



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA AUTOMATIZADO DE REGISTROS DE PESOS PARA LA DISMINUCIÓN DE COSTOS DE REPROCESOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Jaime José Ramos Sanchez
Jorge Wilfredo Aquisé Yupanqui

Asesor:

Mg. Ing. Daniel Luiggi Ortega Zavala

Lima - Perú

2021

Implementación de sistema automatizado de registros de pesos para la disminución de costos de reprocesos en una empresa de alimentos

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, a las personas que me motivaron y aconsejaron a seguir creciendo profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su dedicación y apoyo.

A mi familia por la paciencia y amor infinito por ayudarme a cumplir uno de mis objetivos.

A mi compañero de estudio por la confianza depositada y darme el aliento para terminar con esta etapa en mi carrera profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN EJECUTIVO	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Antecedentes de la empresa	9
1.2. Realidad Problemática	13
1.3. Justificación	15
1.4. Formulación de objetivos	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación.....	17
2.2 Contexto Actual del sector alimentos en el Perú	30
2.3 Sistemas automatizados	35
2.4 Costo de Reproceso	40
2.5 Limitaciones	43
2.6 Diagrama de Pareto	43
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	45
3.1 Contexto general.....	45
3.2 Actividades de implementación sistema automatizado	48
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	55
4.1 Diagnóstico del estado actual del sistema automatizado	55
4.2 Evaluación de los costos de reprocesos	56
4.3 Gestión de sistema automatizado implementado	58
4.3.1 Gestión de operación de sistema automatizado	58
4.3.2 Gestión de mantenimiento de sistema automatizado.....	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 CONCLUSIONES	60
5.2 RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales clientes	12
Tabla 2. Detalle de costos de reproceso periodo 2020	46
Tabla 3. Costos mensuales de reprocesos periodo 2020	47
Tabla 4. Costos mensuales de reprocesos periodo 2021	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama general de SCT Perú S.A.C	14
Figura 2. Percepción de situación de política del Perú	30
Figura 3. Top 10 de empresas sector de alimentos del Perú	34
Figura 4. Empresas manufactureras según rama industrial año 2019	34
Figura 5. Ciclo de vida de Sistema Automatizado según ANSI/ISA 101	38
Figura 6. Arquitectura PlantPax	39
Figura 7. PlantPax dentro red Ethernet/IP	39
Figura 8. Modelo de diagrama de Pareto	44
Figura 9. Diagrama de Pareto acumulado causas de reproceso año 2020	46
Figura 10. Diagrama de Pareto acumulado costos de reproceso año 2020	47
Figura 11. Actividad de relevamiento de datos de línea de producción	48
Figura 12. Diagrama de arquitectura para sistema automatizado	49
Figura 13. Layout de tablero de control	49
Figura 14. Especificaciones técnicas controlador de peso IND560	51
Figura 15. Secuencia de transacciones para la comunicación por sockets	52
Figura 16. Display principal de sistema de supervisión	54
Figura 17. PC de supervisión implementada en sala de control	54
Figura 18. Diagrama de flujo de operación de pesaje	55
Figura 19. Diagrama de Pareto de operación de pesaje	56
Figura 20. Diagrama de Histograma de operación de pesaje	57
Figura 21. Manual de operación Sistema automatizado.....	59

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo realizado se ejecutó en una empresa de alimentos dedicada a la exportación de glutamato monosódico, donde se realizaba reprocesos por la falta de peso en paquete del producto final, generando reprocesos en la producción y costos adicionales como mano de obra, transporte, consumo energético de maquinaria de ensacado. Por lo cual se analiza el problema y se decide implementar un sistema automatizado de registro de peso para la reducción de costos en el reproceso. El tipo de investigación se define mediante el diseño de la automatización industrial, análisis de procesos, donde se utiliza las herramientas de control por scada, mediante la comunicación de la balanza electrónica con el PLC (programa lógico programable) y la señalización de HMI. Lo que generará que los paquetes estén con el peso correcto dentro de las tolerancias establecidas por el área de calidad. Para realizar esta implementación se usará el estándar de control de lotes ISA-S88 como parte de la automatización. El sistema nos ayudara a controlar que los empaques estén dentro de los rangos de pesos, dándonos reportes con fechas y turno diario. De esta manera obtendremos cero productos no conformes de las líneas, reduciendo el costo de reproceso por cada lote devuelto por el área de calidad por no tener el peso correcto.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La empresa SCT Perú SAC ofrece desde el año 2013 servicios de implementación de soluciones en automatización industrial para empresas en rubros de alimentos, bebidas, manufactura y minería. Las soluciones ofrecidas integran tecnología tanto de software y hardware de reconocidas marcas de automatización tales como Siemens, Rokwell Automation, Schneider , Intouch y desarrollos propios en lenguajes de programación avanzado como Visual Basic, C++ , Java entre otros, para lo cual los ingenieros del staff de la empresa están capacitados y cuentan con la experiencia necesaria para analizar la problemática y proponer las mejores estrategias y soluciones para los requerimientos de los clientes.

Dentro de los clientes de SCT Perú SAC se encuentra una reconocida empresa de alimentos cuyo principal actividad es la producción y comercialización de glutamato monosódico conocido también como GMS utilizado de gran manera en la cocina familiar del país, este producto tiene múltiples presentaciones dependiendo del peso del envasado pudiendo ser sobres de 25g, 50g, 100g, 250g, 500g entre otros formatos que son producidos por esta empresa de alimentos en sacos de 8kg, 10kg, 12kg, 15kg, 20kg o 25 kg dependiendo del formato del producto por 9 líneas de producción, siendo el área de ensacado la encargada de controlar el peso exacto de los sacos utilizando un sistema visual y un registro manual para este control .La problemática presentada por esta empresa es que el departamento de control de calidad detecta no conformidades por desviaciones de peso en los sacos producidos, haciendo que la totalidad de los lotes donde se encuentran estos sacos sean observadas y regresadas a las líneas de producción para ser reprocesados, ocasionado gastos de mano de obra, energía, materia prima y disponibilidad de línea.

El staff de SCT Perú SAC haciendo uso de conocimientos de análisis de procesos y las herramientas de esta disciplina, identifica los puntos de mejora y propone un sistema automatizado utilizando la plataforma de la marca Rockwell Automation tanto en hardware y software para la mejora de los puntos identificados como problema, este sistema propuesto detectara los productos dentro del rango permitido y dará aviso a los operadores de los productos no conformes para que estos no salga de la línea además de hacerse un registro automático de cada operación de pesaje para una mejor trazabilidad y tener datos disponibles para posteriores análisis, esta implementación trae como resultado la mayor la eliminación de productos no conformes por parte del departamento de control de calidad para las 9 líneas de producción.

1.1. Antecedentes de la empresa

La empresa Sistemas de Control y Telecomunicaciones Perú SAC (SCT Perú SAC) fue fundada el año 2013 por el ingeniero Lizardo Espino Zarate, con amplia experiencia previa en otras empresas del rubro de automatización tanto en Perú como en el extranjero, en la ciudad de Lima ofreciendo servicios de ingeniería eléctrica e ingeniería de automatización industrial para la industria teniendo como primer cliente a la empresa Alicorp SAA para sus diferentes plantas como molinos, planta fideera, planta de oleos, planta de food services, planta de refinería de aceites y planta de galletas. Luego del buen resultado de los trabajos efectuados en la empresa Alicorp la empresa SCT Perú SAC empieza a captar nuevos clientes del rubro de alimentos como Gloria SA, ADM Inca SA, Ambev Perú SAC, así como también trabajos en el extranjero como la empresa Salmofood SA en Chile.

1.1.1. Misión

Contribuir al éxito de nuestros clientes, satisfaciendo sus necesidades en el desarrollo de sus proyectos con calidad, seguridad y dentro del plazo previsto.

1.1.2. Visión

Ser a ojos de nuestros clientes los mejores en el mercado, reconocidos por nuestra capacidad de gestión y seriedad en el cumplimiento de nuestros compromisos.

1.1.3. Valores

- ✓ **Integridad:** Practicamos el principio de fomentar el buen juicio, honestidad, fiabilidad y lealtad entre nuestros colaboradores, clientes y proveedores para todas nuestras operaciones.
- ✓ **Innovación:** Ponemos en práctica la innovación de nuestros procesos para ofrecer a nuestros clientes siempre las mejores soluciones
- ✓ **Mejora Continua:** Siempre buscamos la manera de ser mejores analizando los puntos a ser mejorados en nuestros proyectos futuros.
- ✓ **Seguridad:** Asumimos la salud y la seguridad ocupacional como pilar de nuestras operaciones.

1.1.4. Políticas y certificaciones

a) Política de calidad

“Sistemas de Control y Telecomunicaciones Perú S.A.C es una empresa comprometida a satisfacer a sus clientes mediante el cumplimiento de los requisitos, ofreciéndoles servicios de Desarrollo de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control y Telecomunicaciones de óptima calidad para lo cual se vale de la capacitación constante de sus colaboradores, dirigido a mejorar continuamente nuestras actividades.”

b) Política de seguridad y salud ocupacional

“Sistemas de Control y Telecomunicaciones Perú S.A.C considera el tema de seguridad y salud ocupacional como un compromiso con sus colaboradores para evitar riesgos, accidentes y enfermedades ocupacionales, para lo cual actuamos dentro del marco legal, capacitándonos continuamente, creando un ambiente seguro y sano que garantice la integridad física y mental de nuestros colaboradores; para hacer de nuestros Servicios de Desarrollo de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control y Telecomunicaciones un trabajo con altos estándares de seguridad y salud.”

c) Política medioambiental

“Sistemas de Control y Telecomunicaciones Perú S.A.C es una empresa comprometida a mejorar continuamente su desempeño ambiental, por lo que la prevención de la contaminación al realizar sus Servicios de Desarrollo de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control y Telecomunicaciones es un tema prioritario, lo cual incluye la disminución de la generación de residuos y el consumo de energía. Todas nuestras actividades son ejecutadas teniendo en cuenta los requisitos legales vigentes y los voluntarios que la empresa adopte.”

d) **Certificaciones**

- **Certificado de homologación de proveedores Grupo Romero**, certificador Corporación Homologaciones del Perú S.A.C **periodo 2020-2021**
- **Certificado de homologación de proveedores Grupo Gloria**, certificador Icontec del Perú S.A.C **periodo 2020-2021**

1.1.5. **Clientes**

a) **Rubro alimentos y bebidas**

Tabla 1

Principales clientes

ITEM	Clientes	Ubicación
1	Alicorp S.A.A	Distrito Carmen de la Legua – Provincia Callao.
2	Gloria S.A	Distrito Lurigancho Chosica – Provincia Lima.
3	ADM Inca S.A.C	Distrito Callao – Provincia callao.
4	Panificadora Bimbo S.A.C	Distrito Carmen de la Legua – Provincia Callao
5	AmBev Perú S.A.C	Distrito Lurigancho Chosica – Provincia Lima.
6	Ajinomoto del Peru SA	Distrito Callao – Provincia callao.

Fuente: Elaboración Propia

1.1.6. Organigrama

Figura 1

Organigrama general de SCT PERU S.A.C



Fuente: Elaboración Propia

SCT PERU SAC realiza todas sus actividades con sus propios recursos profesionales no teniendo servicios tercerizados o de outsourcing.

1.2. Realidad Problemática

Según Jiménez (2016), uno de los beneficios más importantes de implementar y sistemas automatizados para procesos, es lograr que las organizaciones mejoren el control en las conexiones e interacciones entre los diferentes procesos que integran el sistema. Es decir, permite obtener una visión general de todos los procesos de la organización, ya que, a través del Mapeo de Procesos, se pretende realizar el levantamiento de información, identificando el funcionamiento, los responsables, tareas y actividades que se realizan, recursos que se utilizan, entradas y salidas, y las diferentes interacciones entre los procesos.

Según expone Camayo (2011) Las principales aplicaciones de la robótica y otros procesos de sistemas automatizados en la industria alimentaria están aún por desarrollar. De

ahí la trascendencia de la implantación de programas I+D+i en el sector, no sólo en el campo del desarrollo de nuevos productos alimenticios seguros y de calidad, sino también en cuestión de innovación en el diseño de nuevos procesos automatizados, tanto de producción como de control mediante robótica y aplicables a sistemas como el APPCC.

Según bibliografía revisada los costos totales de un proceso de implementación de calidad (prevención, evaluación, errores internos, errores externos) representan alrededor del 5 al 25% de las ventas anuales (Harrington, 1990). Dentro de este rango, los errores internos y externos representarían entre el 3 al 15% de las ventas anuales, lo cual mostraría que el reproceso podría llegar a ser muy importante en términos monetarios y económicos para cualquier organización de no existir algún tipo de intervención en materia de calidad.

En el caso de la producción defectuosa, el costo del reproceso se considera como un costo anormal y se refleja en la sección costos totales y unitarios como un costo adicional, el cual no forma parte del costo de los productos. (Galí, Gema 2013)

Como resultado de una revisión bibliográfica previa, se podría concluir que en el país no se dispone de algún tipo de estudio publicado (original o adaptado de literatura extranjera) sobre reprocesos en el sector alimentario. Por ello, resultaría una contribución importante para atacar este “vacío” teórico, analizar objetivamente la problemática de una empresa puntual.

Considerando lo expuesto, este trabajo busca plantear un proyecto aplicable a la línea de ensacado de GMS en una empresa de alimentos que permita disminuir los reprocesos. Específicamente, se persigue determinar una solución apropiada para el problema central identificado, mediante alguna metodología y tecnología conveniente y disponible; y a partir esta, desarrollar un análisis integral, con el cual la solución final quede plenamente definida

y especificada. Por ello, se plantea una interrogante que da lugar a este trabajo: ¿Es posible desarrollar un proyecto para la empresa de estudio que atienda la problemática expuesta?

1.2.1. Formulación del problema

¿Cómo la implementación de un sistema automatizado de control de pesaje reduce los costos de reproceso en una empresa de alimentos?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el proceso actual de pesaje en las líneas de ensacado GMS?
- ¿Cuáles son los sobrecostos que genera el sistema actual?
- ¿Cuál es el sistema automatizado propuesto y en qué punto del proceso se debe de implementar?

1.3. Justificación

Para Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014), la justificación establece el porqué de la investigación exponiendo sus razones, necesidad e importancia (p. 40). Las empresas siempre deben de buscar los puntos de mejora para ser más eficientes en sus procesos lo cual conlleva a mejorar sus resultados y metas de cada área de la empresa, sumándose en un periodo de gestión todas estas mejoras identificadas son tangibles en una mejora de calidad, reducción de costos, mayor disponibilidad de líneas, mayor seguridad de los colaboradores entre otros indicadores. La implementación de un proceso automatizados en las empresas da estos resultados justificando la inversión inicial necesaria, pero recuperándose en el tiempo con los mejores resultados que se obtiene en el mediano plazo. Para ello se debe de hacer un análisis detallado del proceso en cuestión, elaborándose un Diagrama Operacional de Procesos (DOP) y planteando la solución con la

última tecnología tanto software, hardware e ingeniería con el respaldo de una marca reconocida que le dé el valor agregado al proyecto.

