarla manualmente y nuevamente continuar con la producción, pero, aunque esta actividad pareciera ser sencilla, provoca micro paros los cuales son reflejados en gran magnitud generando pérdidas diarias la empresa.

Durante años se ha observado que el mayor problema es presentado por la inefectividad de los rodos al recibir la carga de paquetes, provocando que el paquete no llegue a la mesa de compactación de manera constante.

Se rediseño el sistema de transporte, para resolver todos estos problemas y reducir los tiempos de paro al mínimo posible, y con un menor tiempo y costo de mantenimiento.

### **2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Durante el proceso de investigación se ha tomado tiempo para analizar detenidamente los problemas ocasionados y medición de la frecuencia de los problemas, consultas a los técnicos del área, surgiendo la pregunta de investigación:

¿Cuáles son las mejoras que se pueden implementar en el sistema de transporte de paquetes para la mesa de compactación de la paletizadora?

De la cual derivan interrogantes potenciales para poder efectuar el proyecto de mejora.

1. ¿Qué tipo de sistema mecánico será más efectivo en comparación a la del sistema actual?

2. ¿Cómo se podrá obtener una reducción considerable en los costos por mantenimiento?
3. ¿De qué manera se puede reducir el tiempo de paro al implementar un nuevo diseño?

Estas son preguntas que surgieron al momento de realizar las observaciones técnicas en la línea de producción, esperando obtener un resultado completamente positivo.

## **2.4 OBJETIVOS**

Los objetivos son de gran importancia ya que mantienen el enfoque de la investigación en la dirección correcta. "Una vez que se entiende por completo el antecedente del problema como originalmente se planteó, se estará listo para replantearlo en forma de enunciado de objetivos coherentes" (Norton, 2009)

### **2.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de transporte de paquete más eficiente para la mesa de compactación en la paletizadora.

### **2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO**

- a) Reducir los tiempos de paro por paquete mal posicionado en la mesa de compactación.
- b) Utilizar de manera adecuada los recursos para la elaboración de mantenimiento del sistema.
- c) Incrementar la producción diaria de paquetes con el nuevo sistema de transferencia.

## **2.5 JUSTIFICACIÓN**

La conveniencia del trabajo radica en generar un mayor conocimiento en términos de procedimiento de automatización de la línea de transporte de paquetes en la mesa de compactación, el cual ha sido poco eficiente en los últimos años, la apertura de iniciativas para el mejoramiento técnico del sistema ha sido escasa y hasta cierto punto nula, a fin de ahondar en diversas implementaciones prácticas que mejoren la gestión logística de la planta se decide crear un sistema de mejoramiento para la línea de transporte ya existente. Su relevancia radica en generar un sistema mejorado de transporte de paquetes, actualmente se opera mediante rodos en la mesa de compactación, se ve la necesidad de realizar un sistema de transferencia a través de un sistema de banda de transporte que proyecta mejores resultados que los que actualmente brinda el método de rodos.

A nivel de implicaciones prácticas la transferencia de paquetes con este sistema será mucho más eficiente, evitará que se continúen registrando pérdidas de producto en la planta, lo cual se verá reflejado en menos pérdidas económicas al final del mes en los cortes de producción.

Desde el punto de vista metodológico, este proyecto está generando la aplicación de una nueva técnica de mejoramiento interno mediante una nueva perspectiva investigativa para generar conocimiento válido, cambiando el esquema habitual de funcionamiento por el de una mejora con mayor eficacia, cuya inversión inicial se recuperará en la reducción de pérdidas a largo plazo, se recopilarán los fundamentos teóricos y proyecciones necesarias para la implementación idónea del sistema de bandas en la línea de transporte y asegurar su correcto funcionamiento.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 AUTOMATIZACIÓN

La automatización consiste en integrar sistemas mecánicos, eléctricos e informáticos en procesos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. *“Históricamente, los objetivos de la automatización han sido el procurar la reducción de costes de fabricación, una calidad constante en los medios de producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres”* (Moreno, 2000).

##### 3.1.1 AUTÓMATA PROGRAMABLE

(Cuenca, 2017) afirma que:

Entendemos por Autómata Programable, o PLC (Control Lógico Programable), todo dispositivo electrónico, diseñado para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. (p.8)



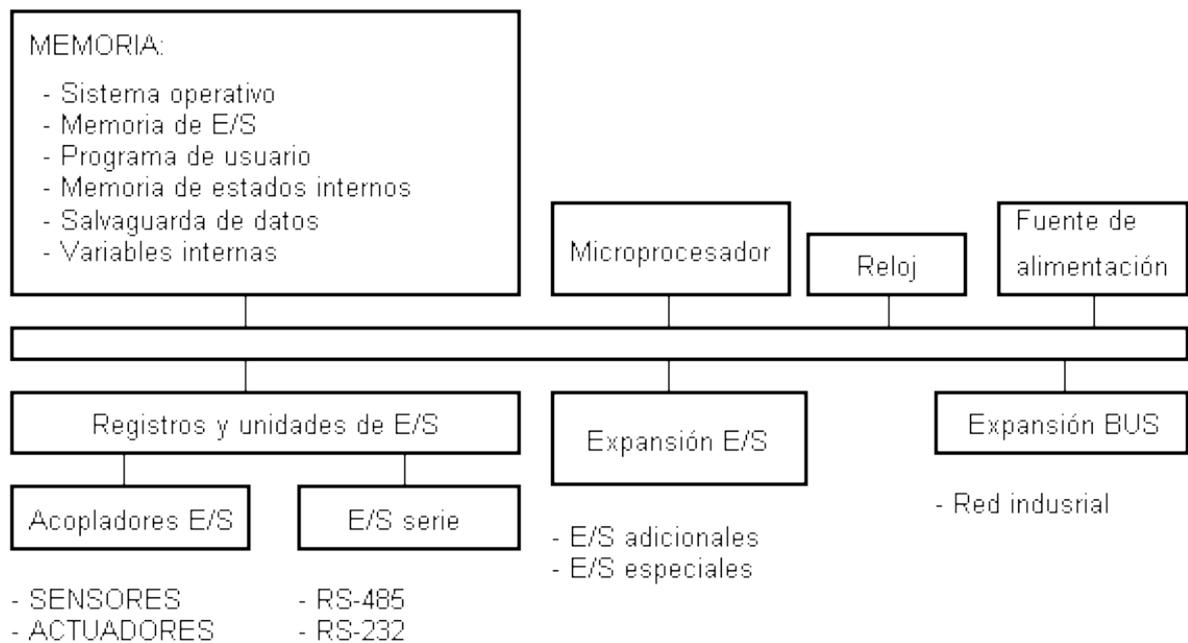
**Ilustración 1. PLC SIEMENS S7-300**

Fuente: (Siemens, 2017)

### 3.1.2 ESTRUCTURA DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE.

La función básica es la de reducir el trabajo del usuario a realizar el programa, es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada señal de salida.

La estructura básica de un autómata programable es la siguiente:



**Ilustración 2. Estructura básica de un PLC.**

Fuente: (Cuenca, 2017)

### 3.1.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Es la encargada de convertir la tensión de la red eléctrica alterna sea bien 110v o 220v, a una tensión de corriente continua, por lo general 24v. Siendo esta la tensión de trabajo de los componentes electrónicos. (Jiménez, Yuste, & Martínez, 2012)

### **3.1.4 MÓDULO DE ENTRADA**

Es el bloque en el que se unen los captadores o sensores (Sensores, pulsadores, interruptores, finales de carrera, etc.), la señal es enviada a la CPU para poder procesarla y realizar una actividad de acuerdo a la programación.

Se pueden clasificar dos tipos de captadores al módulo de entrada: los pasivos y los activos.

*Los captadores pasivos* son los que cambian su estado lógico (activo o no activo) por medio de una acción mecánica, estos son los interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc.

*Los captadores activos* son dispositivos electrónicos que suministran una tensión automática, que es función de una determinada variable. (Baturone, 2005)

### **3.1.5 MÓDULO DE SALIDAS**

Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (Pistones, Bobinas de contactores, relés, motores, etc.).

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada se envía al bloque de salida para que esta active o desactive los actuadores en la que en ellas están conectados.

Según el tipo de trabajo que estaremos realizando podemos utilizar diferentes módulos de salida:

- a) *Relé*: son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna, basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.

- b) *Transistores a colector abierto*: Son utilizados en circuitos que requieren maniobras de conexión / desconexión muy rápida. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua.
- c) *Triac*: son utilizados en circuitos de corriente alterna y corriente continua que requieren conmutaciones rápidas. (Rashid, 2004)

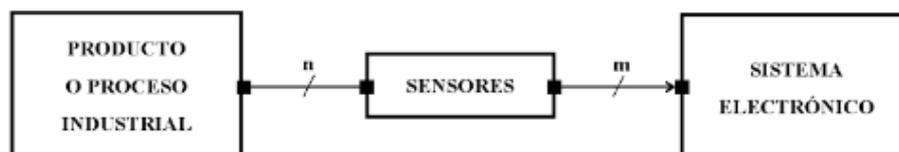
Los más utilizados en la actualidad son salidas a Relé y salida Transistorizada.

### 3.1.6 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO O CPU

Encargado de recibir las ordenes por medio de las señales de entrada, posteriormente las procesa y envía respuesta al módulo de salidas, el programa se encuentra guardado en su memoria interna.

(Pérez, Acevedo, Silva, & Quiroga, 2009) Afirman que:

La mayoría de las variables físicas a medir no son eléctricas, entre ellas puede citar la temperatura, la presión, el nivel de un líquido o un sólido, la fuerza, la radiación luminosa, la posición, velocidad, aceleración o desplazamiento de un objeto, etc. Por ello el acoplamiento (*Interface*) entre el sistema electrónico y el proceso se debe realizar a través de dispositivos que convierten las variables no eléctricas en eléctricas y que reciben el nombre de sensores.

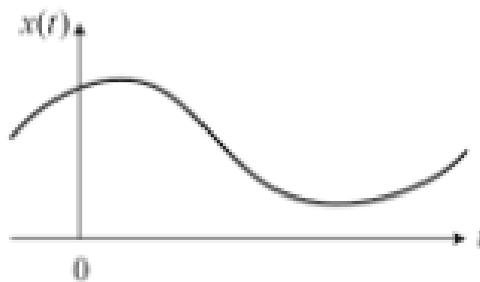


**Ilustración 3. Conexión de un proceso industrial a un controlador lógico electrónico.**

Fuente: (Cuenca, 2017)

### 3.2 SEÑAL

Se define una señal como una función de una o más variables que representan una cantidad física; típicamente contiene información acerca del comportamiento natural de los fenómenos; por ejemplo, las señales eléctricas, acústicas, de video, biológicas, etc. Para el caso de una dimensión, la señal se representa mediante la forma  $x(t)$ , siendo  $t$  la variable independiente y  $x$  la variable dependiente (Pablo, 2017).

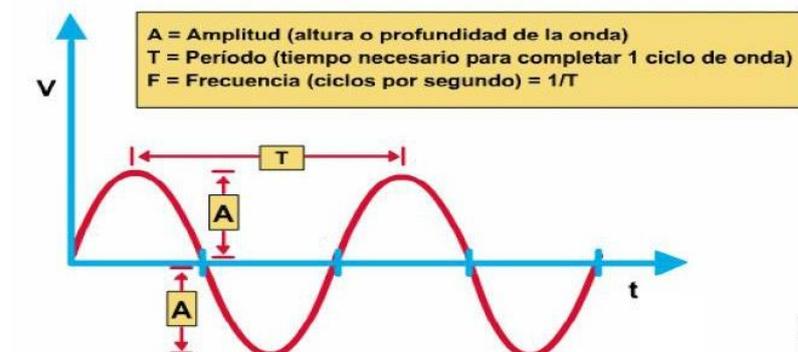


**Ilustración 4. Grafica de una señal**

Fuente: (Pablo, 2017)

#### 3.2.1 SEÑAL ANALÓGICA

Una señal analógica es una magnitud física variable en el tiempo, que, dentro de un mismo rango, puede tomar valores infinitos de amplitud (Cantón, 2014).

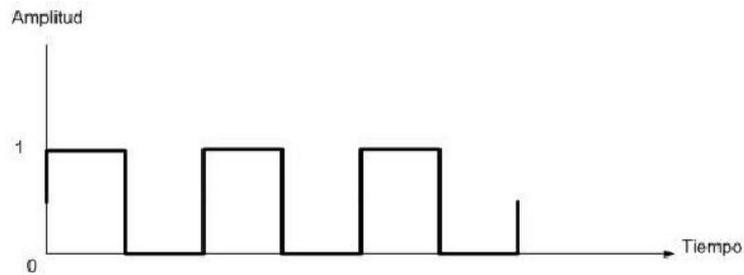


**Ilustración 5. Grafica de una señal analógica.**

Fuente: (Cantón, 2014)

### 3.2.2 SEÑAL DIGITAL

Son aquellas señales que además de estar definidas en intervalos de tiempo discretos, solo pueden tomar un número finito de estos valores (Bolton, 2005).



**Ilustración 6. Gràfica de una Señal Digital**

Fuente: (Cantón, 2014)

### 3.3 SENSORES

Los sensores son dispositivos físicos que miden cantidades físicas, tales como distancia, luz, sonido, olor, temperatura, velocidad, etc. El objetivo es permitir que los robots puedan recibir y percibir información desde el mundo que los rodea (Escalona, 2007).



**Ilustración 7. Sensores de Proximidad**

Fuente: (Pepperl & Fuchs, 2017)

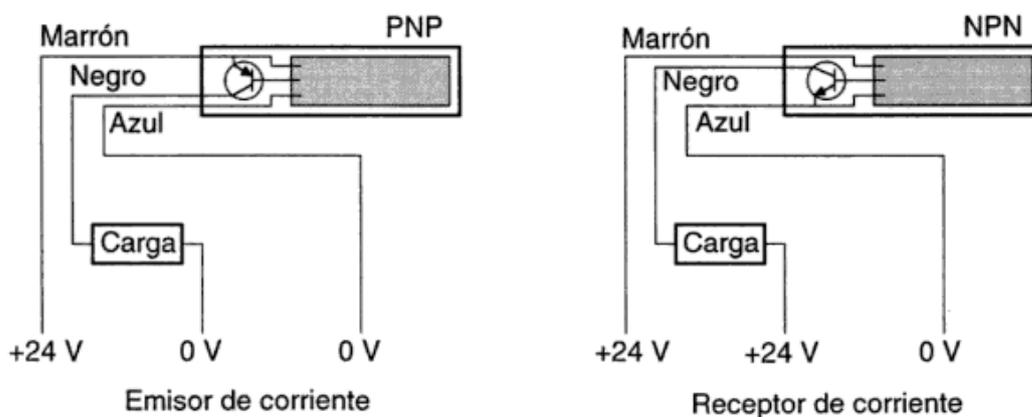
| Propiedad Física     | Tecnología                         |
|----------------------|------------------------------------|
| Contacto             | Switch, Sensor de Contacto         |
| Distancia            | Ultrasonido, Radar, Infrarrojo     |
| Luz                  | Diodo Infrarrojo, Fotorresistencia |
| Nivel de Luz/ imagen | Camaras                            |
| Sonido               | Microfono                          |
| Olor                 | Quimica                            |
| Temperatura          | Termal, Infrarrojo                 |

### Ilustración 8. Clasificación de los sensores según su aplicación

Fuente: (Escalona, 2007)

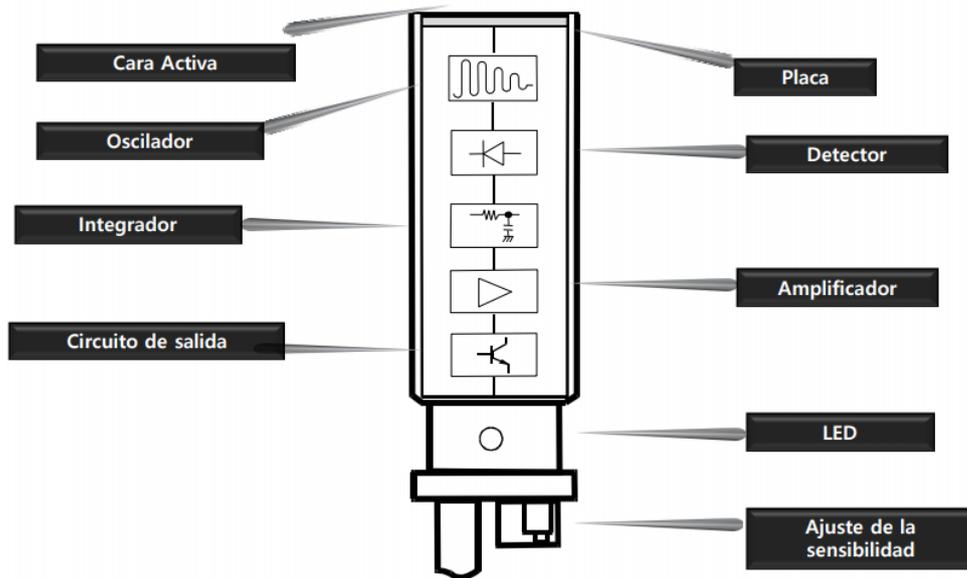
#### 3.3.1 SENSOR CAPACITIVO

Los sensores capacitivos constan de una placa capacitiva en su extremo. La carga en esta placa es susceptible de ser modificada por cualquier objeto que se mueva en su alcance. La distancia puede ser ajustada dependiendo del material a percibir mediante un potenciómetro integrado (Hyde, Cuspinera, & Regué, 2001).



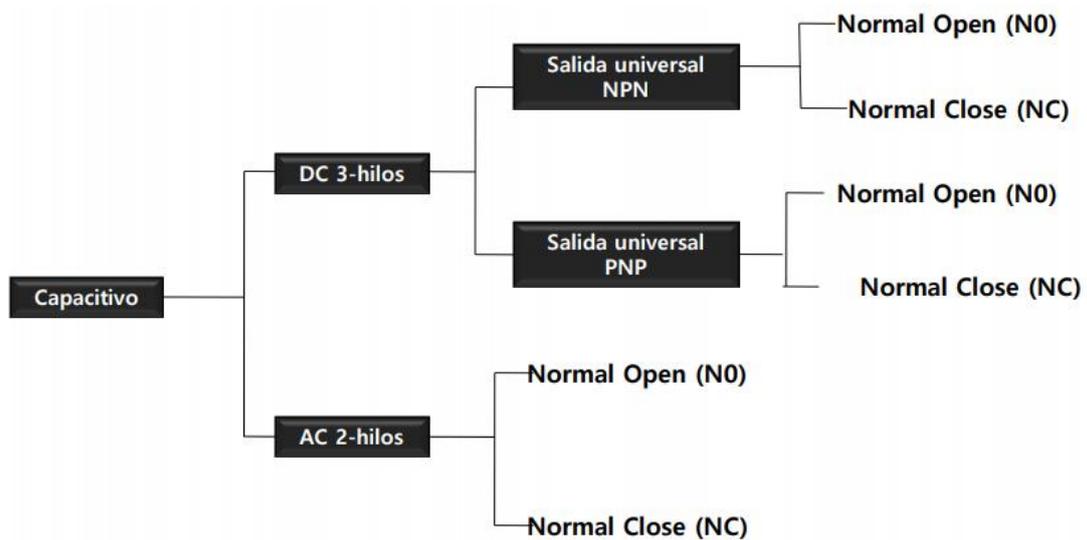
### Ilustración 9. Tipos de Sensores capacitivos

Fuente: (Hyde et al., 2001)



**Ilustración 10. Partes del Sensor Capacitivo**

Fuente: (Hyde et al., 2001)



**Ilustración 11. Salidas del Sensor Capacitivo**

Fuente: (Hyde et al., 2001)

### 3.4 TRANSDUCTOR

Los transductores son dispositivos que convierten señales desde un medio físico a una señal correspondiente teniendo una diferente forma física tal como mecánicos, magnética, eléctrica, óptica, químico, etc. Los transductores pueden modificar o conservar la energía (Areny, 2004).

### 3.5 ACTUADOR

Los actuadores son los elementos que permiten transformar las señales eléctricas de salida del sistema en actuaciones físicas sobre el proceso, generalmente pueden ser hidráulicos, neumáticos y eléctricos (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014).



**Ilustración 12. Actuadores Neumáticos**

Fuente: (Festo, 2018)

### 3.6 MOTORES ELÉCTRICOS

Son máquinas eléctricas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables, se componen de partes, una fija llamada estator y una móvil llamada rotor (Smeaton, 2000).

#### 3.6.1 CLASIFICACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS

- **Motores de Corriente Continua:**

1. De excitación independiente
2. De excitación serie.
3. De derivación.
4. Excitación Compuesta.

- **Motores de Corriente Alterna:**

1. Motores Síncronos.
2. Motores Asíncronos:
  - a) Monofásicos:
    1. De Bobina Auxiliar
    2. Espira en Cortocircuito
    3. Universal
  - b) Trifásicos:
    1. Rotor Bobinado.
    2. Jaula de Ardilla

La velocidad de sincronismo de los motores eléctricos de corriente alterna viene definida por la siguiente expresión:

$$n = \frac{60f}{p}$$

**Ecuación 1. Velocidad de sincronismo**

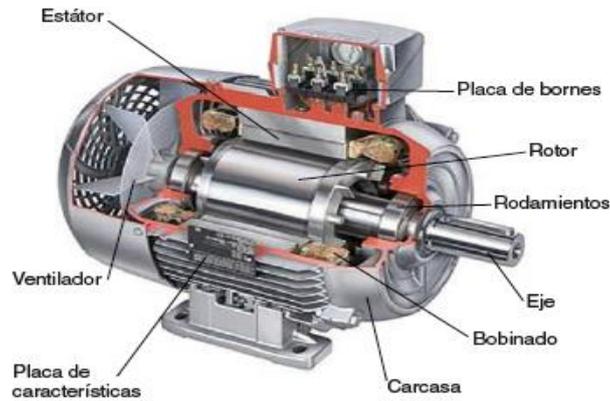
**Dónde:**

n= número de revoluciones por minuto.

f= frecuencia de la red.

$p$ = número de pares de polos del motor.

Se da nombre de motor asíncrono al motor de corriente alterna cuya parte móvil gira a una velocidad distinta a la de sincronismo (Reyes, Cid, & Vargas, 2013).



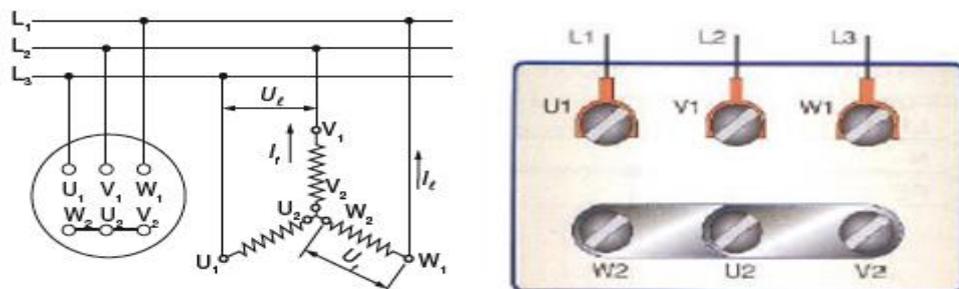
**Ilustración 13. Motor Eléctrico**

Fuente: (Smeaton, 2000)

### 3.6.2 MOTORES TRIFÁSICOS

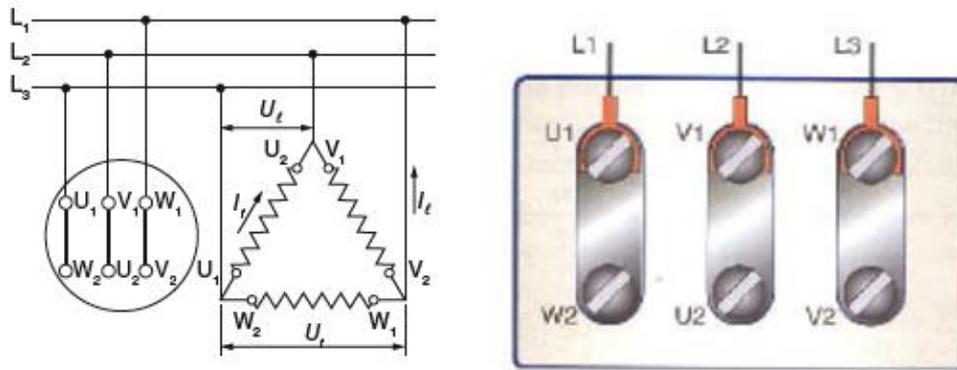
Son motores en los que el bobinado inductor colocado en el estator está formado por tres bobinados independientes desfasados  $120^\circ$  entre sí, alimentados por una red eléctrica trifásica de corriente alterna (Smeaton, 200).

Estos pueden ser conectados en estrella o en triángulo, como se muestra en los siguientes diagramas.



**Ilustración 14. Conexión Estrella Motor trifásico**

Fuente: (Smeaton, 2000)



**Ilustración 15. Conexión Triangulo Motor trifásico**

Fuente: (Smeaton, 2000)

### 3.6.3 RELACIÓN INTENSIDAD DE ARRANQUE

La relación que debe existir entre las intensidades de arranque y plena carga de los

| Potencia nominal del motor de corriente alterna | Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de arranque y plena carga |
|---|--|
| De 0.75 a 1.5 kW                                | 4.5  |
| De 1.5 a 5.0 kW                                 | 3.0  |
| De 5.0 a 15.0 kW                                | 2.0  |
| De más de 15.0 kW                               | 1.5  |

motores alimentados desde una red de alimentación en función de su potencia.

**Ilustración 16. Relación de intensidades de arranque y plena carga admisible en Los motores AC**

Fuente: (Smeaton, 2000)

### 3.6.4 MOTORES ASÍNCRONOS MONOFÁSICOS

Son muy parecidos a los trifásicos, con el inconveniente de que su rendimiento y factor de potencia son inferiores. A igual potencia, el monofásico es más voluminoso en comparación al trifásico y, siempre que las condiciones lo permitan, se utilizarán trifásicos.

### 3.6.5 CARGA A VELOCIDAD CONSTANTE

Al momento de seleccionar un motor es importante determinar la carga que hay que mover y sus características de par. Se requiere información sobre las condiciones de operación del motor, que incluye el entorno ambiental, el montaje, como se mueve la carga y las características carga-motor.

El término Carga-Motor, se le conoce como la potencia requerida por la máquina accionada,  $1 \text{ hp} = 33\,000 \text{ ft-lb/min}$ , la carga del motor en  $\text{hp} = \text{ft-lb}/33\,000$ . Para maquinaria rotativa, los  $\text{ft-lb}$  son la fuerza requerida para hacer girar el eje, multiplicada por la distancia en pies, sobre la fuerza que actúa; el término  $\text{ft-lb}$  es equivalente al par motor en  $\text{lb-ft} = \text{radio} \times 2\pi \times \text{lb} \times r/\text{min}$ . Por lo tanto,

$$\text{Carga del motor en hp} = \frac{\text{radio} \times 2\pi \times \text{lb} \times r/\text{min}}{33\,000} = \frac{\text{radio} \times \text{lb} \times r/\text{min}}{5\,250}$$

La relación establece por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{hp} = \frac{\text{lb} \times \text{ft} \times r/\text{min}}{5\,250}$$

#### **Ecuación 2. Carga del motor**

En donde  $\text{lb-ft}$  es el par del motor o sea el esfuerzo requerido para hacer girar la carga.

### **3.7 VARIADORES DE FRECUENCIA**

Un variador de frecuencia es un aparato destinado a modificar la frecuencia y, por lo tanto, la velocidad, de un motor de inducción asíncrono; es decir, que genera una corriente alterna con la frecuencia y la tensión necesaria para accionar dicho motor AC (Pulido, 2000).



**Ilustración 17. Variadores de frecuencia Danfoss**

Fuente: (Danfoss, 2017)

El variador de frecuencia permite modificar el valor de la frecuencia para hacer que el motor gire a más o a menos velocidad, también podemos regular la intensidad de arranque del motor, independientemente de la frecuencia que disponga la red eléctrica.

#### **3.7.1 VENTAJAS DE VARIADORES DE FRECUENCIA**

1. Ahorro Energético: Consume solo lo necesario en cada momento
2. Se puede instalar en máquinas que estén funcionando sin él y no requiere modificar sus partes.
3. Puede ser controlado a distancia y con cualquier sistema automático.
4. Se pueden conectar varios motores en paralelo.

5. No requiere relé térmico, ya que protege el motor por control de la intensidad, sobrecarga y sobre intensidad instantánea.
6. Se puede obtener una velocidad constante cualquiera que sea la carga.
7. Se puede programar el tiempo de arranque y de parada, freno.
8. Se pueden programar varias velocidades distintas con rampas de arranque y de parada.

### 3.8 SISTEMA SCADA

Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con Supervisión y Adquisición de Datos) es el que permite el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando herramientas de comunicación necesarias en cada caso. (Penin, 2011)

Utilizaremos un sistema SCADA para supervisar, controlar todo el sistema de la Paletizadora con la ventaja de poder monitorear cada actividad de la máquina.



**Ilustración 18. SCADA paletizadora Sidel L6 CHSA**

Fuente: (Cervecería Hondureña, 2008)

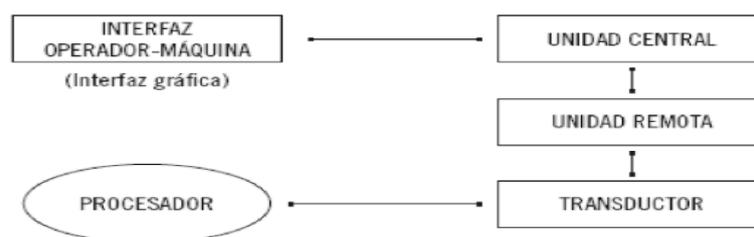
### 3.8.1 OBJETIVOS DE SISTEMA SCADA

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

1. **Economía:** Es más fácil de ver que ocurre en la instalación desde la oficina que enviar un operador a realizar la tarea.
2. **Accesibilidad:** Será posible modificar los parámetros de funcionamiento, consultar estado de cada tarea.
3. **Mantenimiento:** La adquisición de datos materializa la posibilidad de obtener datos de un proceso, almacenarlos y presentarlos de manera inteligible para un usuario no especializado. La misma aplicación se puede programar de manera que nos indique cuando se aproximen las fechas de revisión o cuando la maquina tenga fallos.
4. **Ergonomía:** Es la ciencia que procura hacer que la relación entre el usuario y el proceso sea lo menos tirante posible.
5. **Gestión:** Todos los datos recopilados pueden ser valorados de múltiples maneras mediante herramientas estadísticas, graficas, valores tabulados, que permitan explorar el sistema con el mejor rendimiento posible.
6. **Flexibilidad:** cualquier modificación de alguna de las características del sistema de visualización no significa un gasto en tiempo y medios, pues no hay modificaciones físicas que requieran la instalación de un cableado.
7. **Conectividad:** Se buscan sistemas abiertos. La documentación de los protocolos de comunicación actuales permite la interconexión de sistemas de diferentes proveedores y evita la existencia de lagunas informativas que puedan causar fallos en el funcionamiento o en la seguridad.