Bernal (2010) y Blanco y Villalpando (2012) mencionan que un estudio cuenta con justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o al menos propone estrategias que al ponerse en práctica contribuirán a su solución, al tener como objetivo el de reducir los costos de producción ocasionados por el reproceso este trabajo cuenta con esta justificación que en la práctica tendrán estos resultados.

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Implementar un sistema automatizado de control de pesaje para reducir los costos de reproceso en una empresa de alimentos cliente de la empresa SCT Perú SAC.

1.4.2. Objetivo específico

- Controlar el estado de los sacos según la conformidad de su rango de peso especificado.
- Llevar un registro automatizado de cada operación de pesaje teniendo cada registro los datos de fecha, hora, producto, peso esperado, peso real.
- Eliminar los productos no conformes para reproceso

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación

2.1.1. Nacionales

Torres Villanueva, F. M. (2016). “En su tesis titulada Diseño y propuesta del sistema automatizado Clean In Place (CIP) en el área de producción de una empresa Láctea de Cajamarca, para mejorar la eficiencia de los ciclos de lavado”.

“El presente trabajo se propuso en una empresa láctea de Cajamarca donde se identificó diferentes problemas como el ineficiente proceso de limpieza que principalmente era por el sistema anticuado que tenía la empresa, además se realizaban procesos manuales y adicionales para los controles de temperatura y dosificación de los líquidos necesarios para la limpieza. Los operarios del sistema de saneamiento se sobrecargaban al tener estas operaciones de más y en muchas ocasiones no realizaban controles adecuados y arriesgaban la calidad del producto final”.

“El propósito de diseñar y proponer un sistema automatizado de limpieza Clean in Place (CIP) es obtener ciclos de lavado con tiempos precisos y con controles de temperatura y concentración adecuados para las soluciones, a través de la Automatización Industrial. Para el análisis de la empresa se utilizaron herramientas aprendidas durante la carrera de ingeniería industrial como diagramas de flujos, diagramas de operaciones, diagrama de recorrido, balance de materiales, Ishikawa, etc. La Automatización industrial, se determinó como principal método para lograr obtener eficientes ciclos de lavado, por lo que se ha requerido diseñar un sistema de limpieza automatizado Clean In Place (CIP), donde logrará eliminar los procesos manuales”.

La investigación nos da como resultado mejoras en los ciclos de lavado como: Ciclos de lavado con tiempos exactos, Controles adecuados de Temperatura y concentración de soda y ácido, Ahorros de insumos, Ahorro de tiempos y Operaciones sin riesgo.

Esta tesis es importante porque ayudara a las empresas a realizar la limpieza de la línea de proceso de una manera controlada, con ahorros de tiempo y mano de obra, haciendo eficiente el ciclo de lavado con la calidad requerida para el producto final.

Finalmente, para este tipo de sistemas se recomienda a las empresas dar mantenimiento a sus sistemas de lavado de sus áreas de producción y renovar cada cierto tiempo, esto evitará pérdidas de concentraciones y generará eficientes ciclos de lavado cumpliendo con los estándares de limpieza requeridos.

Morales Nuñez, R. R. (2015). En su tesis titulada “Sistema automatizado de molienda para la minería artesanal”.

El propósito de la investigación busca como objetivo general diseñar un sistema automatizado de molienda, con características particulares que logre facilitar el proceso de molienda para obtener una mayor recuperación del mineral y de esta manera cumplir con los requerimientos de la minería artesanal.

“En la actualidad, el desarrollo de la minería artesanal en las diversas partes del país está dividida en la minería que se desarrolla informalmente, a espaldas del estado peruano, y la minería formal artesanal, que se desarrolla bajo las leyes y con una serie de beneficios que se otorga. Existen diversos esfuerzos por parte del gobierno para cambiar poco a poco la cara de la minería artesanal, como la ley de formalización de la minería artesanal informal,

o el proyecto GAMA, que significa Proyecto de Gestión Ambiental en la Minería Artesanal, y se desarrolla conjuntamente entre los países de Suiza y Perú”.

“Los problemas que se han detectado en cuanto al desarrollo a la minería artesanal van ligados al tema social, económico, ambiental y tecnológico, en lo que respecta al problema ambiental están relacionado al excesivo desperdicio de mercurio por nombrar uno, y en lo que se refiere a los problemas tecnológicos básicamente se refiere a como realizan sus operaciones, lo simple de las técnicas o prácticas empleadas por los mineros artesanales en sus actividades de extracción y la satisfacción que encuentran con los resultados obtenidos, reflejan una actitud conformista y conservadora de los métodos de explotación que emplean. Actitud conservadora que se refuerza con el desconocimiento de alternativas técnicas y la desconfianza que les genera tecnologías ajenas, cuando estas tecnologías no le permiten el control directo sobre el producto de su trabajo individual o resultan poco transparentes para ellos; por ejemplo, retortas y plantas de procesamiento de mineral. La ingeniería puede jugar un rol dentro del proceso de formalización minera, facilitando soluciones tecnológicas, simples y transparentes”.

“Se ha elegido el proceso de molienda, pues es uno de los más importantes, cuyo resultado afecta directamente la recuperación del material. En el capítulo 1 se presenta la problemática que gira en cuanto al desarrollo de la minería artesanal. En el capítulo 2 se explican los requerimientos que tiene que cumplir el sistema mecatrónico diseñado, así como también el concepto de solución a la problemática planteada. En el capítulo 3, se especifican los sensores y actuadores del sistema de molienda, además, se detallan los planos de ensamble y despiece del sistema de molienda y por último se presentan los diagramas de control que hacen posible el funcionamiento del sistema diseñado. En el capítulo 4 se

presentan los costos del sistema electrónico, del sistema de potencia y de los elementos mecánicos”.

De igual manera se concluye que el sistema mecatrónico diseñado propone mejoras en cuanto a las prácticas actuales que se refieren al modo de trabajo en la minería artesanal ya que automatiza el proceso de molienda reduciendo la intervención del operario al mínimo y cumpliendo con los estándares de seguridad e impacto ambiental.

Implementar un sistema automático en la minería artesanal es de vital importancia debido a que ayudara a mineros artesanales a cumplir con los requisitos mínimos legales para que no contaminen el medio ambiente y no se expongan a sufrir algún daño físico.

Quillatupa Amaya, J. A; Ventura Navarro, M. (2019). En su tesis titulada Sistema automatizado de despacho de ladrillos haciendo uso óptimo del transporte.

“El objetivo general es desarrollar un sistema automatizado de planificación de distribución de despacho de ladrillos haciendo uso óptimo del transporte en función a la carga a entregar, aplicando estándares de la norma ISO 25000 para el desarrollo de software. Para esto, los algoritmos, las matemáticas y la implementación de hardware son importantes, pues son la base para plantear una solución que considere todas las variables posibles en el negocio. El documento está dividido en ocho capítulos. El primero corresponde a los fundamentos teóricos, así como un análisis de la organización objetivo y la identificación de la situación problemática. El segundo capítulo establece los objetivos del proyecto. El tercer capítulo modela el negocio bajo el proceso de desarrollo de software RUP. El cuarto capítulo define los requerimientos del sistema, bajo el mismo proceso de desarrollo de software que en el modelado de negocio. El quinto capítulo define la arquitectura del software, identifica

las metas, restricciones y mecanismos arquitectónicos que van a restringir la construcción del producto”.

El trabajo concluye con el desarrollo de un sistema automatizado que consta en instalar sensores de peso en cada eje del tráiler para poder verificar y controlar lo máximo permitido en el proceso de carga. Así mismo, luego de tener el tráiler con los pesos adecuados en cada eje, se utilizará un módulo que permitirá al conductor manejar por una ruta óptima considerando restricciones de calles y horarios no permitidos. Finalmente, luego de la descarga el sistema se integrará y actualizará el stock en el ERP.

El presente trabajo de tesis tiene como importancia presentar una propuesta de solución para las empresas enfocadas en el proceso de planificación y distribución de producto terminado, quienes a diferencia de otras empresas donde se externaliza la operación logística de transporte, esta se realizaría con recursos propios. Así mismo, las leyes sobre el transporte se están volviendo más estrictas en la actualidad.

Apaza Mamani, D. F; La Torre Javier, I. J. En su tesis titulada “Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016”.

“El presente trabajo de tesis consiste en diseñar un sistema automatizado para riego tecnificado, realizando un balance de humedad de suelo el cual tiene como objetivo un uso eficiente del agua conjuntamente con la implementación tecnología Arduino y el ensamblamiento de los componentes eléctricos y electrónicos. Básicamente para realizar este sistema de riego automatizado se debe tener un sensor de humedad de suelo de tipo señal analógica, el cual tendrá la función de monitorear la humedad de suelo, este transmitirá mediante una señal analógica a la placa arduino y esta a su vez procesara la información para

luego generar una señal de salida, la cual transmitirá a un relay que este último activara o desactivara la bomba de agua. De esta manera podremos controlar la humedad del suelo evitando que se tenga exceso o déficit de humedad de suelo en el cultivo. Para esta ocasión se desarrolló una prueba experimental en un área de 6.4 m^2 , designando uno para riego automatizado y otro con riego convencional para este último se realizó cálculo de la cantidad de agua que se utilizaría para riego convencional utilizando el software clinwat 8.0, posteriormente se elaboró un módulo de aprendizaje de riego automatizado, donde se puede apreciar el funcionamiento del sistema de riego automatizado conjuntamente con los materiales utilizados en la etapa experimental, para el laboratorio de control y automatización de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica”.

La investigación nos da como resultado que el diseño e implementación del sistema automatizado de riego logra un eficiente uso de agua reduciendo un consumo de agua del 10.9 %, respecto al riego convencional. También se logró con éxito el monitoreo de la humedad de suelo, donde se puede visualizar en tiempo real los datos de la cantidad de humedad de suelo, así mismo tendrá la capacidad de almacenar y registrar datos.

El realizar un riego automatizado es muy importante porque ayudara a otros agricultores a aplicar los recursos de forma localizada, continua, eficiente y de manera oportuna, asimismo, se adaptaría a cualquier tipo de terreno y a condiciones topográficas diversas, lo cual además de ahorrar tiempo, ayudara a mejorar la economía ya que cumple con ciertas funciones como lo es el regar, fertilizar y controlar plagas, evitando el desarrollo de maleza o mala hierba, la presencia de plagas y enfermedades, lo cual reduce las pérdidas.

Becerra Miñano, W. J; Vilca Quispe, E. A. (2013), En su tesis titulada “Propuesta de desarrollo de lean manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa factoría Bruce S. A”.

“El presente trabajo tuvo como objetivo general, reducir los costos por reprocesos mediante la propuesta de desarrollo de Lean Manufacturing en el área de pintado de la empresa FACTORÍA BRUCE S.A. Para lo cual, en primera estancia se ha descrito el estado actual del área de pintado de la empresa FACTORÍA BRUCE S.A., de esta manera nos permitió plantear el desarrollo de una propuesta de mejora para la reducción de los costos por reprocesos, y a la vez realizar un análisis en qué medida la propuesta planteada ayudaría a reducirlos costos por reprocesos en el área de pintado. Teniendo en cuenta el desarrollo de la propuesta de Lean Manufacturing se dio como resultado lo siguiente: El mapeo actual mostraba un tiempo de producción de 4.4375 días, con un tiempo de procesos de 1234 min, con un 42.07% sin valor agregado y un 57.93% con valor agregado. Por otro lado, el mapeo propuesto muestra un tiempo de producción de 4.3956 días, un tiempo de proceso de 1364 min, un 35.05% sin valor agregado y un 64.95% con valor agregado. El Takt time de 29.51 horas/unid es el ritmo que se debe manejar para la producción de buses, teniendo en cuenta sus componentes para alcanzar la meta. Además, se logró reducir la cantidad de pedidos al año de 24 a 5, teniendo en cuenta que el producto crítico es AUTOCOAT BT 135 FILLER. Con la elaboración de esta propuesta se redujo el porcentaje de reproceso por total de producción de un 88% a un 47%, de esta manera, se redujo también el costo total anual de reproceso de S/. 41 177.17 a S/. 21 361.83. Se puede apreciar que es una reducción considerable, esto nos permite indicar que la propuesta planteada es correcta”.

Por lo que es importante que las empresas utilicen las técnicas o pensamiento “lean” ya que todo negocio debe llevar a cabo sus operaciones tratando de reducir los costos por

reprocesos. Además, ayuda a obtener un mejor clima laboral, logrando que se trabaje de forma ordenada, permitiendo integración entre las áreas.

2.1.2. Internacionales

Zambrano Morales, L. F. (2018). En su tesis titulada “Diseño e implementación de un sistema automatizado de dosificación por peso de agua y aceite para la elaboración de salsas para le empresa MARCSEAL S.A”.

“El presente proyecto tiene como finalidad diseñar e implementar un sistema automatizado de dosificación por peso de agua y aceite para la elaboración de salsas para la empresa MARCSEAL S.A. Dicha empresa está empeñada en el mejoramiento continuo por lo que se ha concentrado en los aspectos más importantes de sus procesos e instalaciones. Dentro de este enfoque, el control de inventario de aceite y la digitalización de los datos de producción que involucra este producto son críticos. Anualmente existe una desviación aproximada de 20 toneladas de aceite, lo que implica pérdidas económicas. Este desfase se debe principalmente a la no disponibilidad de herramientas adecuadas de monitoreo y control. El proyecto por desarrollarse plantea minimizar las diferencias e irregularidades en el inventario de aceite al cierre de cada año. Asimismo, con la automatización de los procesos se mejorará la productividad y eficiencia, se optimizará el recurso humano y se obtendrán registros de consumo de materia prima fundamentales para el análisis estadístico y planificación. La digitalización de datos de producción del nuevo sistema facilitará la actualización de los inventarios en línea, generará reportes de consumo y producto terminado. Además, la implementación de interfaces gráficas y adquisición de datos

permitirá llevar a cabo análisis de indicadores de rendimiento para dar a conocer el estado del sistema, sus problemas y oportunidades de mejora”.

De igual manera se concluye que diseñar un sistema automatizado permitirá tener un control en la recepción y consumo de aceite y agua para la elaboración de salsas frías, con lo cual se han cumplido todos los objetivos y alcances planteados en el presente proyecto.

El presente estudio es de vital importancia ya que ayudara a empresas que tienen un proceso similar donde se requiera controlar desde la recepción hasta el proceso final, permitiendo mejorar la productividad y minimizar errores humanos.