### 3.8.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN SISTEMA SCADA

- **Interfaz Hombre-Máquina:** Son los dispositivos finales de comunicación y visualización con los que debe interactuar el operador de planta (pantallas, botoneras, etc.).
- **Unidad Central (MTU):** (Master Terminal Unit), será el equipo encargado de realizar las operaciones programadas de supervisión y control en función de las variables medidas y consignas aportadas. Es la unidad maestra que controla el resto de unidades esclavo.
- **Unidades Remotas (RTUs);** (Remote Terminal Unit) Son todas aquellas unidades, PCs o dispositivos que envían información a la unidad central y que se encuentran alejadas del centro de control. Estos dispositivos se encargan de recopilar los datos de los elementos de campo y enviarlos a la Unidad Central.
- **Sistema de Comunicaciones:** Son los equipos encargados de transferir la información y los datos entre los actuadores y sensores y la Unidad Central, que es el punto donde se supervisa y controla el proceso. Está conformado por medios de comunicación, transmisores y receptores.
- **Transductores:** Serán los elementos que transformarán señales físicas o químicas en señales eléctricas (Alonso, 2013).



**Ilustración 19. Esquema de Interconexión Sistema SCADA**

Fuente: (Alonso, 2013)

### **3.9 COMPRESORES DE AIRE**

Se llaman compresores de aire a las máquinas que sirven para comprimir los gases. Por la manera de comprimir los gases, se distinguen dos tipos de compresores, los volumétricos y los de flujo.

En los compresores volumétricos, el aumento de presión se logra por la disminución de volumen de gas confinado en una cámara y el proceso de compresión es pulsante, es decir, no es continuo.

En los compresores de flujo, la elevación de la presión del gas se logra por la transformación de la energía cinética que se le proporciona por medio de un rodete de forma adecuada, en energía de presión, cuando se hace que disminuya la velocidad del gas, de esta manera, el proceso de compresión es continuo (Luszczewski, 2004).

### **3.10 PROCESO GENERAL DEL EMBOTELLADO DEL REFRESCO**

El proceso para la producción de refrescos PET (Politereftalato de Etileno), inicia desde la preparación de la Preforma al momento que se realiza la botella en la Sopladora, obteniendo el diseño de la botella de acuerdo a las exigencias de producción.

Luego la llenadora se encarga de recibir la botella saliendo de la sopladora y realiza el soplado a la botella para poder realizar su llenado y sellado correspondiente.

La botella llenada y sellada es transportada por la banda transportadora de botella a la etiquetadora para su respectivo etiquetado, esta es enviada a la multiempacadora de paquetes para luego ser empaquetada y almacenada.

### **3.10.1 C.I.P**

El sistema de limpieza C.I.P. (Clearing In Place) se basa en la limpieza del equipo de producción sin el desmontaje, lo cual refleja una ventaja notable respecto a los sistemas tradicionales de limpieza.

El sistema consiste en hacer circular a través del sistema de depósitos y tuberías, una serie de soluciones de limpieza y desinfección en un circuito cerrado desde unos depósitos de preparación de estas disoluciones, de acuerdo con unas secuencias y unos tiempos establecidos por el departamento de saneamiento.

El propósito del sistema de limpieza C.I.P. es eliminar los compuestos orgánicos propios del proceso ya que son la base para el crecimiento de bacterias.

La limpieza C.I.P es una limpieza realizada con productos químicos para la limpieza profunda basada en los parámetros; concentración y tipos de agentes de limpieza, temperatura y tiempo.

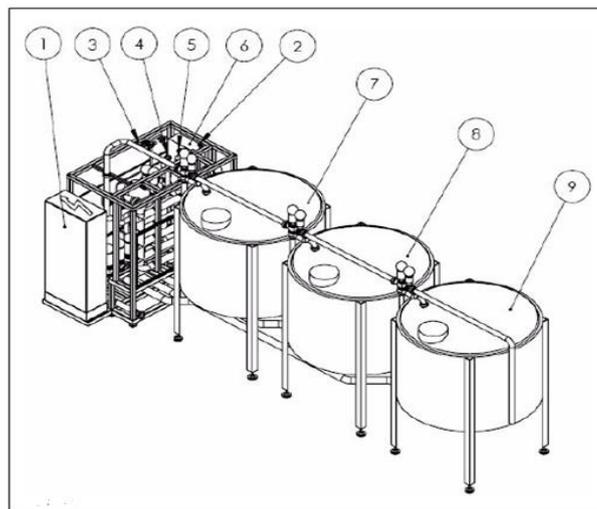
La disolución C.I.P. se prepara añadiendo el reactivo al tanque de formulación y recirculando la disolución mediante la bomba centrífuga que se sitúa en paralelo a la bomba del producto. El reactivo se dosifica en un tanque mediante una bomba dosificadora y al mismo tiempo se va añadiendo agua para que se pueda conseguir la concentración deseada, una vez que se haya conseguido la concentración necesaria del producto, el sistema de control lo detectará y dará aviso de que ha finalizado con el paso de preparación de la disolución y así proceder con el siguiente paso.

### 3.10.1.1 ETAPAS DEL LAVADO

Las funciones del sistema de lavado son las que se indican a continuación.

Las etapas serán de acuerdo por el programa, pueden ser todas o sólo algunas de ellas:

- Llenado del tanque con agua de la red del depósito
- Enjuague preliminar con agua a temperatura ambiente
- Preparación de la solución de lavado
- Calentamiento del agua y/o de la solución de lavado
- Lavado con solución higienizante caliente a unos 90° C
- Enjuague con agua caliente (85° C a 90° C);
- Enjuague en frío.

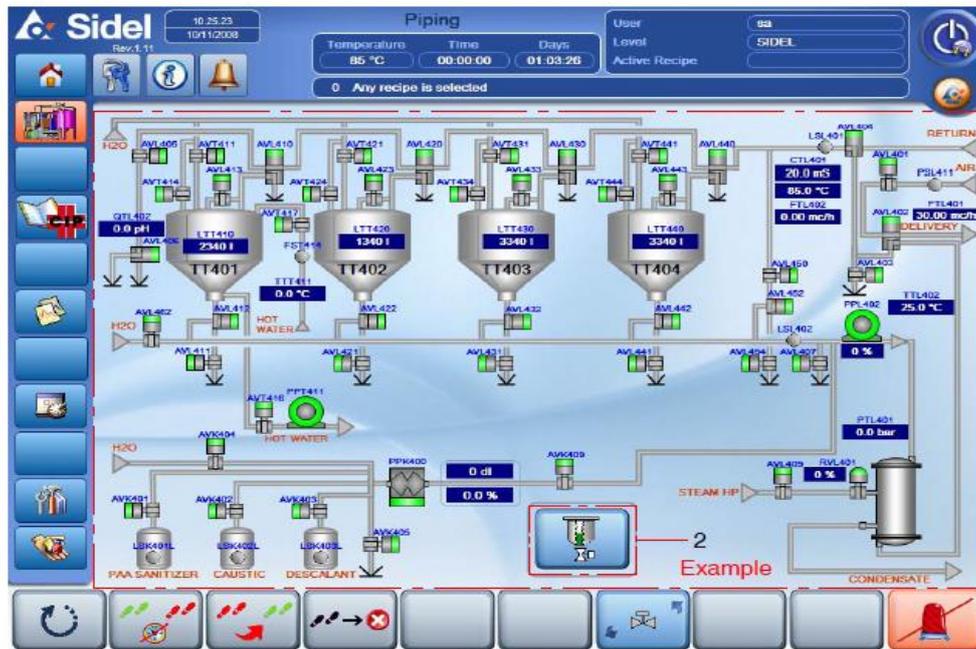


**Ilustración 20. Sistema CIP Cervecería Hondureña**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

1. Sistema Eléctrico
2. Sistema Neumático
3. Entrada Aire
4. Impulsión Solución de lavado
5. Retorno solución de lavado

6. Entrada agua para enjuague de productos químicos
7. Deposito solución caustica
8. Deposito solución acida
9. Deposito opcional.



**Ilustración 21. Sistema SCADA CIP Cervecería Hondureña**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

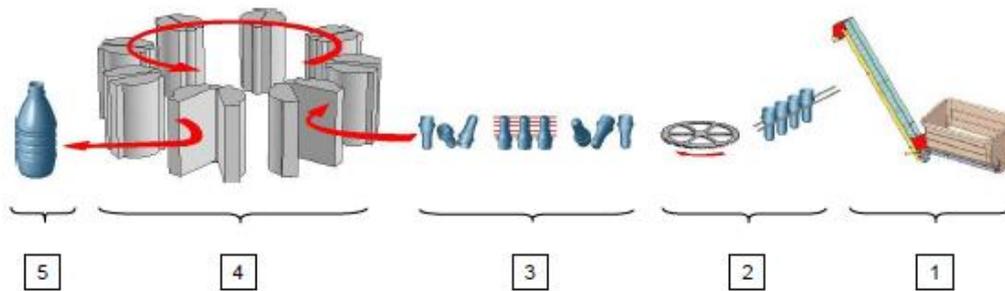
En este SCADA el operador del C.I.P puede realizar los monitoreos correspondientes para la puesta en marcha del sistema cuando este sea requerido por saneamiento.

### 3.10.2 SOPLADORA

La máquina Sopladora se encarga de realizar la botella mediante el sistema de soplado a alta presión de las preformas en PET (Polietileno Tereftalato).

Las botellas son producidas a partir de preformas inyectadas a alta presión de acuerdo a las características del artículo final.

A continuación, se muestra un proceso en bloques del proceso general de la botella desde que ingresa a la sopladora y es ingresada a la llenadora.



**Ilustración 22. Proceso de Soplado botella**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

- 1 Las preformas son ingresadas a la maquina a través del transporte de preformas
- 2 Las preformas se introducen en la máquina
- 3 Las preformas ingresan al horno a alta temperatura (320°C)
- 4 Las preformas son sopladas en un molde
- 5 La botella es transportada a la llenadora a través de las estrellas de transferencia

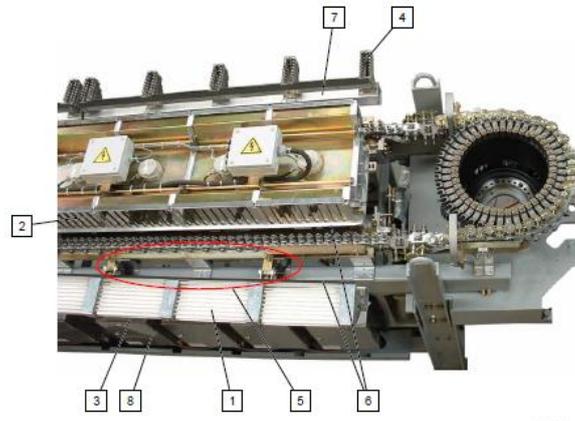


**Ilustración 23. Preforma PET 22 gr**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### **3.10.2.1 HORNO PARA LA PREFORMA**

Los módulos de caldeo efectúan el calentamiento controlado de los cuerpos de preformas, para soplarlas después de la transferencia a los moldes.



**Ilustración 24. Sistema de Calentado Preforma**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

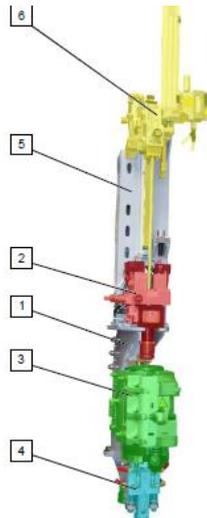
1. Lámparas infrarrojas 2500 Watts
2. Reflector de placas o perforado
3. Reflector trasero
4. Estante soporte lámparas
5. Sistema de volcado
6. Rampa de enfriamiento (agua)
7. Conducto de enfriamiento (aire)
8. Caja reguladora de potencia

### **3.10.2.2 PUESTO DE SOPLADO**

El puesto de soplado es el encargado de recibir las preformas calientes salidas del horno y transformarlas en la botella final para el llenado mediante el sistema de soplado, para luego ser enviadas a la llenadora para su llenado correspondiente.

La cadencia de producción de una máquina está en función del número de puestos que contiene la sopladora, en nuestro caso cuenta con 16 (El doble del de la línea 5).

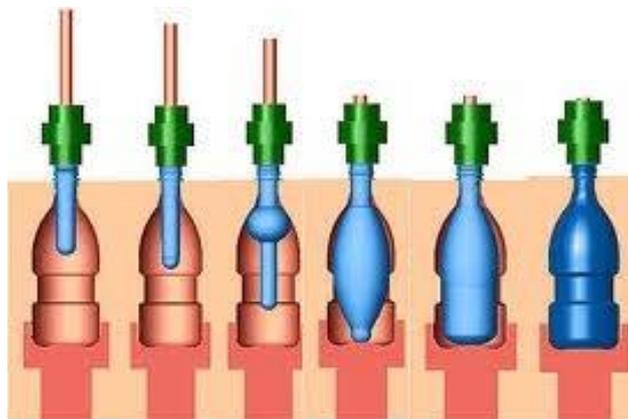
A continuación, se muestra el sistema Puesto de Soplado en el que realiza el sistema de soplado de la botella, son 16 en total.



**Ilustración 25. Puesto de Soplado**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

1. Consola de soplado
2. Cilindro de tobera y electroválvulas "TORNADO"
3. Unidad portamolde
4. Conjunto soporte fondo de molde
5. Consola de estirado
6. Sistema de estirado



**Ilustración 26. Formación de la Botella PET**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### **3.10.3 LLENADORA DE BOTELLAS**

Esta máquina es capaz de producir 17,000 b/h, además de una adecuada resistencia a los ambientes corrosivos, mantenimiento limitado, alto nivel de fiabilidad y facilidad de trabajar al momento de realizar cambios de formato, hacen de ésta una máquina segura, versátil y fiable para toda aplicación. Todos los movimientos mecánicos son ejecutados y controlados electrónicamente mediante el PLC Siemens.

En el interior de la máquina los envases son sometidos a proceso de soplado, llenado y taponado final, los envases son introducidos en la máquina mediante unas estrellas de transferencia para poder realizar los procesos de manera que no sean manipulados por el operador.

#### **3.10.3.1 PROCESO DE LLENADO**

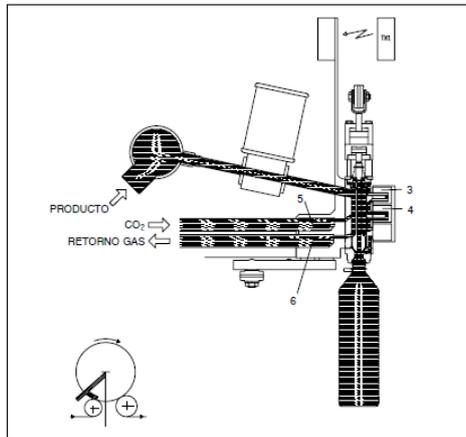
El proceso de llenado consta de varias etapas de las que a continuación mostraremos junto a una ilustración para su mejor comprensión.

Las principales fases de llenado son:

1. Aplicación de chorro Gas
2. Presurización
3. Llenado
4. Cierre y descompresión

##### **3.10.3.1.1 APLICACIÓN DE CHORRO DE GAS**

Una vez alcanzada la posición de retención, desde la tarjeta maestro es lanzado el mando a las tarjetas esclavo de las válvulas, activándose el procedimiento de llenado, que comienza con la aplicación de chorro de gas a fin de abrir las válvulas.

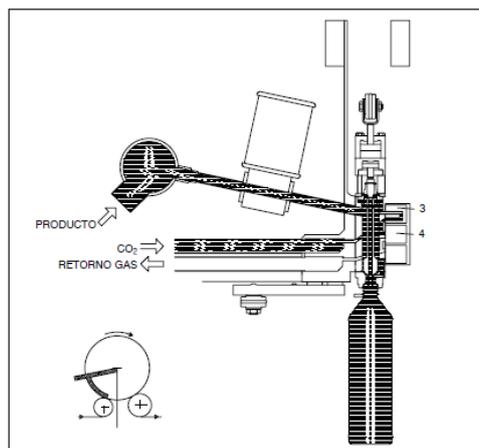


**Ilustración 27. Aplicación Chorro Gas**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### 3.10.3.6.2 PRESURIZACIÓN

Se cierra la válvula de membrana, mientras que la válvula de membrana permanece abierta, obteniéndose de esta forma la presurización de la botella.



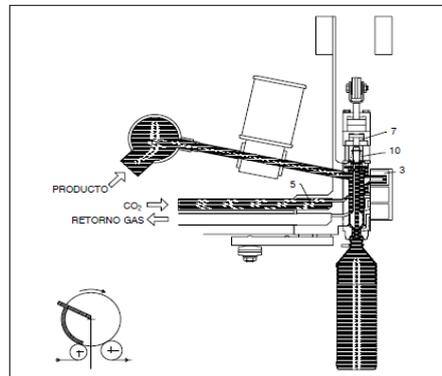
**Ilustración 28. Presurización**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

### 3.10.3.6.3 LLENADO

Con la botella en presión, retirando aire al cilindro, el resorte provoca la apertura de la válvula del líquido, comenzando de esta forma el llenado isobarométrico por caída.

El líquido baja a lo largo de las paredes de la botella, sin turbulencias. Mientras el líquido entra, el flujo de gas, pasando a través de la válvula de membrana, retorna a la cámara

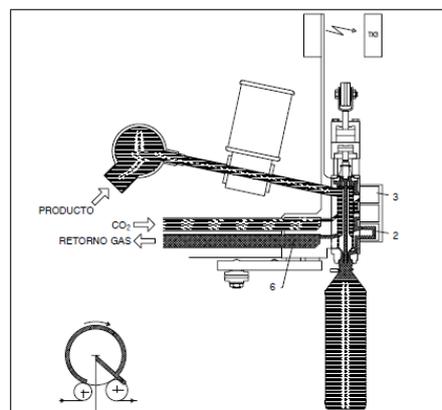


**Ilustración 29. Llenado**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

#### **3.10.3.6.4 CIERRE Y DESCOMPRESIÓN**

Se abre la válvula de membrana (3) y la válvula de membrana (2) que permite descomprimir el cuello de la botella. El gas de descompresión es enviado a la cámara (6) de descarga.



**Ilustración 30. Descompresión**

Fuente: (Cervecería Hondureña)

#### **3.10.4 ETIQUETADORA**

El principio de funcionamiento de las máquinas etiquetadoras rotativas consiste en trasladar el envase desde una cinta transportadora de una fila hacia un carrusel circular en donde se aplica la etiqueta por medio de un tambor giratorio que realizara la distribución de pegamento a la etiqueta.

#### **3.10.5 TRANSPORTE DE BOTELLAS**

Se encargará de transportar las botellas que son previamente etiquetadas y las transportara a la empacadora que agrupa los refrescos en grupos de 6 (Six Pack).

#### **3.10.6 TRANSPORTE DE PAQUETES**

Una vez que han sido agrupados y flejeados los paquetes en la empacadora, son transportados por la mesa transporte de paquetes para poder distribuirlos a la bandeja de entrada de la Paletizadora (Cervecería Hondureña, 2018).

#### **3.10.7 MAQUINA PALETIZADORA SIDEL**

Es una maquina cuyo objetivo es la de agrupar los paquetes de refrescos sobre un palé, para su almacenaje y transporte a los distintos puntos de venta.

Está compuesta por un sistema de transferencia de (4) secciones, siendo la 1 y 3 las de mayor problema al momento de distribuir los paquetes a la mesa de compactación.

La Paletizadora cuenta con varias máquinas para el desarrollo de las tareas, donde son agrupados, transportados, y organizados los paquetes (Cuenca, 2017).

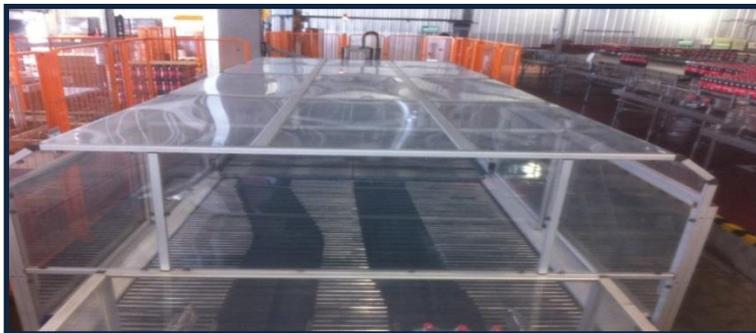


**Ilustración 31. Paletizadora Sidel CHSA**

Fuente: Autoría propia

### **3.10.8 MESA DISTRIBUIDORA**

Se encarga de enviar o distribuir los paquetes por medio del divisor de paquetes a la mesa de compactación de acuerdo a las especificaciones de cada presentación, de acuerdo al tamaño de cada producto.



**Ilustración 32. Mesa Distribuidora**

Fuente: Autoría propia

### **3.10.9 MESA DE COMPACTACIÓN**

Es la encargada de recibir, agrupar, compactar y enviar los paquetes al cabezal del RoboPac. Es aquí donde nos centraremos para el estudio del proyecto de mejora, ya que como se ha mencionado, presenta muchos problemas al momento de distribuir el producto, provocando muchos paros de producción.



**Ilustración 33. Mesa de Compactación**

Fuente: Autoría propia

## **IV. METODOLOGÍA**

La investigación es muy importante al momento de realizar un proyecto, ya que este es quien dirigirá al éxito del mismo. "El significado de metodología en sí, se refiere a los métodos de investigación que se siguen para alcanzar los objetivos en una ciencia o estudio" (Yin, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2007). Esta ayudara a poder enfocar en las cosas más importantes en la investigación y solución del problema, en la metodología se incluyen elementos muy importantes como: variables dependientes e independientes, método, enfoque, recolección de datos y cronograma de actividades.

Se describe detalladamente las fases o etapas que fueron necesarios realizar para desarrollar la investigación y alcanzar los objetivos planteados.

### **4.1 VARIABLES**

Las variables en la investigación, representan un concepto de gran importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis. Una variable es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de medirse y observarse (Sampieri, Fernandez C, & Baptista, 2006).

#### **4.1.1 VARIABLES DEPENDIENTES**

Las variables dependientes, son las que cambian de acuerdo al control que se les da a las variables independientes.

1. La velocidad de los motores, ya que esta debe ser la adecuada para una transferencia eficiente del producto evitando derrumbamiento y/o colisión

dentro de la mesa de compactación. Variable cuantitativa de intervalo medible mediante metros trasladados por segundos.

2. El tiempo de activación también es muy importante ya que las bandas de transferencia no estarán siempre activadas, estas lo serán mientras los sensores reciban la señal de presencia de paquete y envíen la señal al PLC. Variable cuantitativa de razón medible mediante el empleo de minutos/segundos.
3. La tensión que tendrán nuestras bandas de transferencia, ya que esta es muy importante para una adecuada transferencia. Variable cuantitativa de intervalo medible mediante unidades de tensión.

#### **4.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES**

Se puede definir que las variables independientes causaran cambios en los valores de las variables dependientes. Es decir, la variable dependiente es el resultado esperado de las variables independientes.

Las variables independientes que se tendrá en el proyecto serán:

1. El tamaño del producto que será transportado, Variable cuantitativa de razón medible mediante el empleo de unidades métricas internacionales según el ancho y largo del producto.
2. La cantidad de paquetes que serán distribuidos. Variable cuantitativa según el número de paquetes distribuidos.
3. El Peso total del producto a transferir. Variable cuantitativa de razón medible por la fuerza que actúa sobre un objeto (mesa de transferencia).
4. Tiempo de activación de las bandas. Variable cuantitativa de razón medible mediante el empleo de minutos/segundos.

## 4.2 HIPÓTESIS

Son proposiciones acerca de la relación entre dos o más variables y que pueden ser comprobadas empíricamente para dar respuesta al problema de investigación.

Un nuevo diseño del sistema de transporte de paquetes, hará más eficiente el proceso de transferencia de producto. Eficiente ya que este transferirá los productos sin el problema de derrumbe o paquetes mal posicionados, evitando daño de producto.

Considerando que también se evitara tiempos de ajuste en transferencias y se reducirán costos por mantenimiento.

Las hipótesis se pueden clasificar en nulas y alternativas:

**H0:** Hipótesis nula: representa la hipótesis que mantendremos a no ser que los datos indiquen su falsedad, y puede entenderse por tanto en el sentido de neutra. La hipótesis H0, nunca se considera probada, aunque puede ser rechazada por los datos.

**H1:** Hipótesis alternativa: El enfoque actual considera siempre una hipótesis alternativa a la hipótesis nula. De manera implícita o explícita, la hipótesis nula, se enfrenta a la hipótesis alternativa.

En nuestro caso particular, se plantea las siguientes hipótesis de investigación:

**H0:** El sistema de transferencia a través de un sistema de banda de transporte no es más eficiente que el uso del sistema de rodos en la mesa de compactación para la transferencia de refrescos.

**H1:** El sistema de transferencia a través de un sistema de banda de transporte es más eficiente que el uso del sistema de rodos en la mesa de compactación para la transferencia de refrescos.

### 4.3 MÉTODO Y ENFOQUE

El enfoque brinda la visión clara de lo que exactamente se espera llegar y de qué manera se hará, este está determinado por dos características: el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo. El enfoque cualitativo, está basado en datos que no son relacionados con ninguna medición que involucre números, sino más bien se basa en uso de descripciones y observaciones. El enfoque cuantitativo, utiliza la recolección y análisis de los datos de forma cuantificable y numérica.

#### 4.3.1 DISEÑO

**Observacional:** “El investigador no controla la asignación de la exposición, limitándose a analizar factores cuya presencia o ausencia en el proceso se ha producido por un motivo independiente a la investigación” (Sampieri, Fernandez C, & Baptista, 2006).

- Se planteó una línea de diseño de investigación observacional, colocando a los investigadores meramente como espectador del proceso ya en marcha del rodamiento de los refrescos en la mesa de compactación y demás procesos ya consignados en la Cervecería Hondureña, no existiendo manipulación deliberada de parte del investigador en las variables del estudio, se limitó simplemente a reportar los fenómenos observados en su curso natural al momento en que son transportados los refrescos en la mesa compactadora empleando el método de rodos de transporte.

#### 4.3.2 ENFOQUE:

**Cuantitativo:** “Usa la recolección de datos, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Sampieri, Fernandez C, & Baptista, 2006).

- Cada variable contemplada conlleva una medición numérica o categorizada para su posterior análisis, estableciendo un patrón frecuencial del mejoramiento de las líneas de transporte empleando el método de rodos en la mesa de compactación, las variables llevan la orientación poder cuantificar el proceso implementado en la cervecería y medir la eficacia del mismo y las pérdidas en base a los errores que reporta, posteriormente se aplicara estadística descriptiva trabajando en base a frecuencias y porcentajes de cada valor numérico asignado.

#### **4.3.3 ALCANCE:**

**Descriptivo:** “Buscan especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis” (Sampieri, Fernandez C, & Baptista, 2006).

- Dentro de los estudios observacionales se sitúan los trabajos descriptivos, por consiguiente, el método estadístico a utilizar será descriptivo, se hará la interpretación de resultados en base a frecuencias numéricas y valores porcentuales para expresar los resultados del análisis del proceso y sus diferentes variables de eficacia y rendimiento en proceso.

#### **4.3.4 TIEMPO**

**Prospectivo:** “Estudian hechos ocurridos después del comienzo del estudio. La información se obtiene a partir de la idea de investigación con una captación en tiempo presente” (Sampieri, Fernandez C, & Baptista, 2006).

- Estudio transversal para evaluar la eficacia del método empleado actualmente en la mesa de compactación de transporte de refrescos de la Cervecería Hondureña utilizando rodos en la mesa de compactación para poder idear un plan de acción e

invertir en la realización de un sistema de banda de transporte que eficiente el proceso con menos errores.

#### **4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para garantizar un buen trabajo en una tesis de investigación es muy importante la obtención de información correcta para que la investigación sea de la mejor calidad posible, por tal razón es importante buscar de fuentes confiables y diversas para enriquecer el tema.

Para la realización de esta tesis, se tomó información de múltiples materiales de estudio confiables.

A continuación, se detallan las fuentes utilizadas:

##### Fuentes Primarias

- a) Libros físicos del CRAI
- b) Libros electrónicos del CRAI
- c) Revistas científicas de ProQuest

##### Fuentes secundarias:

- a) Tesis de universidad en Valencia, referente a Paletizadora
- b) Manuales Técnicos

#### **4.5 ENTREVISTA**

Antes de iniciar con el proyecto, se realizaron entrevistas a las personas más involucradas con la línea de producción para saber las necesidades de la planta, ya que

ellos son los más afectados en dicho proceso. Los operadores indicaron el inconformismo con el proceso de transferencia ya que este ha sido ineficiente desde un principio, presentando muchas fallas e inconformidad al momento de operar la máquina, indicando el problema mayor al momento de producción, se deben hacer ajustes de producto cada vez que la maquina presenta falla. En la parte de ingeniería, indico el incremento de presupuesto por mantenimiento de dicha máquina y el tiempo que este requiere cada vez que presenta un problema en su sistema.

Se emplea una encuesta la cual es un procedimiento que consiste en hacer las mismas preguntas a la población en estudio obteniéndose información sobre un hecho de interés a través de la interrogación escrita, con una serie de preguntas que se hace para reunir datos o para detectar la opinión pública sobre un asunto determinado sin modificar el entorno donde se recoge la información, de esta manera se pretende reunir la información concerniente al proceso de transferencia y necesidades de la planta.



## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1 ANTECEDENTES

La Paletizadora se detuvo en promedio 11.01 horas por mes en el año 2018, clasificado como paro estrictamente mecánico, la gran mayoría está relacionado a paquetes retrasados, caídos, botellas explotadas en la mesa de compactación.

La mesa de compactación se divide en cuatro (4) partes, siendo 1 y 3 las de mayor problema, están diseñadas para simplemente transportar los paquetes de la salida del distribuidor de paquete a la propia zona de compactación, pero a pesar de que es algo teóricamente sencillo este proceso no es eficiente, depende mucho de las condiciones del paquete y de los rodillos.

La línea tiene capacidad de producir 17,000 b/h, pero generalmente se produce a 16,400 b/h.

A continuación, mostramos el cálculo de pérdidas por día aproximadamente:

$$\frac{11.01 \text{ hr}}{30 \text{ días}} = 0.367 \text{ hrs por día}$$

$$0.367 \text{ hrs} \times 16,400 \text{ b/h} = 6,019 \text{ botellas que no se producen}$$

#### **Ecuación 3. Cálculo de Pérdidas por Día**

Este es un cálculo aproximado ya que como bien se ha mencionado el tiempo de paro varía de acuerdo al problema y a su frecuencia, también influye la presentación del producto ya que este determinara la velocidad a la que la línea puede producir.



**Ilustración 35. Sistema de Rodillos Mesa de Compactación**

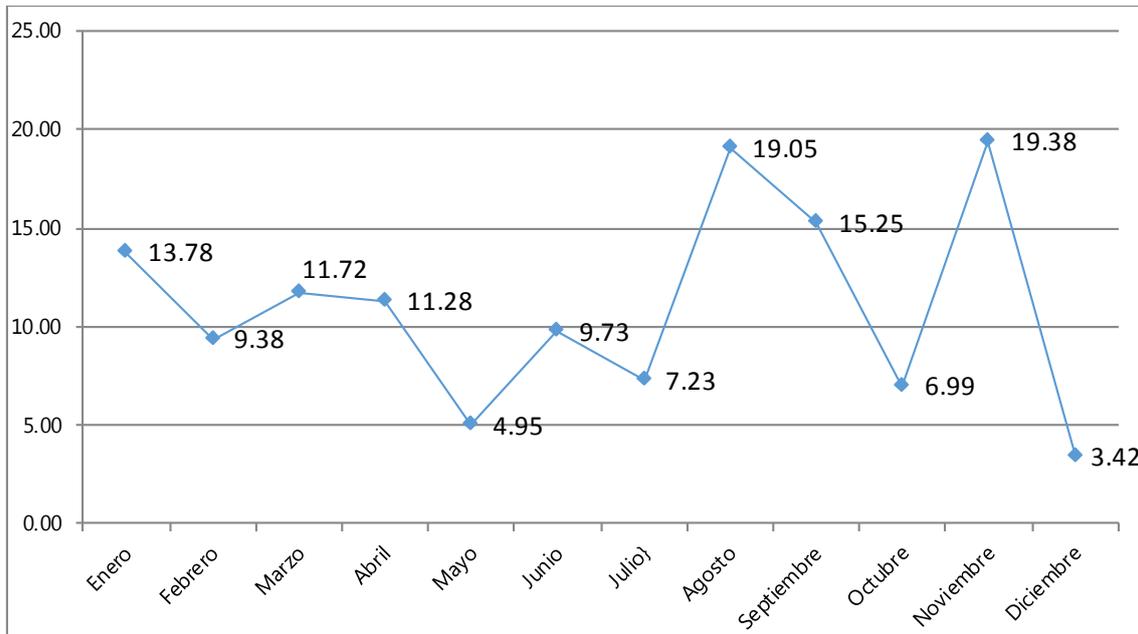
Fuente: Autoría propia

A continuación, se muestra la gráfica obtenida de la matriz de paros ocasionados por problema en la mesa de compactación debido a la mala transferencia en la paletizadora en el año 2018.

| <b>Tiempo Paro Paletizadora Año 2018</b> |                                  |                       |                         |                                 |                                  |                       |
|--|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| <b>Mes</b>                               | <b>Tiempo Total de Operación</b> | <b>Tiempo de Paro</b> | <b>Numero de Fallas</b> | <b>Tiempo Medio Entre Falla</b> | <b>Tiempo Medio para Reparar</b> | <b>Disponibilidad</b> |
| Enero                                    | 425.13                           | 13.78                 | 62                      | 6.86                            | 0.22                             | 97%                   |
| Febrero                                  | 289.08                           | 9.38                  | 32                      | 9.03                            | 0.29                             | 97%                   |
| Marzo                                    | 451.46                           | 11.72                 | 42                      | 10.75                           | 0.28                             | 97%                   |
| Abril                                    | 372.23                           | 11.28                 | 49                      | 7.60                            | 0.23                             | 97%                   |
| Mayo                                     | 406.15                           | 4.95                  | 46                      | 8.83                            | 0.11                             | 99%                   |
| Junio                                    | 371.61                           | 9.73                  | 55                      | 6.76                            | 0.18                             | 97%                   |
| Julio                                    | 401.55                           | 7.23                  | 28                      | 14.34                           | 0.26                             | 98%                   |
| Agosto                                   | 381.69                           | 19.05                 | 42                      | 9.09                            | 0.45                             | 95%                   |
| Septiembre                               | 390.26                           | 15.25                 | 59                      | 6.61                            | 0.26                             | 96%                   |
| Octubre                                  | 414.14                           | 6.99                  | 38                      | 10.90                           | 0.18                             | 98%                   |
| Noviembre                                | 405.37                           | 19.38                 | 100                     | 4.05                            | 0.19                             | 95%                   |
| Diciembre                                | 403.12                           | 3.42                  | 46                      | 8.76                            | 0.07                             | 99%                   |
| <b>Total</b>                             |                                  | 132.16                |                         |                                 |                                  |                       |
| <b>Promedio</b>                          |                                  | 11.01                 |                         |                                 |                                  |                       |

**Ilustración 36. Tiempo de paro de Paletizadora en el año 2018**

Fuente: Autoría propia



**Ilustración 37. Paros en la Paletizadora en el año 2018**

Fuente: Autoría Propia

Actualmente en el RCM (Mantenimiento Centrado en confiabilidad) para transporte, la actividad más crítica es la limpieza de este sistema, ya que se debe desmontar todos los rodos para inspección, limpieza y reparación en cada mantenimiento.

El mantenimiento de este sistema es más tedioso y dedicado ya que se deben verificar rodamientos, longitud de rodillos, verificación de flexión, de desgaste, de tornillos y roscas, las cuales consumen recursos y tiempo.

El diseño original de la maquina consta de un sistema de transferencia a base de rodos de carbono, los cuales tienen un costo bastante elevado por lo que se ha optado por utilizar rodos de acero inoxidable, pero se obtienen resultados poco eficientes.



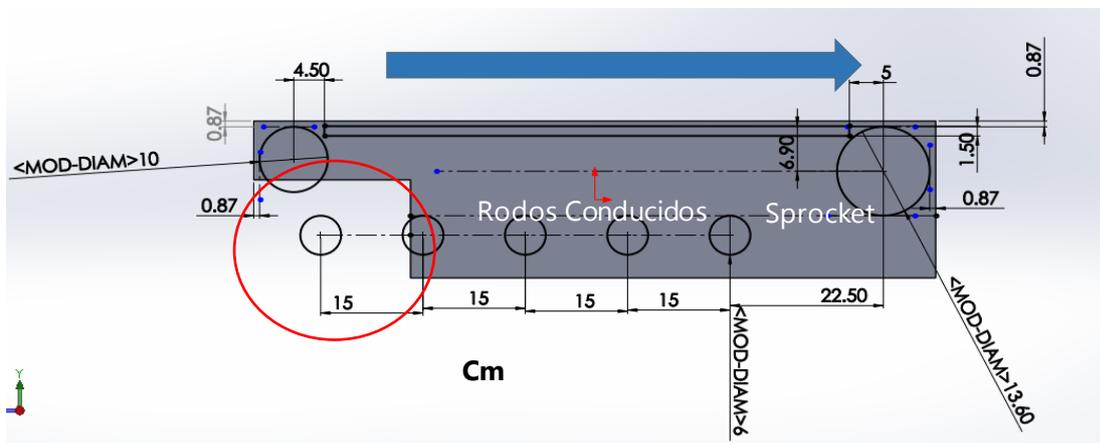
**Ilustración 38. Paquete mal Posicionado y Estallado**

Fuente: Autoría Propia

## 5.2 NUEVO DISEÑO DE MESA DE COMPACTACIÓN

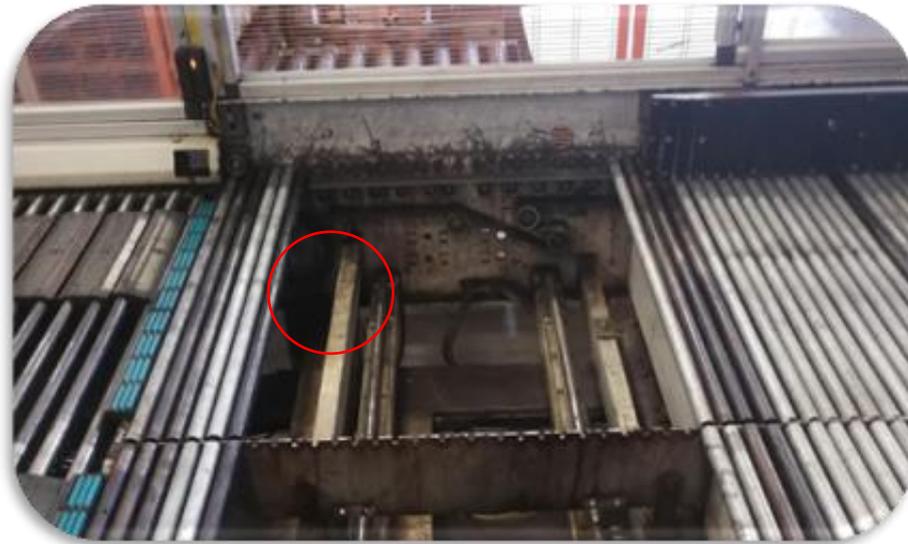
El nuevo diseño consiste en reemplazar los 62 rodos de la sección 1 y 3, se instalarían ejes, guías, motores reductores, banda de transporte, con el objetivo evitar todos los problemas mencionados en los capítulos anteriores.

1. Para empezar, se va a necesitar la modificación de la estructura para obtener el espacio necesario para poner los rodos de retorno y rodos conducidos.



**Ilustración 39. Modificación de la estructura**

Fuente: Autoría Propia



**Ilustración 40. Modificación de la estructura (2)**

Fuente: Autoría Propia

2. Necesitamos cambio de caja reductora ya que las actuales son selladas y no se les puede colocar eje (flecha).
3. La banda a utilizar seria la serie 1000ft. 320cm X 112 cm por cada mesa. (112 cm de ancho x 1280 cm largo)

| Chain Series                   | Molded to Width Chains | Minimum Chain Width |       | Chain Width Increment |      | Minimum Chain Width |       | Chain Width Increment |       | Pushers | Curved Pushers | Buckets | Sideguards |
|--------------------------------|------------------------|---------------------|-------|-----------------------|------|---------------------|-------|-----------------------|-------|---------|----------------|---------|------------|
|                                |                        | (in)                | (mm)  | (in)                  | (mm) | (in)                | (mm)  | (in)                  | (mm)  |         |                |         |            |
| 395                            | -----                  | 6                   | 152.4 | 2                     | 50.8 | -----               | ----- | -----                 | ----- |         |                |         |            |
| 1000 FG/FT Metric              | 84mm                   | 3.35                | 85    | 3.35                  | 85   | 0.98                | 25    | 0.20                  | 5     |         |                |         |            |
| 1000 FFTP/FFGP FreeFlow Metric | 85mm                   | 3.35                | 85    | 3.35                  | 85   | 0.98                | 25    | 0.20                  | 5     |         |                |         |            |

4. Se recomienda usar 11 Sprockets por cada mts, para utilizar el 50% de la capacidad de la fuerza de la banda. Según manual.

1000FT

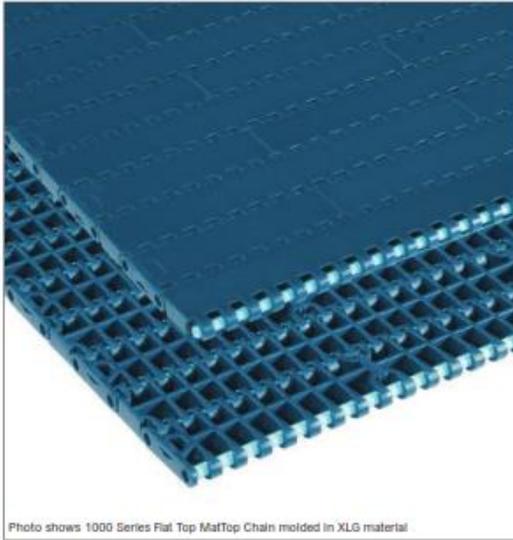
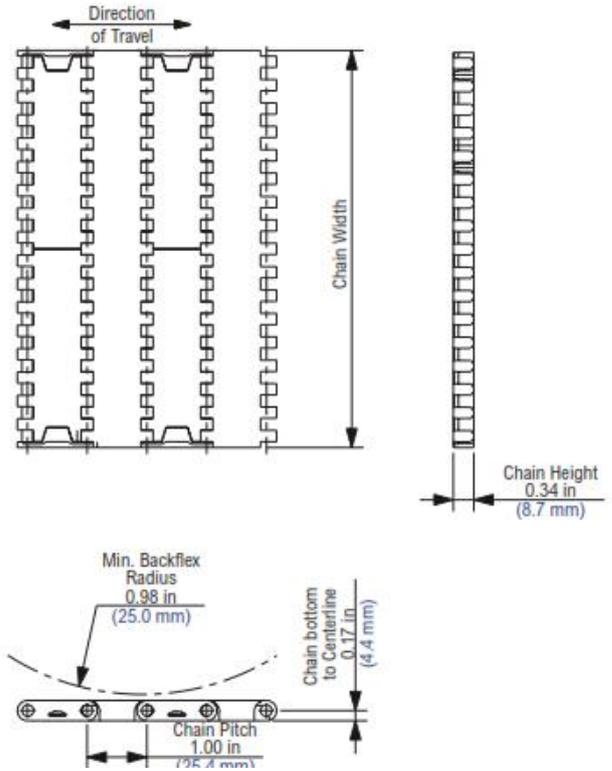


Photo shows 1000 Series Flat Top MatTop Chain molded in XLG material

**Chain Information**

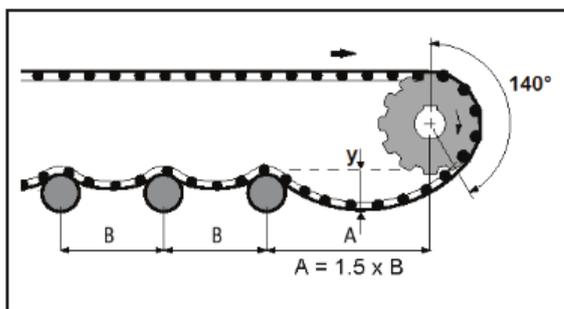
| Chain Capacity | Number of Sprockets |                |
|----------------|---------------------|----------------|
|                | per ft of width     | per m of width |
| 0% - 25%       | -                   | 9              |
| 25% - 50%      | -                   | 11             |
| 50% - 75%      | -                   | 13             |
| 75% - 100%     | -                   | 17             |