Zurita Fiallos, E. A; Fiallos Llangarí, F. S. (2016). En su tesis titulada “Diseño e implementación de un sistema automatizado con monitoreo vía web para una marmita para la elaboración de queso y un mezclador para la obtención de crema solar”.

“El propósito de la tesis de investigación, es diseñar e implementar un sistema automatizado con monitoreo vía web para una marmita para la elaboración de queso y un mezclador para la obtención de crema solar en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Laboratorio de Procesos Industriales, determinando las variables controlables de los procesos mencionados, que permiten caracterizar y determinar los dispositivos ideales para la investigación. Así en las etapas de cocción y de enfriamiento, con análisis específicos se realizó un circuito de control con una interfaz HMI para el ingreso de instrucciones y devolución de resultados. Para la automatización de las máquinas, se diseñó un panel de control, implementando un sistema cableado para el control automático de motores trifásicos de 0,5 Hp, para el mejoramiento continuo del diseño y funcionamiento de la marmita y el mezclador, optimizando los recursos humanos, mejorando el desempeño de las máquinas en las etapas antes

mencionadas. El sistema de monitoreo interno y vía web en conjunto con el HMI, se implementaron de manera que exista una interfaz hombre máquina, que permita al usuario pueda interactuar con el proceso, generando un registro en tiempo real, del proceso de producción, así como los valores de temperatura que se van registrando en el proceso. Los registros generados se enviaron a un correo electrónico, perteneciente a una persona responsable a cargo de las prácticas del laboratorio, a través del protocolo para transferencia simple de correo”.

El trabajo concluye con la implementación del sistema automatizado que se conecta con el HMI y el módulo Ethernet, lo que facilito el monitoreo del proceso, generando en su conjunto, un sistema de supervisión amigable y sencillo para el usuario, también genero una optimización de recursos materiales, recursos humanos en un porcentaje de 20% en un grupo de mínimo 5 estudiantes, mejora en la eficiencia y rendimiento de los equipos en un 10% más de sus condiciones iniciales, manteniendo la higiene y calidad de los productos o concentrados, fortaleciendo la seguridad al momento de trabajar, consiguiendo la automatización de los equipos en un 100% de las etapas de funcionamiento. Recomendamos al responsable del laboratorio, planificar y ejecutar el mantenimiento preventivo de los equipos de manera periódica.

Este trabajo es importante debido a que nos ayudara a hacer uso de la tecnología con su máximo potencial, ya que usa la conexión ethernet para monitorear el proceso y controlar cualquier desviación de sus parámetros en tiempo real dando la solución inmediata.

Simbaña Naula, J. R. (2017). En su tesis titulada “Los costos del reproceso de residuos de plásticos y su efecto en el costo de venta de plásticos Continentales S.A”.

Se busca como objetivo general analizar de qué manera los costos del reproceso de residuos de plásticos afecta al costo de venta y por ende a la rentabilidad de la empresa PLÁSTICOS CONTINENTALES S.A.

El presente proyecto investigativo de tesis se desarrolla en la empresa PLÁSTICOS CONTINENTALES S.A., ubicado en la provincia del Guayas, ciudad de Guayaquil, su principal actividad es la elaboración de productos plásticos tales como platos de diferentes formatos, vasos, envases, entre otros productos de la misma línea.

La industria se dedica a la fabricación y producción de productos plásticos tendrá material rechazado, el cual no debe ser enviado al desperdicio sino reciclarlo y enviarlo al reproceso de este, para ocupar toda la materia prima y que no sea un desecho.

La investigación nos da como resultado que el reproceso del producto no conforme, es una de fase que debe ser implementada en el proceso productivo del plástico ya que de esta manera se aprovechará la materia en su máxima potencia y no será enviada al reciclaje. O botaderos de basura donde el producto no desaparecerá, sino que seguirá contaminando el medio ambiente.

La investigación es de mucha importancia para las industrias de plásticos que quieren reducir el costo de desperdicio y merma, realizando reprocesos sin perjudicar la producción y respetando las normas ambientales.

Villafuerte Merino, M. O. (2011). En su tesis titulada “El almacenamiento de stocks y su incidencia en el costo por el reproceso de producto terminado en Nutrisalminsa S.A, durante el período 2010”.

“El objetivo general de la presente investigación es desarrollar un sistema de estrategias de costos de calidad que a partir de un enfoque multicriterio permita clasificar los

productos en stocks de calidad, para establecer estrategias diferenciadas que posibiliten una gestión de almacenamiento eficiente y orientada a la satisfacción de los clientes”.

En el Ecuador las empresas que fabrican y comercializan las Sales Minerales especializadas en la línea ganadera, ovina, porcina y caballar, han venido desarrollando un papel muy importante dentro del crecimiento social y económico del país, razón por la cual se ha demostrado una constante progreso y crecimiento de estas.

La importancia de la gestión de inventarios en la logística comercial y la necesidad de un control selectivo en función de la clasificación del producto disponible en el almacén. Asimismo, se divulga la base metodológica del método propuesto y los resultados de su aplicación.

La logística de gestión de inventarios investiga una serie de actividades de flujo de inventarios desde el punto de partida hasta el destino desde una perspectiva sistemática e integrada, a fin de brindar productos de alta calidad a los clientes internos y externos de la organización en el momento oportuno, con el menor costo y excelente rotación

La investigación nos da como resultado que los costos por el reproceso de producto terminado están afectando directamente en la ganancia que presenta la empresa, dado que las devoluciones por producto se han hecho constantes teniendo la necesidad de reprocesar los productos.

Este trabajo es importante porque ayudará a las empresas industriales, especialmente a aquellas que están comprometidas con la producción de alimentos y complementos nutricionales en líneas de producción ganadera, porque aumentará su productividad, liderazgo en costos, eficiencia y efectividad para seguir siendo competitivas y poder liderar el mercado.

Segovia Cruz, A. J. (2014). En su tesis titulada “Diseño e implementación de prototipo para sistema automatizado de recolección y extracción de codornaza en módulos de explotación de codorniz”.

El presente trabajo tiene como principal objetivo “diseñar e implementar un prototipo para la automatización de la recolección y extracción de codornaza (estiércol de la codorniz) para un módulo de explotación de codorniz, en el cual se albergan 250 aves, adicionalmente, dispone de un sistema para controlar dos variables que afectan el ambiente dentro del hábitat (temperatura y calidad del aire). El prototipo consta de un sistema electromecánico y un sistema electrónico. El sistema electromecánico está compuesto por 5 bandas transportadoras y una emulación de un sistema de ventilación. Cada jaula tendrá una banda transportadora ubicada en la parte inferior permitiendo recoger y retirar la codornaza. La ventilación permite que la temperatura no se eleve y mantiene la calidad de aire dentro del hábitat. El sistema de control tiene una interfaz con el usuario, por medio de la cual se pueden monitorear y configurar los valores máximos de las variables del proceso, así como la operación manual todo el sistema electromecánico”.

El trabajo concluye con la elaboración de un prototipo tamaño escala totalmente automatizada, el cual cumplirá el proceso a una frecuencia que determinará el coturnicultor mediante una interface HMI (Human Machine Interface) o cuando el nivel de gas amoníaco exceda el valor máximo admitido. Esto es con el fin de controlar el mejor ambiente que sea adecuado para la explotación de la codorniz, se miden y controla la variable de temperatura.

La presente tesis tiene una gran importancia porque ayudara a las empresas dedicadas a la crianza de codornices a poder hacer uso de una correcta recolección y almacenamiento de codornaza de manera automatizada y así evitar la exposición del personal a enfermedades e infecciones y a la misma ave.

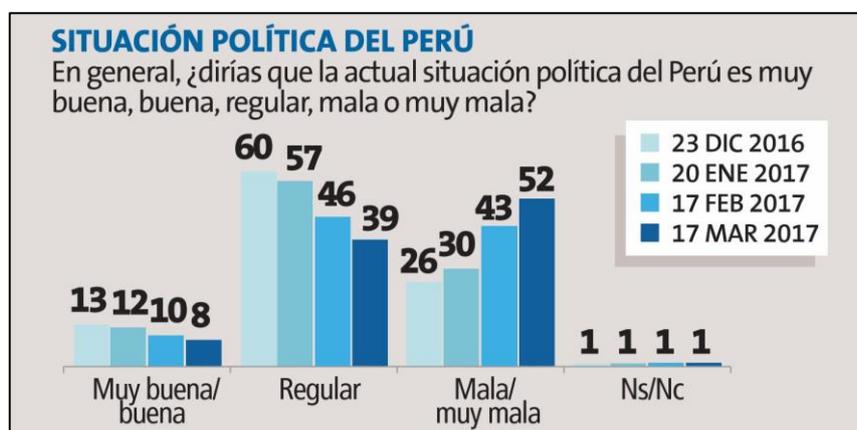
2.2 Contexto Actual del sector alimentos en el Perú

En los últimos 25 años, el Perú se ha caracterizado por una seria deficiencia de gobernabilidad, alternado periodos de autoritarismo con etapas de alta inestabilidad política. Grandes sectores de la población caen bajo una exclusión política como los departamentos del interior, la población rural, los indígenas, etc. A esto se añaden los peruanos sin documentos de identidad, cuyo número se calcula entre 1 y 5 millones, personas sin existencia legal, derechos políticos, atención social ni propiedad.

La gran complejidad geográfica (Costa, Sierra y Selva) con impresionantes barreras naturales y elevados costos de infraestructuras de comunicación y transporte dificulta la articulación del territorio y tiene también un efecto significativo sobre la cohesión social.

Figura 2

Percepción de situación política del Perú



Fuente: Datum – Pulso Perú – 2021

Podemos recoger la opinión que se tiene de la realidad económica del Banco Mundial en su publicación – Perú Panorama de su última actualización de abril 2016 donde podemos citar lo siguiente:

“En la última década, el Perú destacó como una de las economías de más rápido crecimiento en la región, con una tasa de crecimiento anual promedio de 5,9 por ciento en un entorno de baja inflación (2,9 por ciento en promedio). Un contexto externo favorable, políticas macroeconómicas prudentes y reformas estructurales en diversos ámbitos convergieron para dar lugar a este escenario de alto crecimiento con baja inflación.”

“El PIB tuvo una leve recuperación, llegando a 3,3 por ciento en 2015, después de haber registrado el índice más bajo en seis años, 2,4 por ciento, en 2014. El crecimiento se debió al fuerte aumento de los inventarios y a una recuperación de las exportaciones. En cambio, las inversiones siguieron contrayéndose debido a una situación económica externa menos favorable y a la lentitud en la ejecución de proyectos de infraestructura a nivel local. El consumo privado se desaceleró debido a un deterioro de las condiciones del mercado laboral. La inflación general, después de llegar a un punto máximo de 4,6 por ciento a principios de año, disminuyó nuevamente y se encontraba en 2,9 por ciento en agosto de 2016, justo por debajo del límite superior del rango meta. La reducción de la inflación se debió a una menor presión por depreciación de la moneda nacional y a la normalización de las condiciones del clima, que ejercieron presión sobre los precios de los alimentos en los meses anteriores.”

“En 2021, se espera que el crecimiento económico sea similar a los niveles de 2016, recuperándose gradualmente a un ritmo promedio de 3,8 por ciento para 2021-2018. En los próximos dos o tres años, se espera que el inicio de la fase de producción de proyectos mineros a gran escala y la mayor inversión pública y privada en proyectos de infraestructura refuerce la demanda agregada. Además, el país seguirá impulsando reformas estructurales, garantizando con ello la confianza de los inversionistas privados.”

“En 2016, el crecimiento se acelerará ligeramente debido a los mayores volúmenes de exportación minera a medida que varios proyectos mineros de envergadura ingresen en la etapa de producción. Las proyecciones son que el crecimiento se acercará al 4 por ciento en 2021, gracias a una recuperación de la inversión propiciada por la implementación de una serie de grandes proyectos de infraestructura pública. La mayor demanda interna contrarrestará la desaceleración gradual del crecimiento de las exportaciones a medida que la producción minera alcance un nuevo nivel.”

“En el frente externo, los principales factores que pueden impactar en el crecimiento económico son:

- La caída de los precios de las materias primas, estrechamente vinculada a la desaceleración de la economía mundial;
- Un eventual período de volatilidad financiera, vinculado al alza esperada de las tasas de interés en Estados Unidos.”

“En el frente interno, las proyecciones en cuanto al crecimiento del PBI son vulnerables a lo siguiente:

- Inestabilidad política debido a que el gobierno elegido en las urnas enfrenta una mayoría congresal del principal partido de oposición;
- Impacto del fenómeno de El Niño en la economía real;
- Un gran porcentaje de la población sigue siendo vulnerable a los choques o remezones y podría volver a caer en la pobreza.”

“En adelante, para reducir esta dependencia y lograr un crecimiento alto y equitativo, sostenible a mediano y largo plazo, se requerirán reformas políticas internas que expandan el acceso a servicios públicos de calidad para todos los ciudadanos y generen mejoras en la productividad de todos los sectores económicos, lo cual incrementaría el acceso de los trabajadores a empleos de mejor calidad, reduciendo con ello la informalidad.”

Al último año, la empresa Alicorp lideró el ranking de empresas de alimentos en el Perú, seguida por las empresas Gloria, Nestlé, entre otras. Para estar en el primer puesto de su sector Alicorp facturó S/4,688 millones en el último año, no en vano es dueña de las marcas líderes: Nicolini, Alacena, Primor, Negrita, Cocinero, Blanca Flor, entre otros. La empresa es parte del Grupo Romero, uno de los tops 3 grupos económicos peruanos.

Gloria hace mucho dejó de ser solo una marca de leche evaporada y pasó a convertirse en una empresa de productos lácteos y embutidos, si bien su holding empresarial (Grupo Gloria) incluye también empresas de packaging e incluso una empresa cementera. Para estar en el segundo lugar del sector Gloria facturó S/3,425 millones.

El tercer lugar lo ocupa la multinacional Nestlé, dueña de marcas importantes para el consumidor peruano como D’Onofrio, Ideal, Nescafé, Milo y la lovemark Sublime. La empresa facturó en nuestro país cerca de S/1,700 millones para llegar a esta posición.

La industria de alimentos agrupa en total a 9 rubros (códigos ciuu) que se pueden segmentar de manera separada (alimentos procesados, confitería, panadería, molinería, aceites, entre otros). Se espera un leve crecimiento en el sector de manera promedio para este año, a diferencia de otros sectores.

Figura 3

Top 10 de empresas sector alimentos del Perú

RANK ALIMENTOS	RANK TOP 10,000	RAZÓN SOCIAL
1	21	ALICORP S.A.A.
2	30	LECHE GLORIA S.A.
3	67	NESTLE PERU S.A.
4	158	MOLITALIA S.A.
5	189	MONDELEZ PERU S.A.
6	222	LAIVE S.A.
7	281	INDUSTRIAS DEL ESPINO S.A.
8	289	MACHU PICCHU FOODS S.A.C.
9	400	PERALES HUANCARUNA S.A.C.
10	401	AJINOMOTO DEL PERU S.A.

Fuente: Revista semana económica

La rama de alimentos, bebidas está contenida en la industria no primaria y clasificada dentro de la industria de bienes de consumo. Dentro de la industria manufacturera del país, el rubro de alimentos y bebidas tiene una participación del 16,8% siendo la segunda rama industrial en el país detrás del sector textil según estadísticas elaborados por el INEI.

Figura 4

Empresas manufactureras según rama industrial año 2019



Fuente: Instituto nacional de estadísticas e informática

2.3 Sistemas automatizados

2.3.1 IEC-60812:2006 Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA)

La norma (IEC 60812, 2006, pp.11-79) “Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)” presenta los lineamientos y una descripción del FMEA (Análisis de modos de falla y efectos) y el FMECA (Análisis de modos de fallas, efectos y criticidad), además, facilita una guía de cómo pueden ser aplicadas para conseguir varios objetivos, tales como:

- Proveer un procedimiento para realizar un análisis.
- Identificar los términos adecuados, los supuestos, las medidas de criticidad, los modos de falla.
- Definir principios básicos.
- Proporcionar ejemplos de hojas de trabajo necesarias u otras formas tabulares.

Todas las consideraciones cualitativas generales presentadas para el FMEA son aplicables al FMECA, ya que la segunda utiliza como base la primera. Según (Troffé, 2009), FMEA es una técnica aplicada al estudio metódico de las consecuencias que provocan las fallas de cada componente. Es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas. A continuación, los principales objetivos del FMEA:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y montaje, operación y mantenimiento de un equipo, a partir de los componentes.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales.

- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la ocurrencia de la falla potencial.

- Analizar la confiabilidad del sistema.

2.3.2 ISO 14224:2006 Recolección e intercambio de datos de confiabilidad.

La norma ISO 14224:2006 Industria de Petróleo, petroquímica y gas natural — Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos, ha sido preparada por el Comité Técnico ISO/TC 67, materials, equipment and offshore 14 structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries, brinda una base para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación, transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias (ISO 14224, 2006, p.1). De acuerdo a (ISO 14224, 2006, p.1), los principales objetivos de esta norma internacional son: 1. Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de: 1.1. Diseño y configuración del sistema; 1.2. Seguridad, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y plantas; 1.3. Costo del ciclo de vida. Planeamiento, optimización y ejecución del mantenimiento. 2. Especificar datos en un formato normalizado, a fin de: 2.1. Permitir el intercambio de datos entre plantas; 2.2. Asegurar que los datos sean de calidad suficiente para el análisis que se pretende realizar. Si bien la norma está orientada al registro de fallas, son de gran importancia las posibilidades de aplicación que presenta para definir los límites y jerarquía de los equipos de operación, como también la calificación de la jerarquía de las fallas (Troffé, 2009, p.2). Esta norma presenta lineamientos sobre qué información y cómo debe ser registrada, muestra una serie de equipos, sistemas, subsistemas y partes mantenibles más comunes, así como modos de falla y causas, limitando de esta manera el ingreso de datos de forma ordenada.

2.3.3 ANSI-ISA 101 Human Machine Interfaces for Process Automation Systems

La norma ANSI/ISA-101.01-2015 es un estándar desarrollado y publicado por la Sociedad Internacional de Automatización (ISA) y el Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI), su título completo en inglés es: “Human Machine Interfaces for Process Automation Systems”.

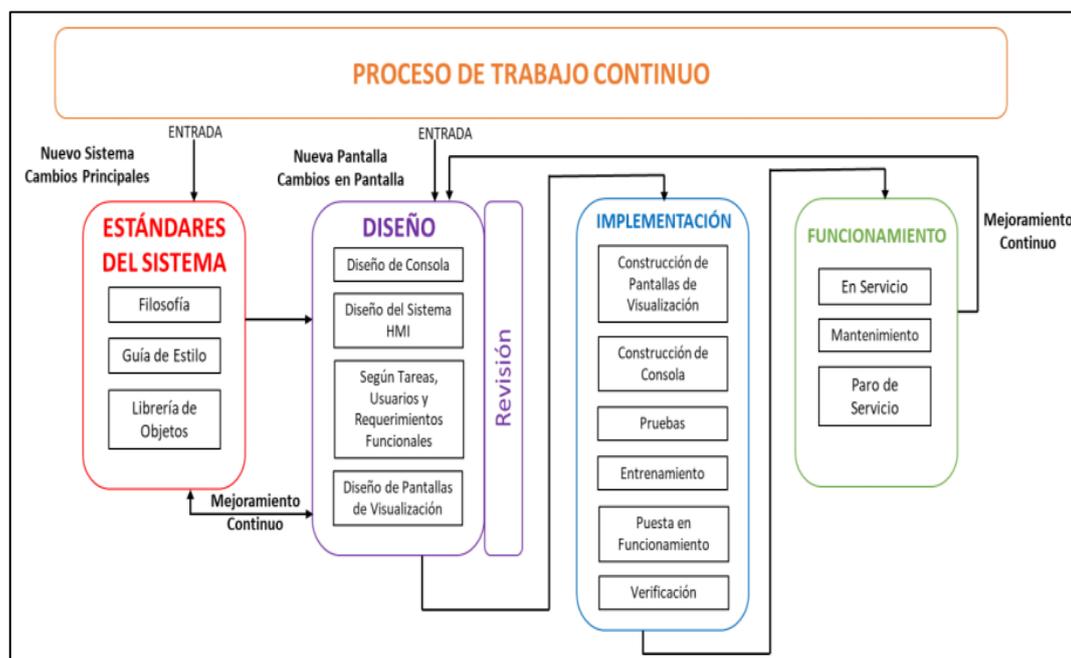
El propósito de la norma es direccionar la filosofía, diseño, implementación operación y mantenimiento de interfaces humano máquina para los procesos que usan sistemas automatizados. Este estándar define terminología y modelos para desarrollar un HMI e indica un proceso de trabajo recomendado para el correcto desempeño de un HMI a través de su ciclo de vida. Con el cumplimiento de los lineamientos del estándar se pretende tener sistemas más seguros y un control más efectivo y eficiente de los procesos en situaciones normales y anormales. De igual forma pretende ayudar a los usuarios de HMIs a entender los conceptos más importantes para que puedan aceptar y acostumbrarse al estilo de HMI que la norma recomienda desarrollar y que de esta manera también mejoren las habilidades para detectar, diagnosticar y responder de forma adecuada a situaciones anormales. El público para el cuál la norma está dirigida son: operadores, usuarios finales, diseñadores, desarrolladores e implementadores de sistemas HMI (ANSI/ISA, 2015).

El documento está compuesto por 9 secciones, de las cuales las primeras 3 son una introducción al contexto. En la 4 sección se presenta el modelo del ciclo de vida que debe tener un HMI. Este modelo se lo puede ver en la Figura 15. En las secciones 5 a 9 se indican detalles específicos de cómo se debe llevar a cabo el ciclo de vida y cómo se debe ejecutar el proceso de trabajo. Desde la sección 4 se establecen requerimientos obligatorios y recomendaciones opcionales que son indicados según corresponda su tipo. Se conoce que se está trabajando en un reporte técnico de esta norma, ya que el estándar es un documento que

establece qué se debe hacer, mientras que el reporte técnico indica el cómo se lo debe hacer (Wilkins, 2015).

Figura 5

Ciclo de vida de Sistema Automatizado según ANSI/ISA 101



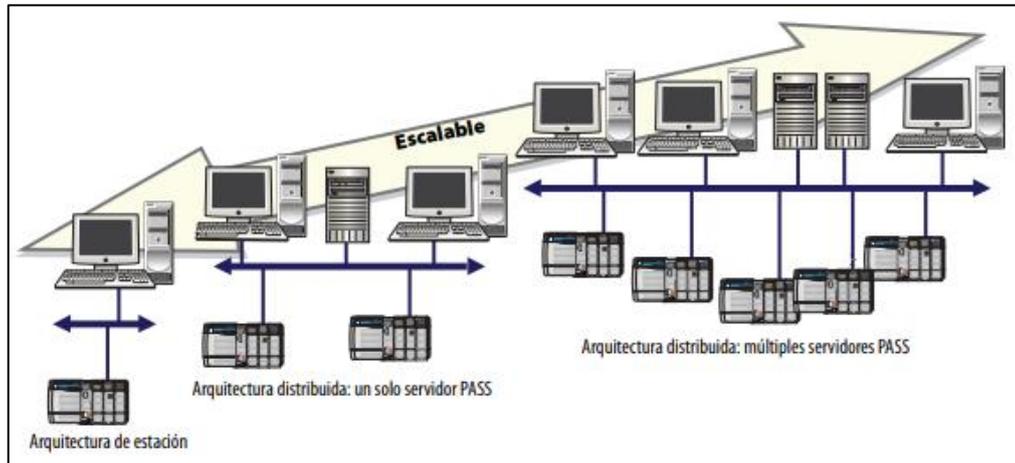
Fuente: (ANSI/ISA-101.01, 2015)

2.3.4 Sistema de Control automatizado PlantPax

Utilizando la descripción de bibliografía encontrada sobre este sistema automatizado (Rockwell Automation, 2019) El sistema PlantPax utiliza productos estándar de Rockwell Automation Integrated Architecture (IA) para crear un sistema de control distribuido (DCS). Este moderno sistema de control distribuido es escalable, flexible y abierto, a la vez que proporciona fiabilidad, funcionalidad y prestaciones que se esperan de un sistema DCS. Podemos describir los elementos y las arquitecturas del sistema que se pueden utilizar para configurar un sistema PlantPax en la siguiente imagen:

Figura 6

Arquitectura PlantPax

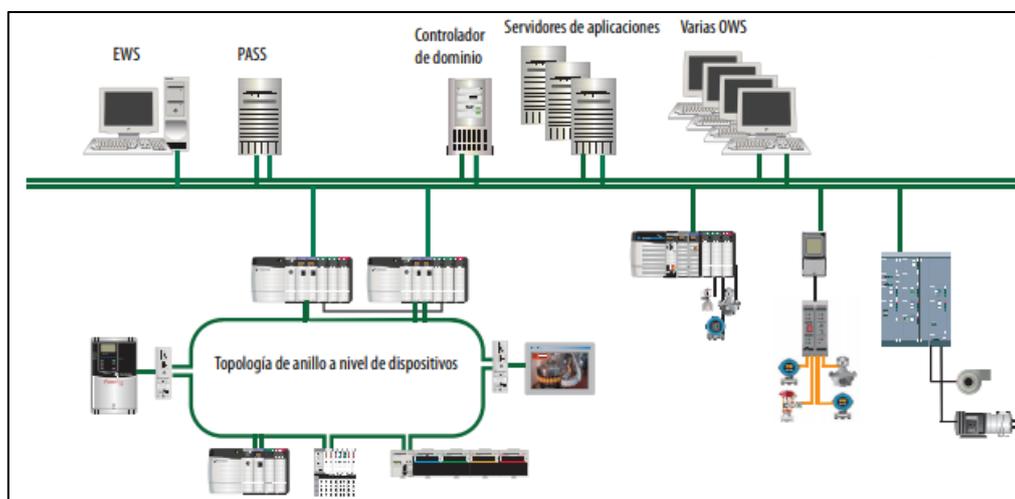


Fuente: Rockwell Automation

El sistema PlantPax se basa en estándares abiertos del sector que aprovechan EtherNet/IP como conexión principal. La red EtherNet/IP ayuda a brindar asistencia para la integración transparente de los componentes del sistema, así como para proporcionar sistemas empresariales de alto nivel.

Figura 7

PlantPax dentro red Ethernet/IP



Fuente: Rockwell Automation

2.4 Costo de Reproceso

“El costo de los reprocesos, la pérdida de clientes y los costos financieros de la cartera no forman parte de las cifras de los estados financieros, debido a que no son determinados ni registrados en el sistema contable. Igualmente sucede con muchos procesos en otros departamentos de la empresa, en donde se pierden recursos como tiempo, salarios, utilización de equipos, energía, gastos de comunicaciones, gastos de viaje, papelería, etc., cuyos valores nunca quedarán registrados en la contabilidad como pérdidas por fallas o errores en la administración. Por tales razones se les conocen como “costos ocultos” y simplemente aparecen dentro de los costos y gastos como un valor mayor, el cual, en cierta forma, se disfraza dentro de los resultados totales y en esta forma el tema no llama la atención y pierde importancia para la alta dirección”. (Álvaro Perdomo Burgos, 2004).

Para Álvaro Perdomo en su libro administración de los costos de calidad nos habla sobre la importancia de los costos del sistema de gestión de la calidad para ISO 9001. Donde ha hecho énfasis en la administración por procesos creando conciencia en la calidad de los productos, ciertamente tiene una incidencia directa en los costos de reprocesos en las diferentes áreas o departamentos, pero que no influyen directamente en el estado financiero ya que la toma como costo de reproceso, un costo cero.

“El costeo de los reprocesos concentra la atención de los administradores en los recursos desperdiciados en actividades que no hubieran sido emprendidas de haber elaborado el producto correctamente”.

“El costo del reproceso induce a los administradores a buscar formas de reducirlo, por ejemplo, mediante el diseño de nuevos productos y procesos, capacitando a los trabajadores, o realizando inversiones en nuevas máquinas. Para eliminar el reproceso y

simplificar la contabilidad, algunas compañías establecen un estándar de cero reprocesos.

Todos los reprocesos se tratan entonces como anormales y se eliminan como un costo del periodo actual”.

“Los costos de los reprocesos se registran cuando se incurre en ellos porque tienden a ser de un monto material. Ya que los desperdicios son de un monto insignificante, pueden no registrarse hasta el momento de la venta (en lugar de registrarse en el momento de la producción)”. (Charles T. Horngren 2007).

Para Charles Horngren en su libro contabilidad de costos nos menciona sobre los costos de reproceso que son evaluados cada vez con más rigor en los diferentes procesos, por lo que los administradores de las empresas ven como una oportunidad de mejora en la calidad y en la reducción de los costos por cada reproceso que se realiza.

“El costo del reproceso disminuye el ahorro y por tanto se convierte en un mayor costo de los materiales requeridos para la fabricación de otros productos. Los desperdicios normales y anormales se pueden atribuir a una orden de trabajo específica, o pueden ser comunes a varios trabajos específicos, es decir, pueden formar parte tanto de los costos directos como indirectos de producción. Cuando los desperdicios generan un ingreso – independientemente de su magnitud– hacen que los costos de producción de la orden de trabajo que los generó se reduzcan. En algunas ocasiones los desperdicios normales y anormales se pueden reutilizar nuevamente como materia prima para la fabricación de otros productos. En esos casos pueden generar un ahorro en la elaboración de los productos, con lo cual se convierten en un menor costo de los primeros productos elaborados”. (Ricardo Uribe Marín, 2011).