**Ilustración 41. Banda Serie 1000**

Fuente: Autoría propia

5. La configuración elegida es la más sencilla, opcional se le puede poner tensor.



| type        | A (mm) | B (mm) | Vertical sag Y(mm) |
|-------------|--------|--------|--------------------|
| 500-series  | 700    | 500    | 50-125             |
| 505-series  | 700    | 500    | 50-125             |
| 1500-series | 900    | 600    | 50-125             |
| 1000-series | 700    | 500    | 50-125             |
| 1005-series | 700    | 500    | 50-125             |
| 1255-series | 600    | 500    | 50-125             |
| 2000-series | 1250   | 750    | 100-200            |

**Ilustración 42. Diseño del sistema de Rodos**

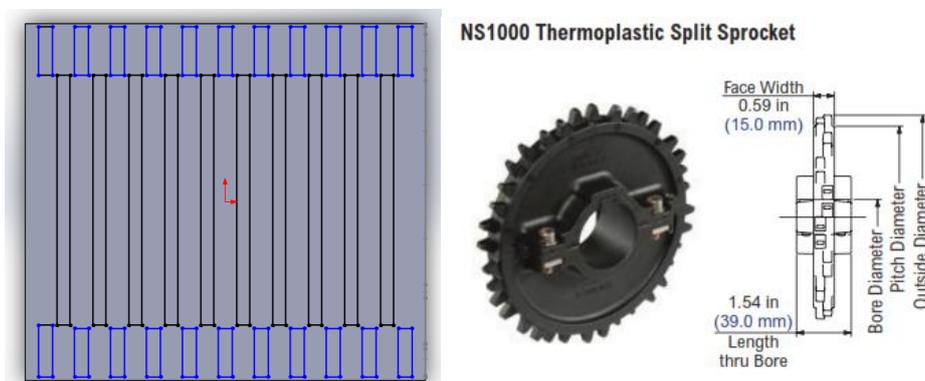
Fuente: Autoría Propia



**Ilustración 43. Sistema de Rodos**

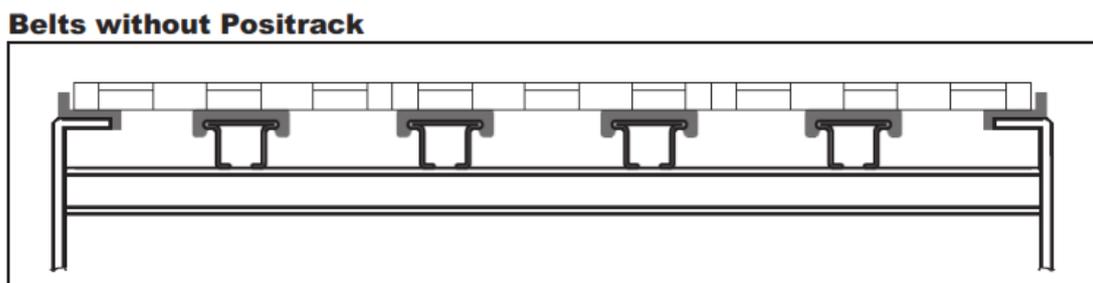
Fuente: Autoría Propia

6. Según cálculo de espacio y configuración de manual, necesitaríamos para 11 Sprockets en cada mesa 10 guías de deslizamiento:



**Ilustración 44. Sprockets Para el nuevo Diseño**

Fuente: Autoría Propia



**Ilustración 45. Sistema de guías de Soporte**

Fuente: Autoría Propia



**Ilustración 46. Sistema de Guías de Soporte (2)**

Fuente: Autoría Propia

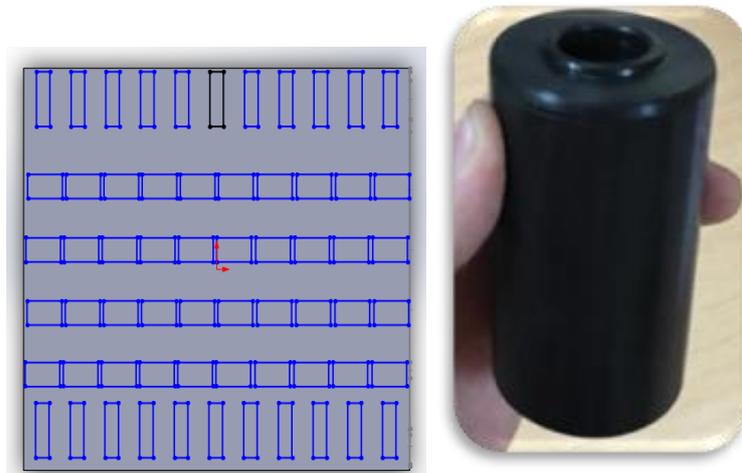


**Ilustración 47. Guías de Soporte lateral**

Fuente: Autoría Propia

7. La cantidad de Sprockets, rodos conducidos y rodos de retorno son:

- a) Sprockets 11 por mesa
- b) Conducidos 50 por mesa
- c) Retorno 11 por mesa



**Ilustración 48. Rodos conducidos**

Fuente: Autoría Propia

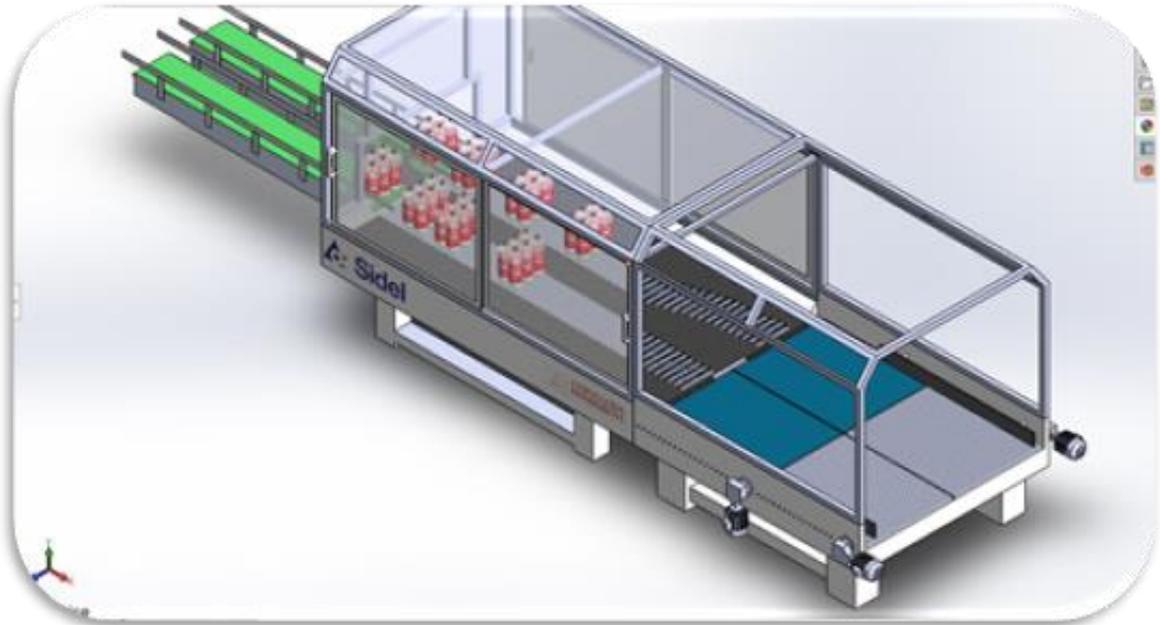
**Roller diameter for slatband chains**

| Beltype                     | 500-series           | 505-series | 1500-series | 1000-series       | 1005-series | 1255-series | 2000-series        | 2500-series |
|-----------------------------|----------------------|------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|
|                             | All dimensions in mm |            |             |                   |             |             |                    |             |
| <b>Idler rollers</b><br>    | >25                  | >30        | >19         | >50               | >50         | >60         | > 100              | >150        |
| <b>Return rollers</b><br>   | 30-100               | 60-100     | 60-100      | 60-100            | 60-100      | 60-100      | 60-120             | 70-120      |
| <b>Backflex rollers</b><br> | >30                  | > 30       | >40         | >60<br>RR<br>>100 | > 60        | > 80        | >100<br>RR<br>>120 | N/A         |

**Ilustración 49. Tabla de medidas para Rodos**

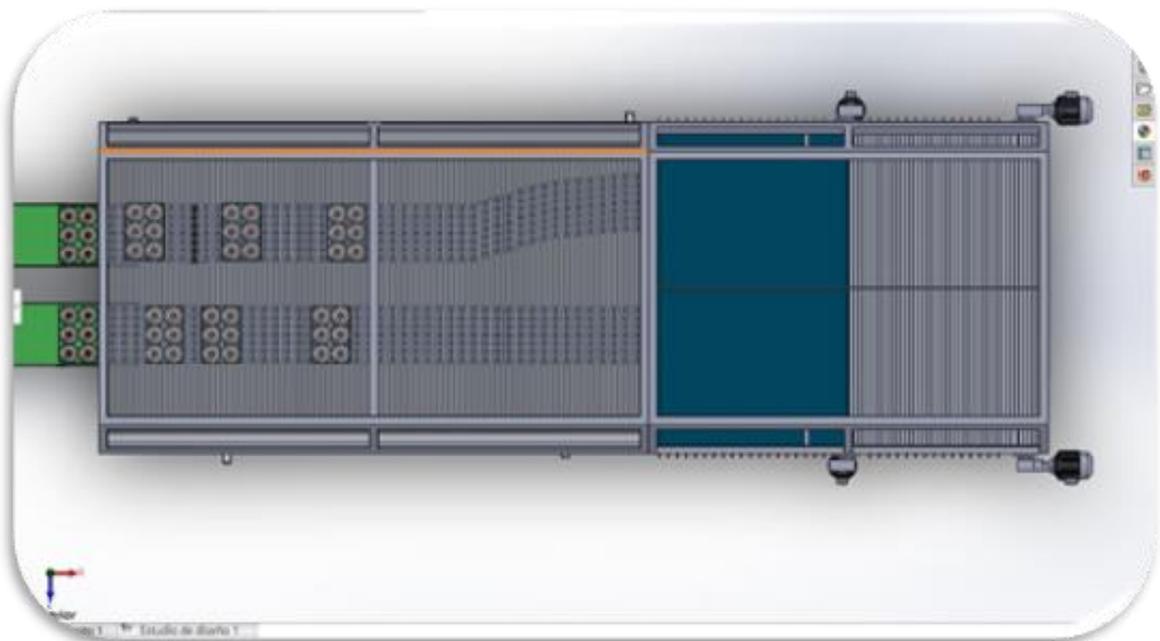
Fuente: Autoría Propia

Se realizó el diseño en Solidworks para mostrar el producto final esperado, con la instalación de las bandas transportadoras en la mesa de compactación.



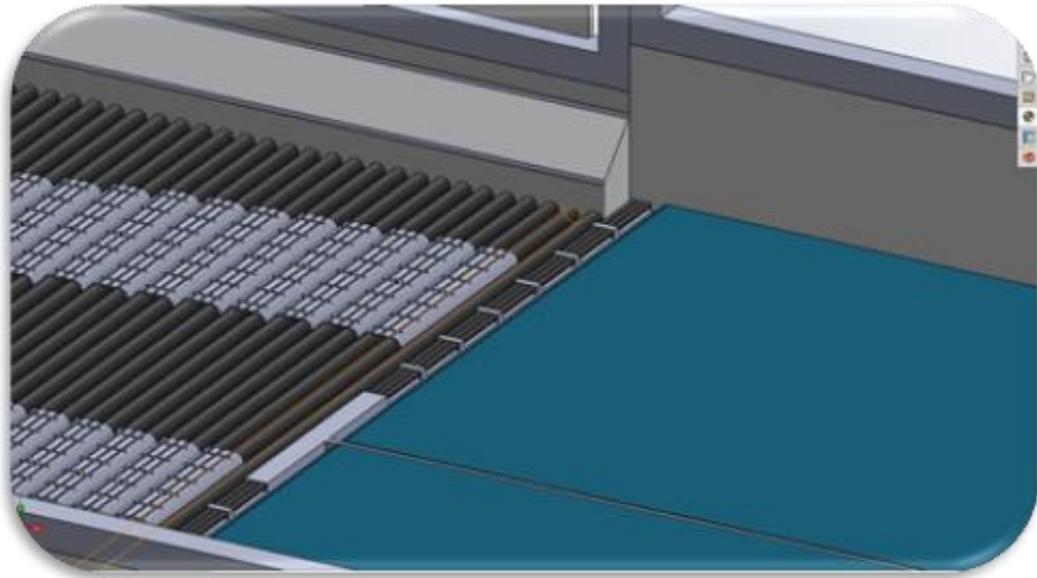
**Ilustración 50. Nuevo diseño mesa de Compactación**

Fuente: Autoría Propia



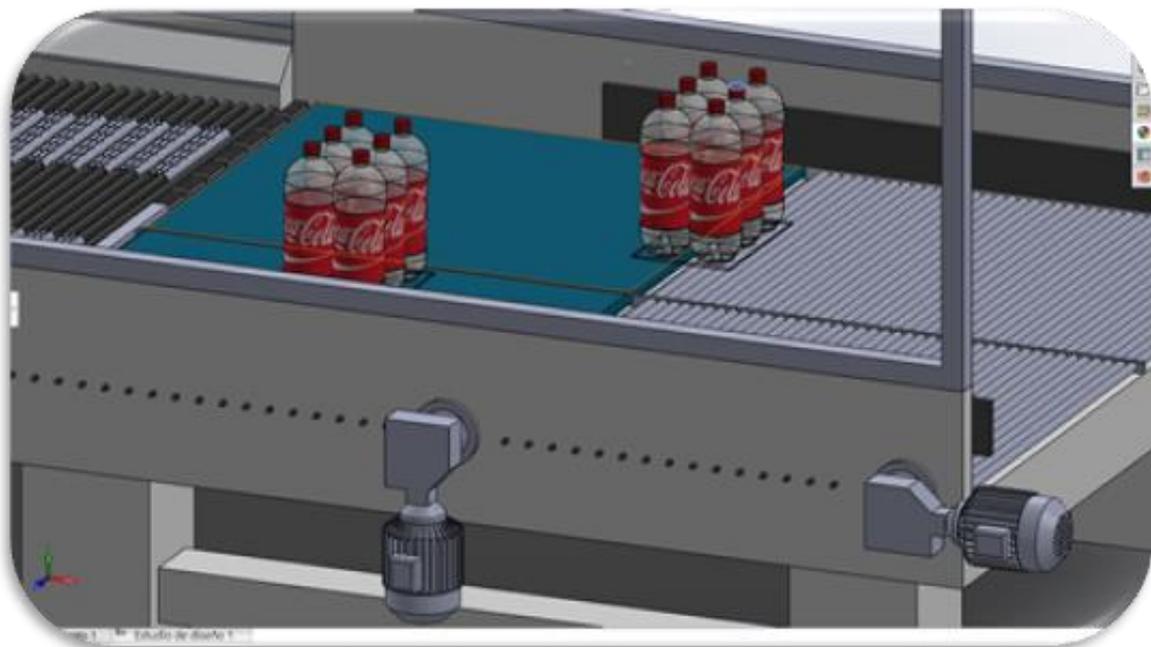
**Ilustración 51. Vista de planta mesa de compactación**