Para Ricardo Uribe en su libro costo para la toma de decisiones, nos habla que para algunos reprocesos no es solo perdida, sino que hay materiales que se puede reutilizar para el proceso de producción y de esta manera disminuye el costo de reproceso de cada pieza fabricada. También nos dice que la calidad de los productos está basada en los costes de los mismos incluyendo los costos de mano de obra con lo cual podrán obtener un resultado financiero que ayude a la toma de decisiones para concentrar sus esfuerzos para reducir los costos de la empresa.

“Crosby hace de los costes de no calidad (Costos de reproceso) la pieza nuclear de su sistema de Gestión de la Calidad. Su primer libro, Cutting the cost of quality (1967), aborda ya directamente este problema. En 1961 lanza el concepto «cero defectos» inspirado en su experiencia en la empresa Martin Marieta para la fabricación de productos sin ningún defecto, que desarrolla y perfecciona a partir de 1966 tras ser nombrado vicepresidente de calidad de ITT. Sus ideas son sistematizadas en el conocido Quality is free (1979) y en el no menos popular Quality without tears (1984). El movimiento «cero defectos», como filosofía de trabajo, tiene cuatro ideas fundamentales:

1. El único estándar aceptable es un trabajo perfecto, con cero defectos.
2. La medida de la calidad es el coste de calidad. Su modelo (POC-PONC) de división de los costes de calidad entre precio de la conformidad (por hacer las cosas correctas) y precio de la no conformidad (por hacer las cosas incorrectamente) es la primera categorización seria alternativa al modelo PAF de Feigenbaum.
3. La mejora continua de los procesos que permite, al tiempo que elevar la calidad, reducir costes por el ahorro en desperdicios, reprocesos y defectos. Se puede aumentar la calidad y reducir los costes conociendo el nivel de desperdicio y de trabajo improductivo, la llamada

«empresa fantasma» que recoge los costes de la no calidad, y luchando para erradicarla.

Esta idea supera las tesis previas de Juran, quien veía límites a la inversión en mejora de la calidad.

4. La necesidad de que el trabajador se autorresponsabilice de las operaciones que se le confían, eliminando controles y haciendo consciente al mismo de la necesidad de «hacer las cosas bien a la primera», lo cual requiere motivación y entrenamiento”.

(César Camisón, Sonia Cruz, Tomás González, 2006).

Para los autores, en su libro gestión de la calidad, nos presenta modelos y sistemas de gestión de calidad orientada a la prevención donde se ponen inspectores de calidad en diferentes puntos de la producción para evitar que productos defectuosos lleguen al cliente, pero no añade valor al producto, pero si aumenta los costos de la producción, es por es que otro modelo de calidad induce a tener una cultura de calidad, donde los trabajadores serían los primeros en reducir los costes de reproceso en sus líneas de producción.

2.5 Limitaciones

El trabajo de suficiencia profesional presente está limitado por el no acceso a toda la información de la empresa por sus políticas de confidencialidad vigentes y por el contexto legal.

2.6 Diagrama de Pareto

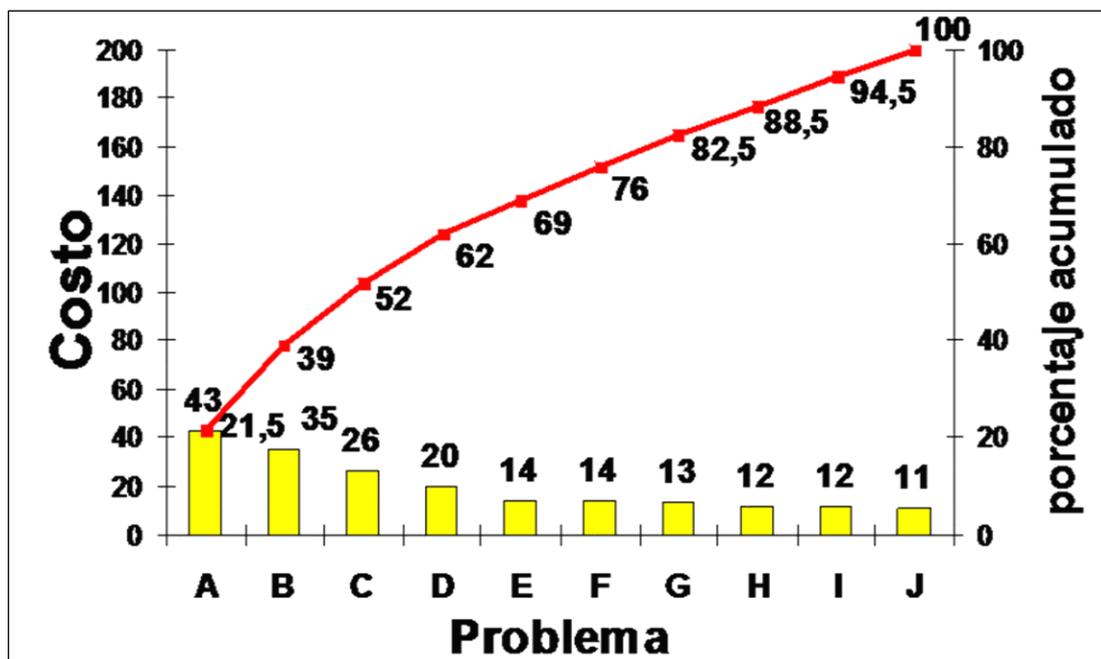
Para Vilfredo Pareto “Los problemas de calidad se presentan como perdidas (productos defectuosos y su costo). Es muy importante aclarar el patrón de distribución de la perdida”. La mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. “Si se identifican las causas de estos pocos

defectos vitales, podremos eliminar casi todas las pérdidas, concentrándonos en esas causas particulares y dejando de lado por el momento otros muchos defectos triviales. El uso del diagrama de Pareto permite solucionar este tipo de problema con eficiencia”. (V. Pareto, 1987).

“Señalo que, en muchos casos, la mayoría de los defectos y de su costo se deben a un número relativamente pequeño de causas. Si se identifican las causas de estos pocos defectos, podremos eliminar casi toda la pérdida” (Hitoshi Kume,2002).

En el libro del principio de la teoría del 80/20 nos dice que ciertas cosas son probablemente mucho más importantes que otras en cualquier población o muestra. de acuerdo a Richard indica que “un punto de referencia fuerte es que del 20% de las fuentes, y a menudo de una proporción mucho menor de fuerzas poderosas, fluye el 80% de los efectos o resultados”. (Richard Koch, 2013).

Figura 8 Modelo de diagrama de Pareto



Fuente: Gehisy Hernández Medrano

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Contexto general

Desde el año 2013 ingresamos a laborar al área de proyectos de la empresa SCT PERU SAC, en un inicio desarrollamos proyectos y servicios de automatización industrial a un cliente del sector de alimentos ubicado en el Callao dedicado a la fabricación de pastas.

A través de los años siguientes la cartera de clientes fue creciendo por lo que también los proyectos fueron ampliándose a distintos requerimientos desde modificaciones a sistemas de automatización ya desarrollados y/o también implementar sistemas automatizados nuevos incluyendo el desarrollo de programas de PLC, HMI (Human Machine Interface), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) y el diseño y fabricación de tableros eléctricos.

Nuestras funciones como ingenieros de proyectos en la empresa SCT PERU SAC comprenden desde la recepción de las requisiciones de cotización de los clientes, luego la elaboración de la propuesta técnica y comercial, si somos favorecidos con la adjudicación pasamos a la ejecución del proyecto por etapas:

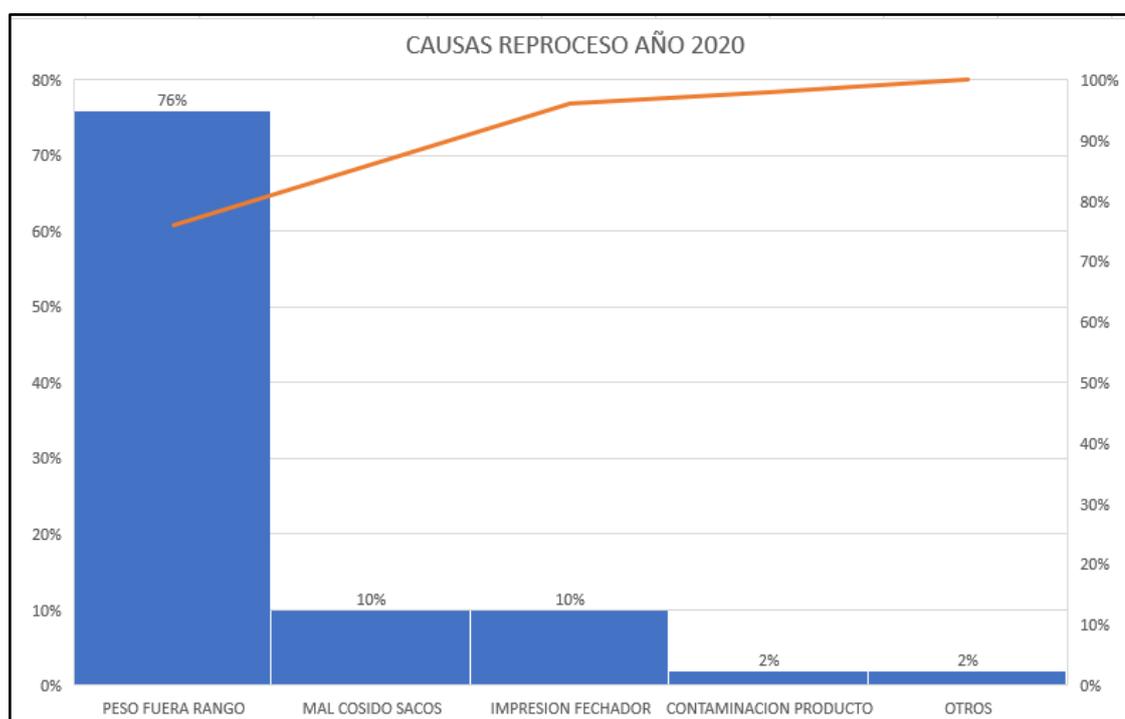
- Desarrollo de ingeniería de detalle
- Ejecución del sistema
- Implementación del sistema

En el caso específico del requerimiento por parte de una empresa de alimentos de un sistema automatizado para reducir sus costos de reproceso en el área de ensacado, se inició

diagnosticando su contexto actual. Por este motivo se pidió información al área de calidad de la empresa de alimentos para que nos proporcionen las estadísticas del último año de las causas de reproceso en el área de ensacado, elaborándose el diagrama de Pareto donde se grafica que el 66% de los casos de reproceso son causados por pesos fuera de rango.

Figura 9

Diagrama de Pareto acumulado causas de reproceso año 2020



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Detalle de costos de reproceso periodo 2020

DETALLE COSTOS REPROCESO PROMEDIO						
Concepto	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo	Turnos x Mes	Costo Mensual
Mano de Obra	Turno	80	18	S/ 1,440.00	3	S/ 4,320.00
Linea produccion	Turno	3000	1	S/ 3,000.00	3	S/ 9,000.00
Insumos	Glb	500	1	S/ 500.00	3	S/ 1,500.00
TOTAL						S/ 14,820.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

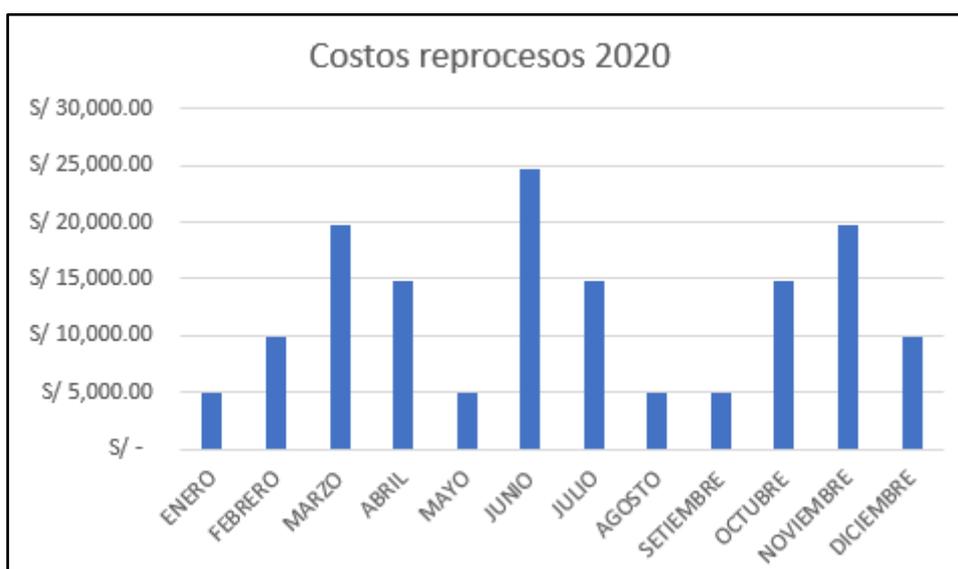
Costos mensuales de reprocesos periodo 2020

COSTOS REPROCESO 2020		
MES	TORNOS	COSTO
ENERO	1	S/ 4,940.00
FEBRERO	2	S/ 9,880.00
MARZO	4	S/ 19,760.00
ABRIL	3	S/ 14,820.00
MAYO	1	S/ 4,940.00
JUNIO	5	S/ 24,700.00
JULIO	3	S/ 14,820.00
AGOSTO	1	S/ 4,940.00
SEPTIEMBRE	1	S/ 4,940.00
OCTUBRE	3	S/ 14,820.00
NOVIEMBRE	4	S/ 19,760.00
DICIEMBRE	2	S/ 9,880.00
TOTAL		S/ 148,200.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Diagrama de Pareto acumulado costos de reproceso año 2020



Fuente: Elaboración propia

3.2 Actividades de implementación sistema automatizado

3.2.1 Relacionadas a Establecer el contexto

En esta etapa, determinamos el contexto en el área para el proceso de ensacado, se contó con el apoyo del cliente y la gerencia de producción de la empresa de alimentos para realizar visitas a planta y levantar la información necesaria durante los turnos de producción.

Se cuenta con 9 líneas de producción cada una con 1 operador encargado de recibir los sacos con el producto el cual pesara y si está dentro del rango pasara a coser para enviarlo al área de paletizado.

Figura 11

Actividad de relevamiento de datos de línea de producción



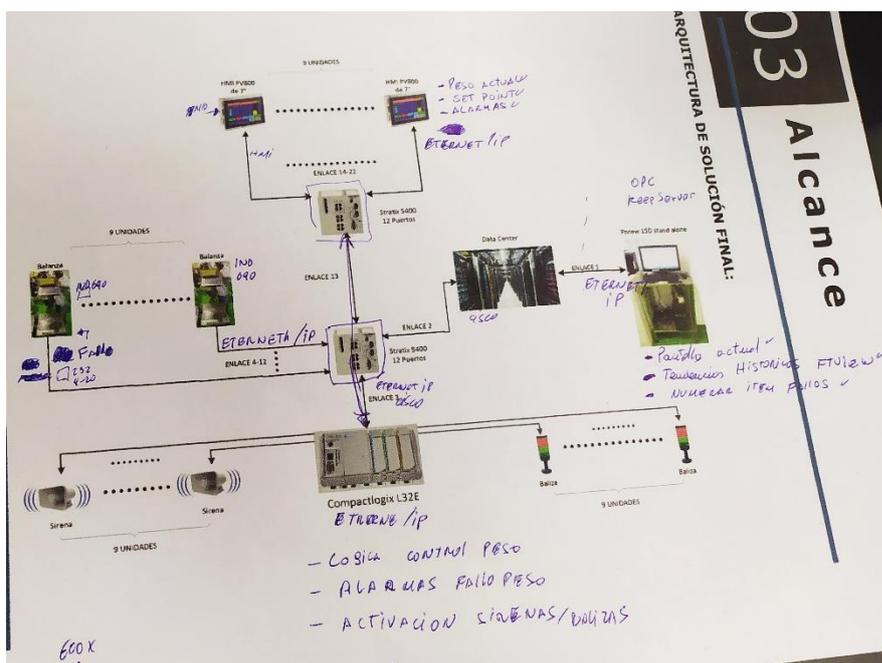
Fuente: Departamento proyectos SCT PERU SAC

3.2.2 Relacionadas a definir solución

Se trabaja en definir una arquitectura que pueda mejorar el proceso de pesado de sacos y evitar que el operador envíe al área de paletizado sacos fuera de rango, por ello se plantea agregar una interface HMI (Human Machine Interface) en cada línea para que muestre el peso de cada saco y su condición (dentro o fuera de rango) además de establecer una comunicación entre las balanzas existentes y un plc central que determinara el resultado del pesado, también se agregara una sirena y balizas para indicación de productos observados. En la figura adjunta se muestra un bosquejo de arquitectura con los componentes del sistema automatizado.

Figura 12

Diagrama de arquitectura para sistema automatizado



Fuente: Departamento proyectos SCT PERU SAC

3.2.3 Relacionadas a ingeniería eléctrica

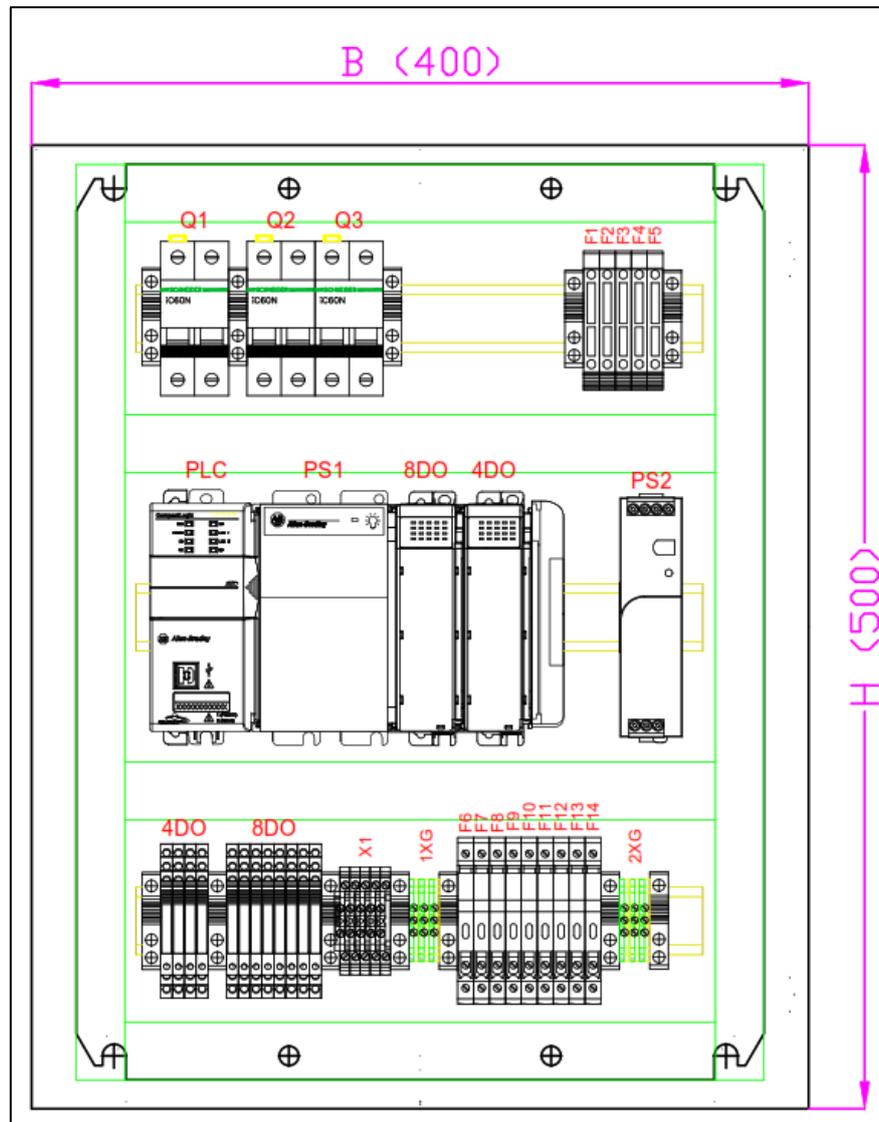
En esta actividad se trabaja en diseñar un tablero de control que contendrá un PLC (Programador lógico programable) entre otros elementos de control y elementos eléctricos

Implementación de sistema automatizado de registros de pesos para la disminución de costos de reprocesos en una empresa de alimentos

para el control de balizas y sirenas. Se dimensiono las medidas del tablero para que pueda ser instalado debajo del pasadizo elevado que es común a todas las líneas de producción.

Figura 13

Layout de tablero de control



Fuente: Departamento proyectos SCT PERU SAC

Será necesaria una alimentación eléctrica estabilizada de 220 VAC monofásica desde un UPS de 1.5 KVA y una tierra de instrumentación dedicada, las salidas de los relés para

Implementación de sistema automatizado de registros de pesos para la disminución de costos de reprocesos en una empresa de alimentos

las balizas serán de 24 VDC aisladas. Se tiene en cuenta que el consumo de este tablero eléctrico será de 2.5 Amperios a plena carga.

3.2.4 Relacionadas a integración con Balanzas y PLC

El cliente específico usar la misma balanza existentes para la evaluación de pesaje en las líneas, se relevó en campo los datos de las balanzas encontrándose controladores de peso de la marca Mettler Toledo modelo IND560 que tenían una tarjeta de comunicación con protocolo Ethernet TCP/IP.

Figura 14

Especificaciones técnicas controlador de peso IND560

IND560 Specifications	
Scale Types	Analog load cells or IDNet, High-Precision K Line (T-Brick type standard)
Number of Cells	Eight 350-ohm load cells (2 or 3 mv/V)
Number of Scales	Interface for one analog or one IDNet scale
Analog/Digital Update Rates	Internal: Analog: >366 Hz; IDNet: determined by base; Target Comparison: 50 Hz; PLC Interface: 20 Hz
Load Cell Excitation Voltage	10 VDC
Minimum Sensitivity	0.1 microvolts
Keypad	25 keys; 1.22-mm thick polyester overlay (PET) with polycarbonate display lens
Communications	<p>Serial Interfaces Standard: One serial port (COM1) RS-232/RS-422/RS-485, 300 to 115,200 baud Optional Ethernet/Serial Ports: Ethernet 10 Base-T with two additional serial ports (COM2 and COM3)</p> <p>Protocol Serial Inputs: ASCII characters, ASCII commands for CTPZ (Clear, Tare, Print, Zero), SICS (most level 0 and level 1 commands) Serial Outputs: Continuous or Demand with up to five configurable print templates or SICS host protocol, report printing, interfaces with external ARM100 Input/Output modules and DeviceNet Bridge</p>

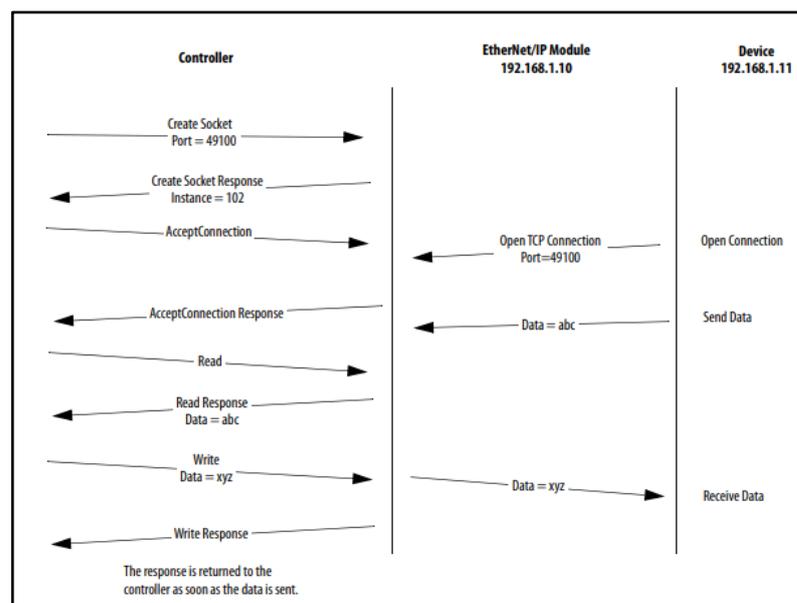
Fuente: Mettler Toledo

Teniendo como protocolo de comunicación Ethernet TCP/IP, se tendrá que realizar un programa en el PLC que `pueda consultar el peso mediante este protocolo de manera periódica y así tener el dato de peso de sacos en tiempo real. Consultando el manual de programación del PLC Compact Logix L33ER de la marca Allen Bradley tiene disponible este protocolo ethernet TCP/IP disponible para ser usado, aunque no el protocolo por defecto de esta marca.

Se tiene también como referencia el modelo de transacciones que debe de realizar el plc para realizar la creación del socket y el puerto, luego de recibida la respuesta del socket creado desde la balanza IND560 como aceptación de la conexión, seguido a ello se realizará la solicitud de lectura de datos la cual será respondido por el cliente y finalmente cerrarse a conexión hasta esperar el siguiente scan.

Figura 15

Secuencia de transacciones para la comunicación por sockets



Fuente: Rockwell Software

3.2.5 Relacionadas a sistema de supervisión y base de datos

Para el sistema de supervisión centralizada en la sala de control se implementará una PC cuya función será la de servidor – cliente donde se centralizará o también llamada estación standalone que recogerá los datos de peso de las balanzas desde el PLC y los mostrará en tiempo real, al detectar una realización de pesaje ya sea correcto o incorrecto lo registrará en una base de datos SQL remota con los datos de fecha, hora, peso esperado, peso real diferencia de peso y estado del pesaje. Estos registros generados estarán disponibles para ser filtrados y consultados posteriormente para evaluar el desempeño de las líneas, esta acción será posible de realizar desde el mismo sistema de supervisión desde la ventana correspondiente. El software y licencias a instalar en a PC de supervisión serán el Factorytalk View SE Standalone para 25 displays, este software nos permitirá el desarrollo de las interfaces graficas requeridas, así como las funciones de registrar y consultar pesos realizados por las 9 líneas.

Se contempla también que el sistema de supervisión tenga la posibilidad de generar alarmas visuales y sonoras en caso de presentarse alguna alarma ya sea de severidad leve o alta y el reconocimiento de estas alarmas sean solo efectuadas por usuarios con nivel de seguridad autenticados, estas alarmas generadas también estarán almacenadas en una base de datos para poder hacer seguimientos a eventos en fechas posteriores, como requerimiento adicional el sistema de supervisión generara alertas por email en caso de fallos graves como perdida de comunicación con PLC, perdida de comunicación con servidor SQL o eventos de malas pesada consecutivos, estos email serán enviados al gerente y supervisores de producción y personal del área de TI para una rápida respuesta y evitar la pérdida de datos de peso.

Implementación de sistema automatizado de registros de pesos para la disminución de costos de reprocesos en una empresa de alimentos

Figura 16

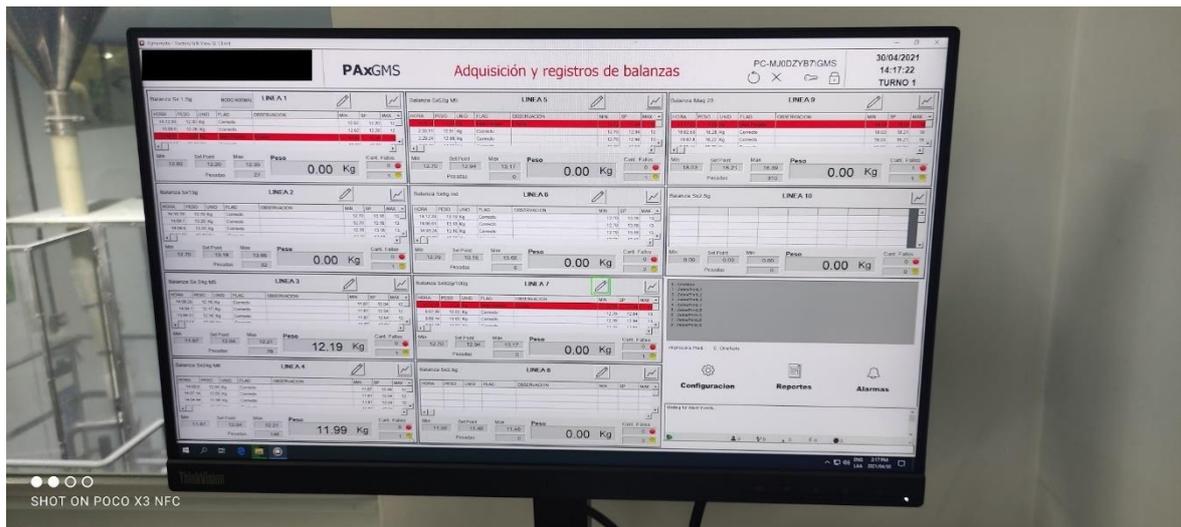
Display principal de sistema de supervisión