Fuente: Autoría Propia



**Ilustración 52. Transferencia del distribuidor**

Fuente: Autoría Propia



**Ilustración 53. Transferencia a mesa compactación**

Fuente: Autoría Propia

### 5.3 LISTADO DE MATERIALES

| DESCRIPCION                       | CANTIDAD | PRECIO           | TOTAL         |
|-----------------------------------|----------|------------------|---------------|
| REDUCTORES                        | 2        | L. 41,600.00     | L. 83,200.00  |
| EJES MOTRIZ                       | 4        | L. 6,000.00      | L. 24,000.00  |
| CHUMACERAS                        | 8        | L. 1,500.00      | L. 12,000.00  |
| GUIAS DESLIZANTES                 | 40       | L. 1,000.00      | L. 40,000.00  |
| SPROCKETS                         | 50       | L. 1,000.00      | L. 50,000.00  |
| CONDUCIDOS                        | 200      | L. 300.00        | L. 60,000.00  |
| RETORNO                           | 50       | L. 500.00        | L. 25,000.00  |
| EJES RODOS                        | 25       | L. 1,000.00      | L. 25,000.00  |
| SOPORTES CENTRALES                | 4        | L. 10,000.00     | L. 40,000.00  |
| PLATOS MUERTOS                    | 40       | L. 500.00        | L. 20,000.00  |
| CADENA SERIE 1000 320 CM X 112 CM |          |                  | L. -          |
| CAMBIO DE ESTRUCTURA              | 2        | L. 25,000.00     | L. 50,000.00  |
|                                   |          | <b>Sub Total</b> | L. 429,200.00 |
|                                   |          | <b>ISV (15%)</b> | L. 64,380.00  |
|                                   |          | <b>Sub Total</b> | L. 493,580.00 |

COTIZACION 1914/2019



FECHA  
jueves, 07 de marzo de 2019

|            |                            |                           |                        |
|------------|----------------------------|---------------------------|------------------------|
| NOMBRE:    | CERVECERIA HONDUREÑA, S.A. | CONDICIONES DE PAGO:      | CREDITO 30 DIAS.       |
| DIRECCION: | SAN PEDRO SULA.            | VALIDEZ DE LA COTIZACION: | 15 DIAS.               |
| ATENCION:  | ING. EDGARDO MOLINA        | TIEMPO DE ENTREGA:        | ANTES DE SEMANA SANTA. |

| ITEM   | CANT | DESCRIPCION  | COSTO UNIT | IMPORTE     |
|--|------|--|------------|-------------|
| 1  | 4    | <p>MARCA SEW EURODRIVE:</p> <p>OPCION SOLO EL REDUCTOR</p> <p>Reductor de pareja cónicas KAF47</p> <p>TORQUE 40NM</p> <p>CONEXIÓN 30mm</p>  <p>UBICACION: MESA DE COMPACTACION.<br/>PALETIZADORA LINEA 6.</p> | L41,600.00 | L166,400.00 |
| <p>ANGY CARBAJAL<br/>GERENTE DE VENTAS.<br/>CELULAR 8878-2764.</p> |      |  | SUBTOTAL   | L166,400.00 |
|  |      |  | ISV        | L24,960.00  |
|  |      |  | TOTAL      | L191,360.00 |



## 5.4 INSTRUMENTOS

La planta cuenta con múltiples instrumentos para poder diagnosticar y encontrar los problemas, con el objetivo de mantener en óptimas condiciones las maquinas.

A continuación, se mostrara los que se utilizaron para el proyecto.

### 5.4.1 TORQUÍMETRO PRECISIÓN INSTRUMENTS

Se realizaron pruebas de torque estático a cada uno de los cabezales del Capsulador (12), utilizando el torquímetro de calibración designado.

|             |           |            |           |                             |
|-------------|-----------|------------|-----------|-----------------------------|
| Cabezal 1:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>17</u> | Lb. Desviación <u>4</u> Lb. |
| Cabezal 2:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>18</u> | Lb. Desviación <u>5</u> Lb. |
| Cabezal 3:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>20</u> | Lb. Desviación <u>7</u> Lb. |
| Cabezal 4:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>21</u> | Lb. Desviación <u>8</u> Lb. |
| Cabezal 5:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>19</u> | Lb. Desviación <u>6</u> Lb. |
| Cabezal 6:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>20</u> | Lb. Desviación <u>7</u> Lb. |
| Cabezal 7:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>20</u> | Lb. Desviación <u>7</u> Lb. |
| Cabezal 8:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>21</u> | Lb. Desviación <u>8</u> Lb. |
| Cabezal 9:  |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>16</u> | Lb. Desviación <u>3</u> Lb. |
| Cabezal 10: |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>19</u> | Lb. Desviación <u>6</u> Lb. |
| Cabezal 11: |           |            |           |                             |
| Virola:     | <u>13</u> | Lbs. Real: | <u>17</u> | Lb. Desviación <u>4</u> Lb. |
| Cabezal 12: |           |            |           |                             |

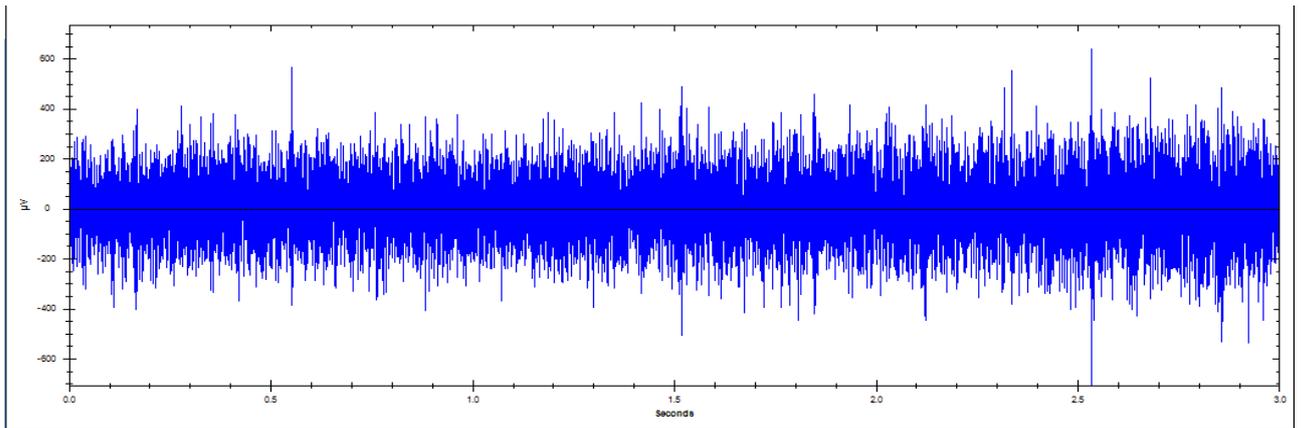
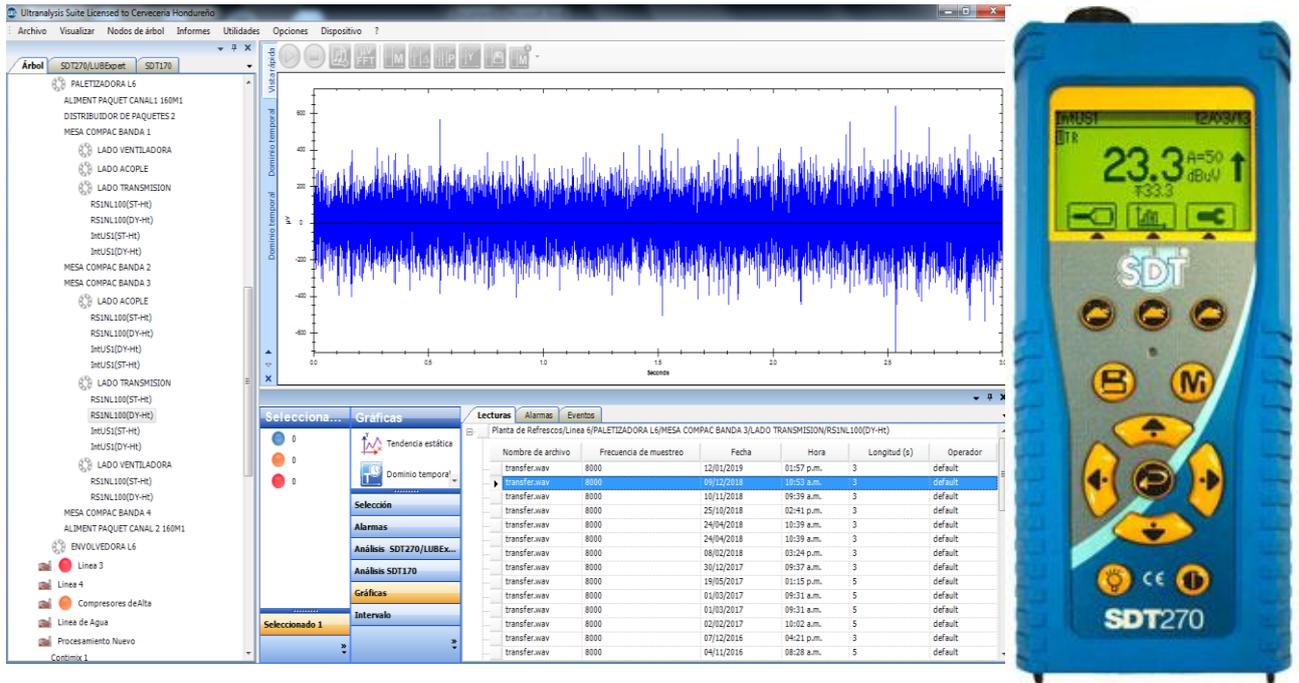
Este análisis es de mucha importancia en el proceso de producción, ya que este determinara el torque de cada Capsulador, y como se mencion en la sección 2.1 este determinara el correcto sellado de la botella, y este puede ser afectado en la mesa de compactación, ya que al momento de compactar los paquetes, estos muchas veces son deformados por la presión de los pistones provocando que el refresco se derrame sobre la mesa de compactación y se proceda a limpiar la mesa lo cual toma mucho tiempo de limpieza y puesta en marcha



**Ilustración 54. Torquímetro Precisión Instruments**

Fuente: Autoría Propia

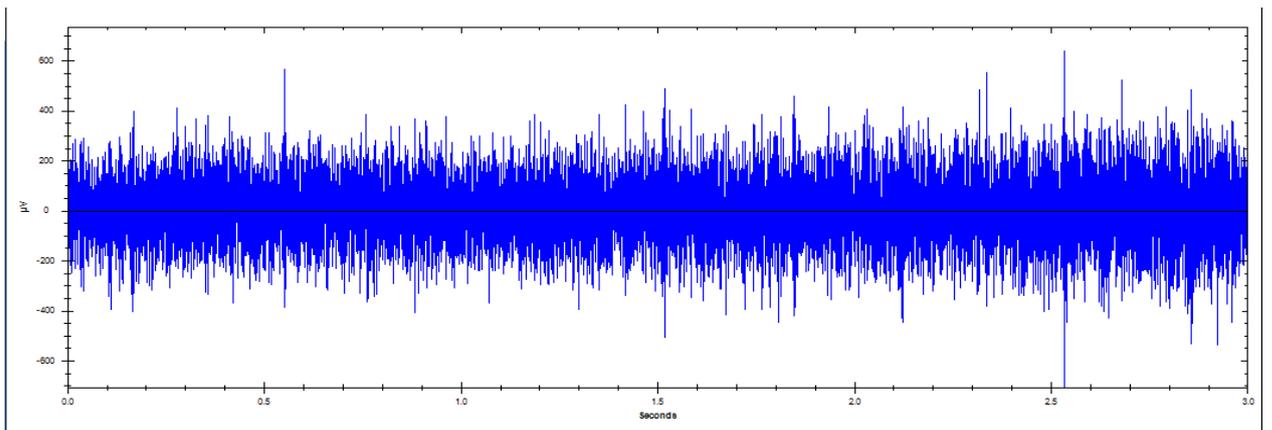
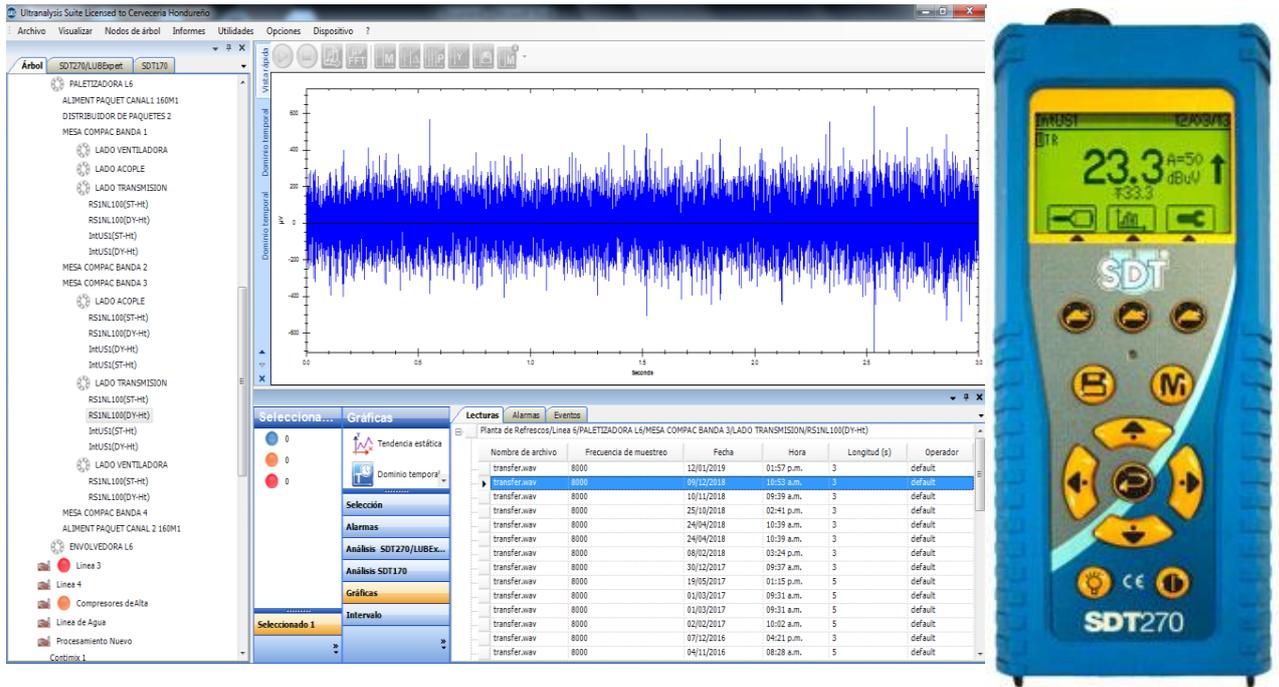
# ULTRASONIDO A MESA DE COMPACTACIÓN 1