Fuente: Departamento de ingeniería SCT PERU SAC

Figura 17

PC de supervisión implementada en sala de control



Fuente: Departamento de ingeniería SCT PERU SAC

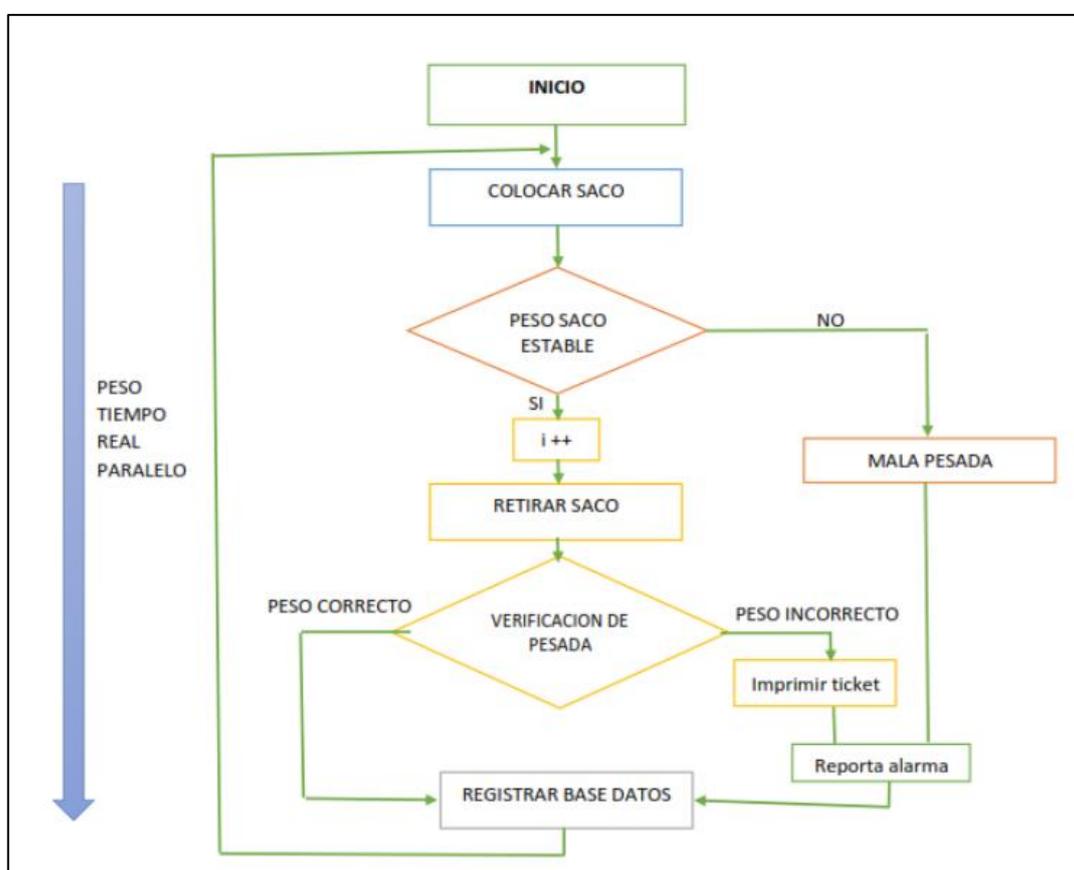
CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico del estado actual del sistema automatizado

Después de la implementación del sistema automatizado conllevó a distintos cambios en la operación de los operadores en el área de ensacado gms, esta nueva forma de operación fue explicado a todos los operadores de las 9 líneas de los 3 turnos además de supervisores.

Figura 18

Diagrama de flujo de operación de pesaje



Fuente: Elaboración propia

EL operador tendrá las ventajas de que su operación no permitirá salir del área sacos con pesos fuera de rango y avisará en caso encuentre casos de fuera de rango y/o malas pesadas operacionales.

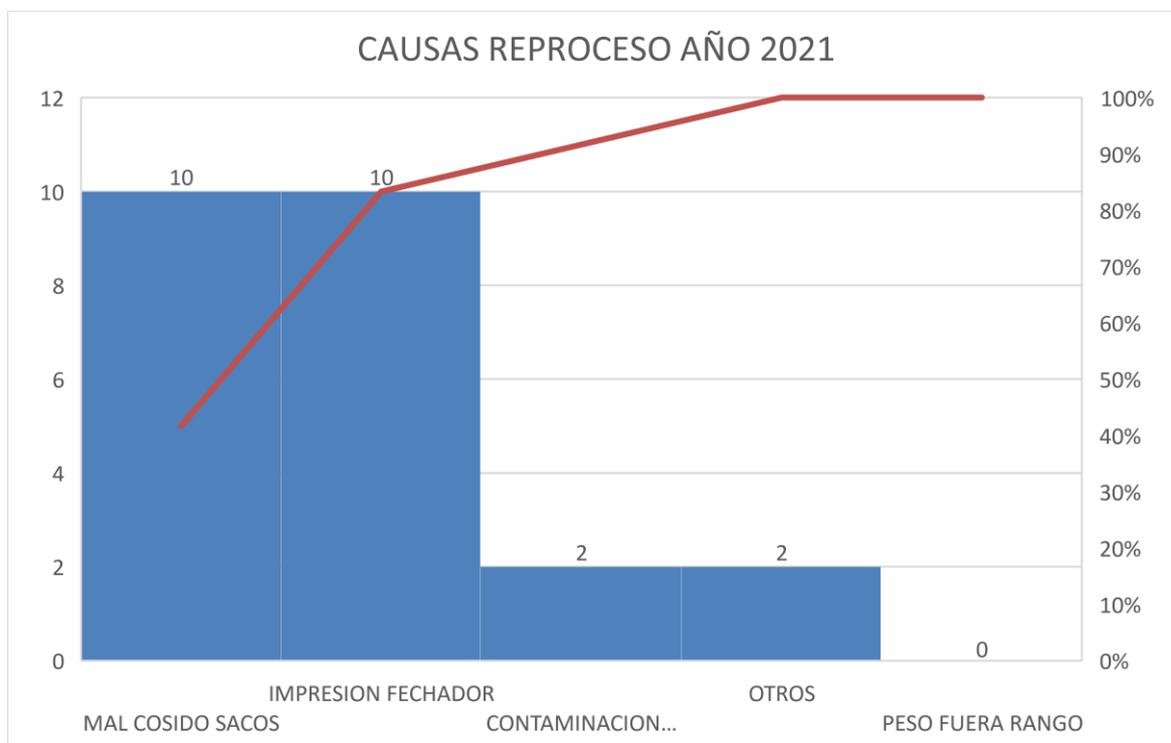
Otra ventaja en la operación será que al prescindir de registros manuales de peso y ser ahora completamente automatizadas elimina el error en el registro y el tiempo en registrar manualmente cada pesaje, dedicándose el operador de cada línea solamente a las labores de revisar el peso de sus sacos.

4.2 Evaluación de los costos de reprocesos

Luego de la implementación realizada a finales del 2020, se tuvo indicadores en el 2021 hasta el mes de mayo donde se muestra que los reprocesos por pesos fuera de rango son eliminados de las causas de reprocesos de productos, siendo esta causa el mas del 70% de las causas de reproceso en el año 2020.

Figura 19

Diagrama de Pareto de operación de pesaje



Fuente: Elaboración propia

Tomando los datos de costos de reprocesos del periodo Enero - Mayo del presente año se tiene S/ 12,350, en comparación del mismo periodo de meses del año pasado donde se tiene el monto de S/ 54,340 en costos de reproceso tenemos como resultado una disminución de S/ 41,990 este monto equivale a una disminución de 77% de costos de reproceso. El monto total de ahorro por costos de reproceso debido a la eliminación de productos fuera de rango de peso se proyecta a ser de aproximadamente S/ 114,000 en todo el año 2021 siendo un ahorro bastante significativo en el tiempo para la empresa de alimentos.

Tabla 4

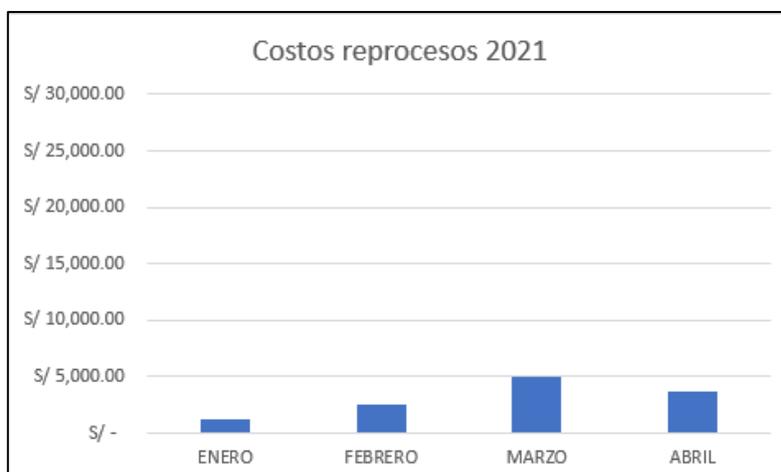
Costos mensuales de reprocesos periodo 2021

COSTOS REPROCESO 2021		
MES	TORNOS	COSTO
ENERO	0.25	S/ 1,235.00
FEBRERO	0.5	S/ 2,470.00
MARZO	1	S/ 4,940.00
ABRIL	0.75	S/ 3,705.00
TOTAL		S/ 12,350.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Diagrama de Histograma de operación de pesaje



Fuente: Elaboración propia

4.3 Gestión de sistema automatizado implementado

Para la gestión del sistema automatizado implementada, la gerencia de la empresa de alimentos define 2 áreas responsables, siendo estas áreas designadas el área de producción y el área de tecnologías de la información (TI), estas áreas de la empresa serán responsable de la operación y del mantenimiento respectivamente.

4.3.1 Gestión de operación de sistema automatizado

El área de producción es la designada para llevar la gestión de operación del sistema implementado, por lo será la responsable del correcto uso del sistema, para lo cual llevará planes de capacitación para el personal para lo cual mantendrá la difusión del manual de operación del sistema, este manual el contenido del manual entrara en detalle el flujo a seguir para el pesado de sacos y su evaluación por el sistema para determinar el resultado ya sea de saco con peso dentro de rango o saco fuera de rango. Los supervisores de producción serán los encargados del área quienes llevarán el control de personal con capacitación para ser programados a cargo de las líneas, también los supervisores recibirán capacitación adicional para la operación del scada de la sala de control. Dentro de la capacitación en el sistema se entrará con mucho detalle a la operación del HMI (human machine interface) implementado y su diagnóstico de cada operación. Esta capacitación se realizo para todos los operadores en los 3 turnos, asimismo se realizará para cada trabajador nuevo que ingrese el área de ensacado como parte de la inducción al área. Finalmente, el área de producción también será la encargada de reportar los fallos presentados por el sistema al área de TI para su revisión y atención, pues esta área es la responsable por su correcto funcionamiento y disponibilidad, estas deberán ser enviadas de manera formal por correo y con copia a la gerencia general.

Figura 21

Manual de Operación de Sistema automatizado implementado



Fuente: Departamento ingeniera SCT

4.3.2 Gestión de mantenimiento de sistema automatizado

El área Tecnologías de la Información (TI) es el área designada responsable de la gestión de mantenimiento del sistema automatizado de control de pesos en el área de ensacado, como tal designara a los supervisores y técnicos asignados a dichas tareas.

Para estas labores también elaborará y difundirá manuales de mantenimiento para todos los componentes tales como tableros de control, impresoras, PLCs, HMI, SCADA, SQL y los softwares y licencias necesarias, implica también capacitación n los fabricantes de software.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Como parte del primer objetivo del presente trabajo se logró con éxito el control de sacos fuera de rango con la implementación y uso de un sistema automatizado en la línea de producción, este control redujo a cero casos de productos no conformes después de la implementación debido a que los operadores tienen alertas visuales y sonoras en caso de productos fuera de rango que hacen que no se envíen sacos fuera de la línea con estos defectos.

En el segundo objetivo que se planteó este trabajo, al contar el sistema automatizado con un registro automático al realizarse la acción de pesaje que no requiere acción manual del operador hace más eficiente el trabajo de estos pues los datos de cada pesaje son guardados en una base de datos SQL en un servidor remoto, teniendo estos registros la posibilidad de ser consultados en cualquier momento por la supervisión y gerencia de la empresa de alimentos para la toma de decisiones.

Como tercer objetivo, se logró la eliminación de los productos no conformes para reprocesos por causas de sacos fuera de rango de peso, utilizando la herramienta de Pareto se identificó que esta causa era el 70% de los reprocesos por lo que la implementación del sistema automatizado basado en las normas y tecnologías de PLC, HMI y SCADA redujo esta causa a cero casos durante el 2021.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda como proceso de mejora continua análisis para identificar las mejoras posibles al sistema automatizado para integrar otras líneas de producción de la empresa de alimentos, al tener un sistema automatizado con posibilidades de escalamiento a otras áreas de la empresa se pueden analizar otros casos de mejora utilizando la plataforma ya implementada.

Asimismo, estos análisis también debieran de realizarse para poder hacer uso más amplio de los datos recolectados en los registros automáticos para poder identificar estadísticas a mejorar o evaluar rendimientos de las líneas como desviaciones recurrentes, posibilidades de intervención preventiva a las envasadoras, turnos de mayor frecuencia entre otros casos.

Finalmente, se recomienda llevar una planificación y control del mantenimiento del Sistema de Control basado en el PLC Y SCADA; el cual ayudara a que los equipos funcionen correctamente, manteniendo el lineamiento necesario dentro de los registros de peso del sistema de control implementado en la mejora. ver anexo 01.

REFERENCIAS

- Apaza Mamani, D. F; La Torre Javier, I. J. Diseño e implementación de un sistema automatizado para riego tecnificado basado en el balance de humedad de suelo con tecnología Arduino en el laboratorio de control y automatización EPIME 2016. Puno-Perú.
- Becerra Miñano, W. J; Vilca Quispe, E. A. (2013), Propuesta de desarrollo de lean manufacturing en la reducción de costos por reprocesos en el área de pintado de la empresa factoría Bruce S. A.
- Camisón, César; Cruz, Sonia; González, Tomás. (2006). Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Pearson Educación.
- Gómez Bravo, Oscar. (2005). Contabilidad de costos (5ta. Ed.). McGraw-Hill.
- Koch, Richard. (2013). El Líder 80/20. Santillana Ediciones Generales s.a.
- Kume, Hitoshi, (2002). Herramientas Estadísticas Básicas para el mejoramiento de la calidad. Editorial Norma.
- Morales Nuñez, R. R. (2015). Sistema automatizado de molienda para la minería artesanal. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú.
- Perdomo Burgos, Álvaro. (2004). Administración de los costos de la Calidad. Nyce.
- Quillatupa Amaya, J. A; Ventura Navarro, M. (2019). Sistema automatizado de despacho de ladrillos haciendo uso óptimo del transporte.
- Segovia Cruz, A. J. (2014). En su tesis titulada Diseño e implementación de prototipo para sistema automatizado de recolección y extracción de codornaza en módulos de explotación de codorniz. Tesis (Titulo Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones). Universidad Católica de Colombia.

- Simbaña Naula, J. R. (2017). En su tesis titulada Los costos del reproceso de residuos de plásticos y su efecto en el costo de venta de plásticos Continentales S.A.
- T. Horngren, Charles; M. Datar, Srikant; Foster, George. (2007). Contabilidad de costos, un enfoque gerencial (12da. ed.). Pearson Educación.
- Torres Villanueva, F. M. (2016). Diseño y propuesta del sistema automatizado Clean In Place (CIP) en el área de producción de una empresa Láctea de Cajamarca, para mejorar la eficiencia de los ciclos de lavado. Cajamarca- Perú.
- Uribe Marín, Ricardo. (2011). Costos para la toma de decisiones (1era. Ed.). McGraw-Hill.
- Villafuerte Merino, M. O. (2011). En su tesis titulada El almacenamiento de stocks y su incidencia en el costo por el reproceso de producto terminado en Nutrisalminsa S.A, durante el período 2010. (Universidad Técnica de Ambato)
- Zambrano Morales, L. F. (2018). Diseño e implementación de un sistema automatizado de dosificación por peso de agua y aceite para la elaboración de salsas para le empresa MARCSEAL S.A.
- Zurita Fiallos, E. A; Fiallos Llangarí, F. S. (2016). Diseño e implementación de un sistema automatizado con monitoreo vía web para una marmita para la elaboración de queso y un mezclador para la obtención de crema solar.

ANEXO N.º 3. Certificado de Homologación SCT PERU SAC



CORPORACION HODELPE S.A.C.
Certifica que
SISTEMAS DE CONTROL Y
TELECOMUNICACIONES PERU S.A.C.

fue evaluado y calificado en el :

Proceso de Homologación de Proveedores

en el ámbito Información General, Compliance, Comercial, Financiero, Legal, Recursos Humanos, Seguridad y Salud en el Trabajo (Ley N° 29783-2011 y modificatoria Ley N° 30222-2014), a solicitud de la empresa:

GRUPO ROMERO

habiendo obtenido la siguiente calificación en su nivel de riesgo :

- Riesgo Alto : C ()
- Riesgo Medio : B ()
- Riesgo Bajo : A (X)

Fecha de emisión : 14/10/2020
Fecha de vencimiento : 14/10/2021



Luigi Forti M.
Gerente General

ÁMBITO	PUNTAJE (%)
INFORMACIÓN GENERAL Y COMPLIANCE	100
COMERCIAL	91
FINANCIERO	78
LEGAL Y RRHH	93
TOTAL	88
NIVEL DE RIESGO	A
ÁMBITO	TOTAL
SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (LEY N° 29783 Y LEY N° 30222)	100

El ámbito Seguridad y Salud en el Trabajo fue evaluado con entrevista virtual.

1. CORPORACIÓN HODELPE S.A.C. es una empresa certificada en: ISO 9001:2015 - Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001:2015 - Sistema de Gestión Ambiental, OHSAS 18001:2007 - Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, ISO 37001:2016 - Sistema de Gestión ANTISOBORNO, WORLDCOB-CSR:2011.3 - Responsabilidad Social Empresarial y WORLDCOB TRUST SEAL - Sello de confianza Empresarial.
2. Este servicio ha sido prestado dentro de un Sistema de Gestión de la Calidad.
3. CORPORACION HODELPE S.A.C. garantiza que el proveedor ha sido evaluado y calificado de acuerdo a procedimientos establecidos y aprobados por el cliente; no asume responsabilidad alguna por fallos en los productos o servicios del proveedor evaluado.
4. El cumplimiento de la LEY N° 29783, su modificatoria LEY N° 30222 y sus respectivos reglamentos Decreto Supremo N° 005-2012-TR y Decreto Supremo N° 006-2014-TR, debe ser al 100%.

www.corporacionhodelpe.pe
LIMA - PERÚ

HO – GRL – 0325 – V2 – 2020

ANEXO N.º 4 fotografías de las actividades de operación.



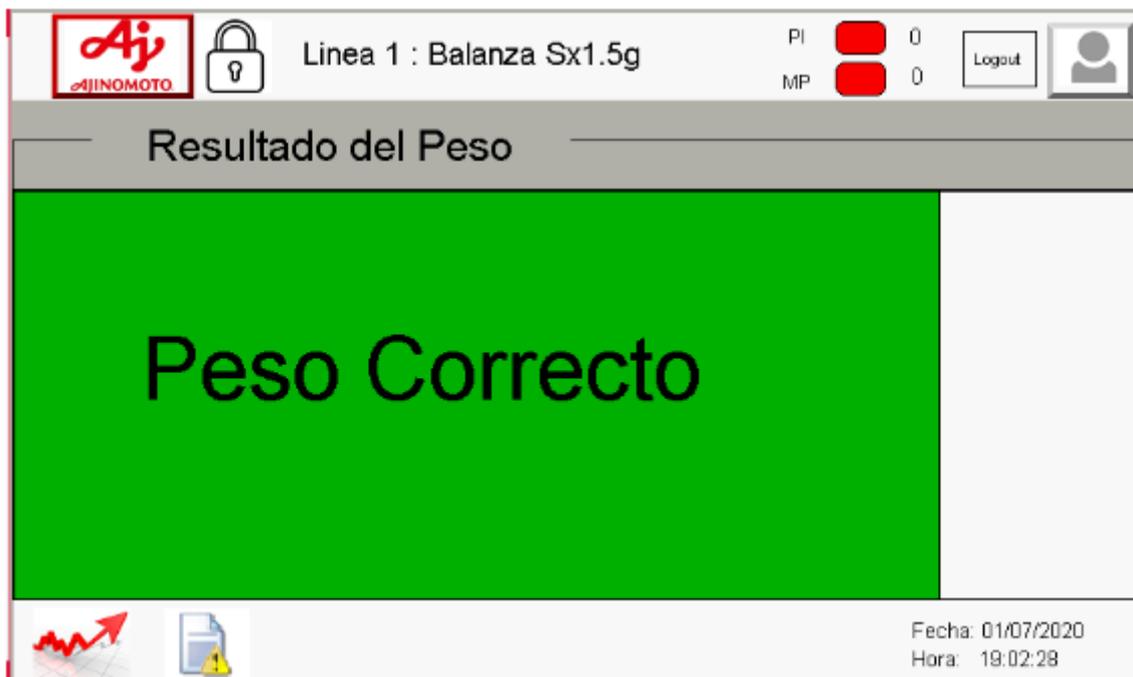
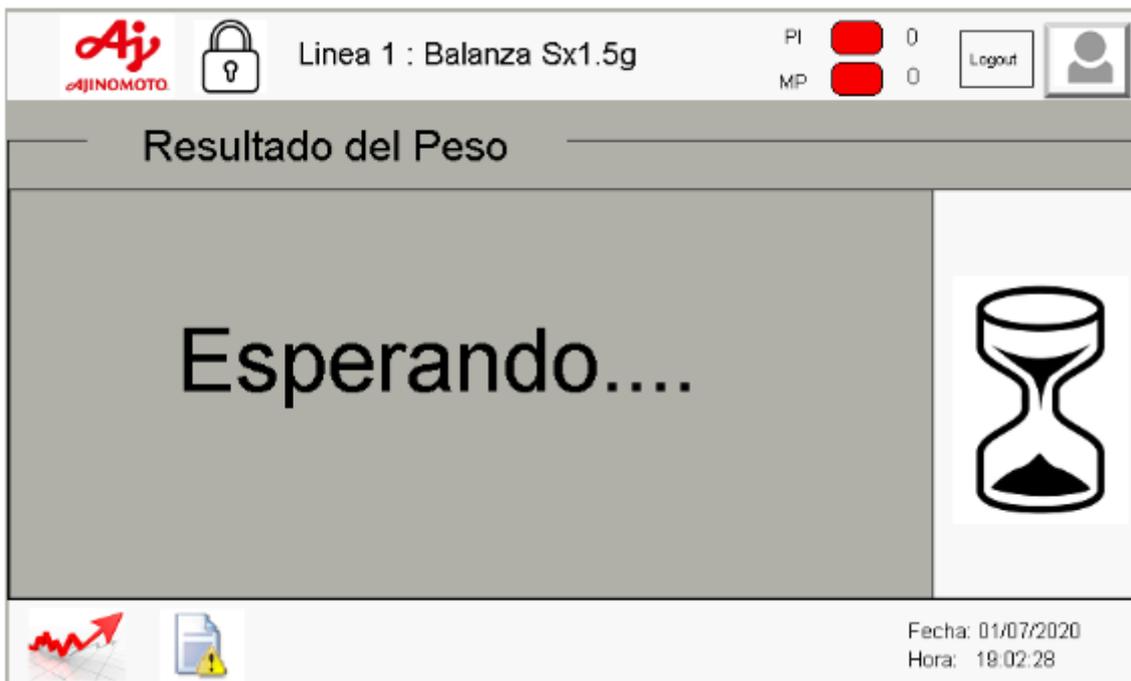
Implementación de sistema automatizado de registros de pesos para la disminución de costos de reprocesos en una empresa de alimentos

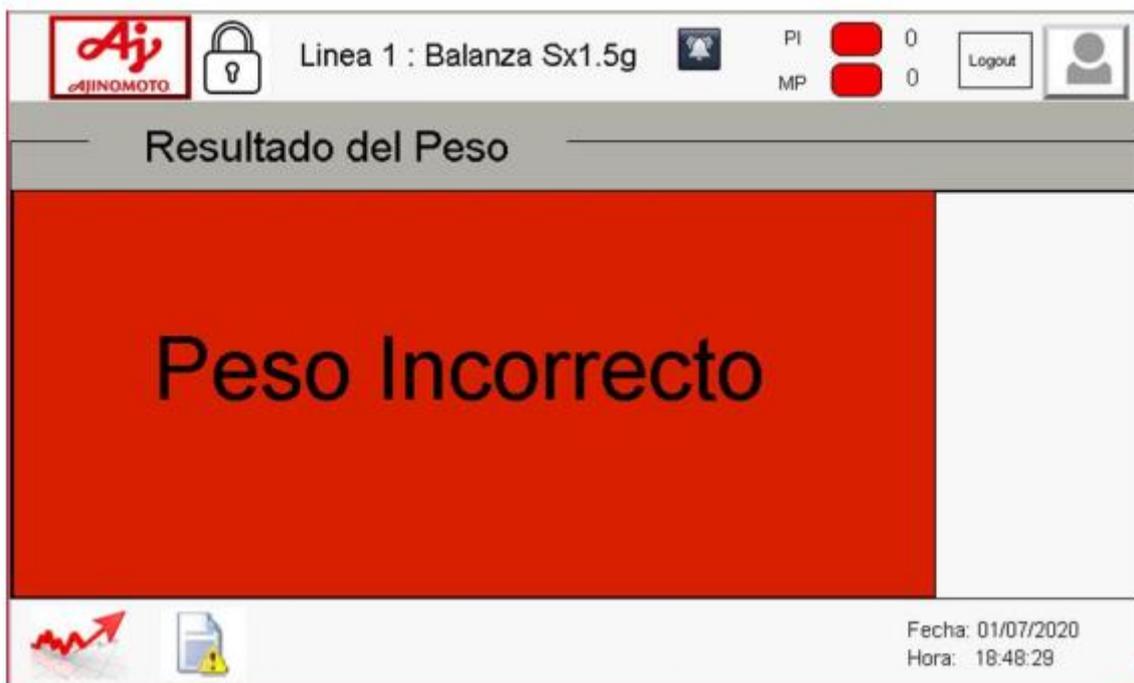


Implementación de sistema automatizado de registros de pesos para la disminución de costos de reprocesos en una empresa de alimentos



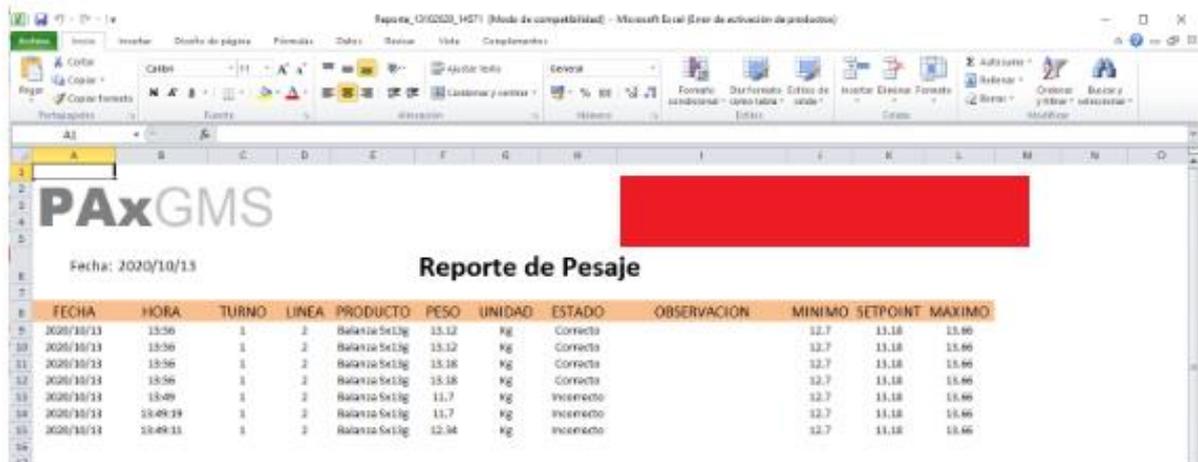
ANEXO N.º 5 Estados de operación HMI





Implementación de sistema automatizado de registros de pesos para la disminución de costos de reprocesos en una empresa de alimentos

ANEXO N.º 6 Imágenes de Reportes de SCADA



Reporte de Pesaje

Fecha: 2020/10/13

FECHA	HORA	TURNO	LÍNEA	PRODUCTO	PESO	UNIDAD	ESTADO	OBSERVACION	MINIMO	SETPPOINT	MAXIMO
2020/10/13	15:56	1	2	Balanza Setlog	13.12	Kg	Correcto		12.7	11.18	13.66
2020/10/13	15:56	1	2	Balanza Setlog	13.12	Kg	Correcto		12.7	11.18	13.66
2020/10/13	15:56	1	2	Balanza Setlog	13.18	Kg	Correcto		12.7	11.18	13.66
2020/10/13	15:56	1	2	Balanza Setlog	13.18	Kg	Correcto		12.7	11.18	13.66
2020/10/13	15:49	1	2	Balanza Setlog	11.7	Kg	Incorrecto		12.7	11.18	13.66
2020/10/13	15:49:39	1	2	Balanza Setlog	11.7	Kg	Incorrecto		12.7	11.18	13.66
2020/10/13	15:49:33	1	2	Balanza Setlog	12.34	Kg	Incorrecto		12.7	11.18	13.66