**Ilustración 55. Transmisión mesa compactación 1 con rodillos**

Fuente: Autoría propia

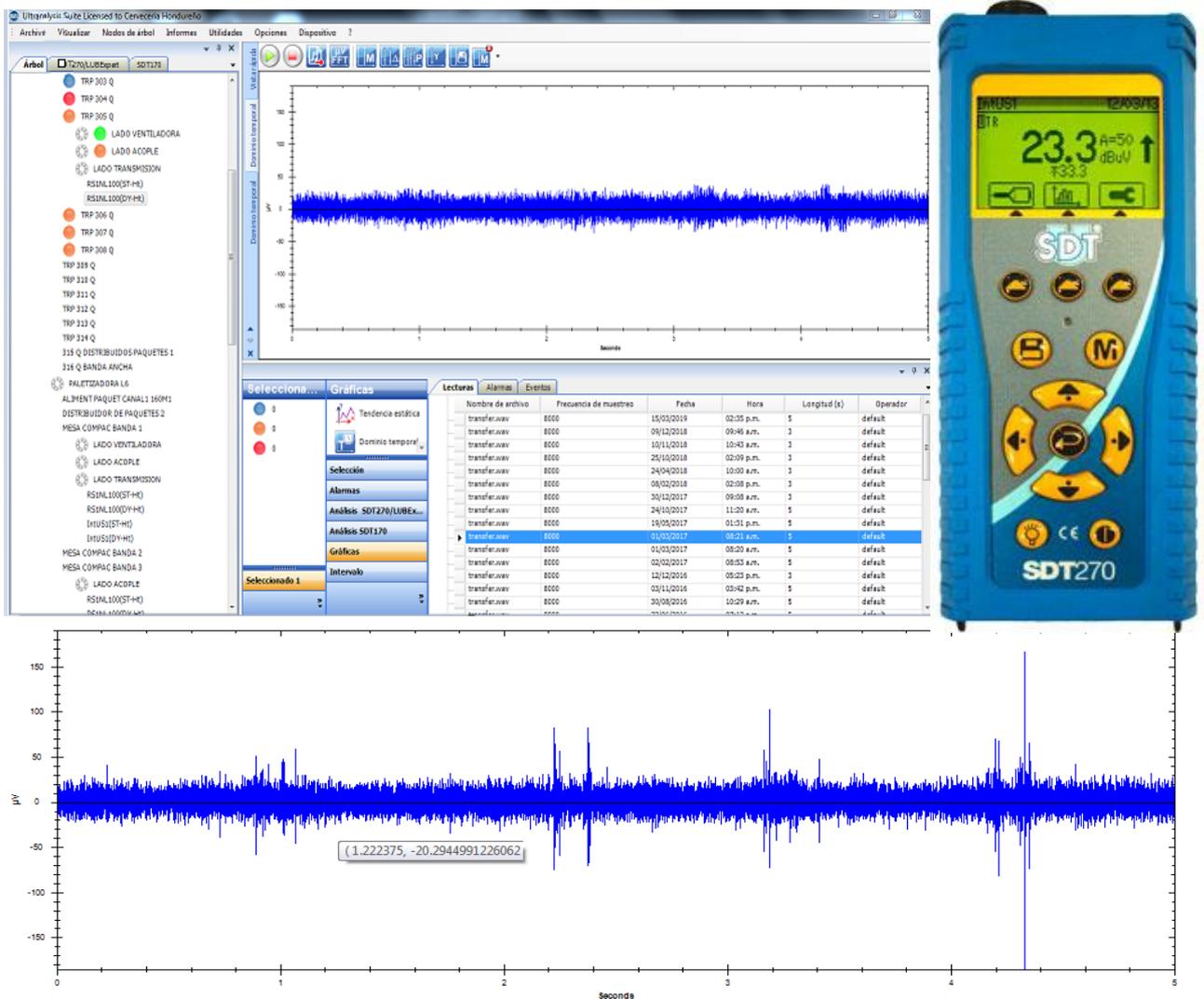
# ULTRASONIDO A MESA DE COMPACTACIÓN 3



**Ilustración 56. Transmisión mesa compactación 3 con rodillos**

Fuente: Autoría propia

# ULTRASONIDO A MESA DE COMPACTACIÓN 1



**Ilustración 57. Transmisión mesa compactación con nuevo diseño**

Fuente: Autoría propia

Los análisis de ultrasonido del sistema de rodillo fue tomado desde la maquina paletizadora durante operación, mientras que el análisis del nuevo sistema fue tomado de un sistema de banda transporte similar al diseño a implementar debido que aún no se ha concluido el proyecto.

### Costo Por Mantenimiento Mesa de Compactación 2018

| Descripción  | Precio    | CANTIDADES |     |       |       |      |     |     |        |      |     |     |     |
|--|-----------|------------|-----|-------|-------|------|-----|-----|--------|------|-----|-----|-----|
|  |           | Enero      | Feb | Marzo | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agosto | Sept | Oct | Nov | Dic |
| Rodamientos 61900 2 por rodillos mesa compactación | 150.00    | 30         | 30  | 30    | 30    | 30   | 30  | 30  | 30     | 30   | 30  | 30  | 30  |
| CONSUMIBLES DE LUBRICACION PALETIZADORA            | 3,000.00  | 1          | 1   | 1     | 1     | 1    | 1   | 1   | 1      | 1    | 1   | 1   | 1   |
| CORREA TLF321 1043763                              | 10,000.00 | 0          | 0   | 0     | 0     | 2    | 0   | 0   | 0      | 0    | 0   | 0   | 2   |
| CORREA TLF322 1043764                              | 10,000.00 | 0          | 0   | 0     | 0     | 2    | 0   | 0   | 0      | 0    | 0   | 0   | 2   |
| DESCARTES MESA DE COMPACTACIÓN                     | 23,900.00 |            | 1   |       |       |      |     |     | 1      |      |     |     |     |
| DESCARTES SISTEMA DE FORMACIÓN DE CAPAS            | 74,500.00 |            |     |       |       |      | 1   |     |        |      |     |     | 1   |
| Mantenimiento de motores                           | 3,500.00  | 1          | 0   | 0     | 0     | 1    | 0   | 0   | 0      | 1    | 0   | 0   | 1   |
| Mecanizado Rodillos para mesa de compactación      | 1,500.00  | 5          | 0   | 0     | 5     | 0    | 0   | 5   | 0      | 0    | 5   | 0   | 0   |
| Mecanizado Ejes para rodillos mesa de compactación | 1,000.00  | 5          | 5   | 5     | 5     | 5    | 5   | 5   | 5      | 5    | 5   | 5   | 5   |
| Retenedores 10*22*7 rodillos mesa compactación     | 40.00     | 40         | 40  | 40    | 40    | 40   | 40  | 40  | 40     | 40   | 40  | 40  | 40  |
| RODILLOS DE FIBRA DE CARBONO                       | 40,000.00 | 1          |     |       | 1     |      |     | 1   |        |      | 1   |     |     |
| SERVICIO DE LIMPIEZA                               | 3,000.00  | 1          | 1   | 1     | 1     | 1    | 1   | 1   | 1      | 1    | 1   | 1   | 1   |
| TUBO INOX 04268228301 y CASQUILLO                  | 3,100.00  | 0          | 0   | 0     | 0     | 10   | 0   | 0   | 0      | 0    | 0   | 0   | 0   |

**Ilustración 58. Costo anual Por Mantenimiento Mesa de Compactación 2018**

Fuente: Autoría propia

| TOTALES POR MES |        |       |        |        |        |        |        |       |        |       |        |         |
|-----------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|
| Enero           | Feb    | Marzo | Abril  | Mayo   | Jun    | Jul    | Agosto | Sept  | Oct    | Nov   | Dic    | TOTAL   |
| 4,500           | 4,500  | 4,500 | 4,500  | 4,500  | 4,500  | 4,500  | 4,500  | 4,500 | 4,500  | 4,500 | 4,500  | 54,000  |
| 3,000           | 3,000  | 3,000 | 3,000  | 3,000  | 3,000  | 3,000  | 3,000  | 3,000 | 3,000  | 3,000 | 3,000  | 36,000  |
| -               | -      | -     | -      | 20,000 | -      | -      | -      | -     | -      | -     | 20,000 | 40,000  |
| -               | -      | -     | -      | 20,000 | -      | -      | -      | -     | -      | -     | 20,000 | 40,000  |
| -               | 23,900 | -     | -      | -      | -      | -      | 23,900 | -     | -      | -     | -      | 47,800  |
| -               | -      | -     | -      | -      | 74,500 | -      | -      | -     | -      | -     | 74,500 | 149,000 |
| 3,500           | -      | -     | -      | 3,500  | -      | -      | -      | 3,500 | -      | -     | 3,500  | 14,000  |
| 7,500           | -      | -     | 7,500  | -      | -      | 7,500  | -      | -     | 7,500  | -     | -      | 30,000  |
| 5,000           | 5,000  | 5,000 | 5,000  | 5,000  | 5,000  | 5,000  | 5,000  | 5,000 | 5,000  | 5,000 | 5,000  | 60,000  |
| 1,600           | 1,600  | 1,600 | 1,600  | 1,600  | 1,600  | 1,600  | 1,600  | 1,600 | 1,600  | 1,600 | 1,600  | 19,200  |
| 40,000          | -      | -     | 40,000 | -      | -      | 40,000 | -      | -     | 40,000 | -     | -      | 160,000 |
| 3,000           | 3,000  | 3,000 | 3,000  | 3,000  | 3,000  | 3,000  | 3,000  | 3,000 | 3,000  | 3,000 | 3,000  | 36,000  |
| -               | -      | -     | -      | 31,000 | -      | -      | -      | -     | -      | -     | -      | 31,000  |

**TOTAL 717,000**

**Ilustración 59. Costo mensual Por Mantenimiento Mesa de Compactación 2018**

Fuente: Autoría propia

## **VI. CONCLUSIONES**

La calidad se ha convertido en un aspecto transcendental dentro de las organizaciones, por la importancia de ser reconocidos como entes de total efectividad, misma situación suscita en la Cervecería Hondureña, donde los modelos automatizados deben ser de alto repunte y sofisticados para asegurar una línea de producción eficiente con el mismo de pérdidas registradas por fallos. En términos generales, la implementación de una alternativa para la mesa de compactación se vuelve imperativa y se crea la necesidad de realizar un sistema de transferencia a través de un sistema de banda de transporte que proyecta mejores resultados que los que actualmente brinda el método de rodos, todo con el fin último de eficientar procesos, reducir costos y mejorar en términos de calidad de producción (García P, Quispe, & Páez, 2003).

### **6.1 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

1. Se espera reducir los tiempos de paro por paquete mal transferidos, ya que al instalar el nuevo sistema se eliminará el efecto de vibración ocasionado por los rodos giratorios.
2. Al reemplazar el sistema de rodos, se reducirá el uso de recursos en mantenimiento, ya que el nuevo sistema solo requerirá inspección, limpieza y lubricación, con la oportunidad de utilizar el recurso en otras actividades críticas.
3. Implementando el nuevo sistema se espera reducir los tiempos en producción, logrando incrementar la productividad ya que el nuevo sistema evitará los micros paros por paquetes mal posicionados, explotados o retrasados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se sugieren algunas recomendaciones en base a los resultados y las conclusiones que se obtuvieron luego de realizar el presente estudio.

### **7.1 LA EMPRESA**

- a) Implementar el nuevo sistema de transferencia de paquetes, ya que con este se obtendrán mejoras dentro de la línea de producción, reduciendo costos y aumentando productividad.
- b) Realizar siempre las actividades de mantenimiento preventivo sugeridas por el fabricante, con el fin de poder mantener las maquinas en óptimas condiciones evitando paros en las maquinas por daños mayores.
- c) Realizar actividades de inspección, limpieza y lubricación con más frecuencia en el sistema de transporte.

### **7.2 LA UNIVERSIDAD**

- a) Implementar una asignatura para fortalecer las técnicas sobre sistemas SCADA, ya que es un sistema que esta implementado en la mayoría de las empresas y es muy útil.
- b) Se utilizó la herramienta de Solidworks para el diseño del proyecto, fue de mucha ayuda, por lo que se motiva a la universidad a que siga potenciando el uso de esta gran herramienta como lo ha hecho hasta el día de hoy.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, J. L. P. (2013). Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión, en bienes de equipo y maquinaria industrial. FMEE0208. IC Editorial.

Areny, R. P. (2004). Sensores y acondicionadores de señal. Marcombo.

Baturone, A. O. (2005). Robótica: manipuladores y robots móviles. Marcombo.

Bolton, W. (2005). Mecatrónica Sistemas de control Electrónico en ingeniería Mecánica y Eléctrica (2.ª ed., Vol. 2). México: Alfaomega.

Cantón, E. J. (2014). Recepción y distribución de señales de radiodifusión. ELES0108. IC Editorial.

Cervecería Hondureña - Nosotros. (s. f.). Recuperado 1 de febrero de 2019, de

<https://cerveceriahondurena.com/nosotros/quienes-somos>

Cuenca, E. (2017). Automatización de una máquina paletizadora. Universitat Politècnica de València, España. Recuperado de

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/84741/memoria\\_20454746.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/84741/memoria_20454746.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Escalona, I. (2007). Transductores y sensores en la automatización industrial (1.ª ed.).

Buenos Aires, ARGENTINA: El Cid Editor. Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3173569>

Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino. Distrito Federal, UNKNOWN: Grupo

Editorial Patria. Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=4569609>

Hyde, J., Cuspinera, A., & Regué, J. (1997). Control electroneumático y electrónico.

Marcombo.

Jimenez, V. G., Yuste, R. Y., & Martínez, L. (2012). Comunicaciones Industriales Siemens.

Marcombo.

Luszczewski, A. (2004). Redes industriales de tubería, bombas para agua, ventiladores y compresores: diseño y construcción. Reverte.

Meaton, R. W. (1991). Motores eléctricos: selección, mantenimiento y reparación (2a

ed.). México, D.F., MEXICO: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3195899>

Moreno, E. (2000). Automatizaciòn de Procesos Industriales (1.ª ed.). España: Universitat Politècnica de València.

Pablo, T. P., Juan. (2017). Introducción a las señales y sistemas. Universidad del Norte.

Penin, A. R. (2011). Sistemas SCADA. Marcombo.

PEPPERL & FUCHS sensores ultrasonicos | Eléctrica Industrial Elizondo. (s. f.).

Recuperado 23 de febrero de 2019, de

<http://www.electricalizondo.com/producto/pepperl-fuchs-sensores-ultrasonicos/>

Perez, E., Acevedo, J., Silva, C., & Quiroga, J. (2009). Autòmatas Programables y Sistemas de Automatizacion (2.ª ed., Vol. 2). Spaña. Recuperado de

<https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=5jp3bforBB8C&oi=fnd&pg=PA1>

&dq=automatizacion&ots=g1Frg66kTe&sig=tvHun9YsAlzFGmq3FtTmUbUVXD

&redir\_esc=y#v=onepage&q=automatizacion&f=false

Pulido, M. Á. (2000). Convertidores de frecuencia, controladores de motores y SSR.

Marcombo.

Reyes, F., Cid, J., & Vargas, E. (2013). Mecatrónica Control y Automatización (1.ª ed.).

México: Alfaomega.

Yin, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2007). Metodología de la

investigación. México: McGraw-Hill.