



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**TEMA: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DE
FERTILIZANTES LÍQUIDOS**

Autores:

Sr. Caguana Villa Ronald Alexander

Sr. Gonzalez Salazar Ángelo Iván

Acompañante:

Cesar Sánchez Eugenio De Dios

Milagro, Octubre 2019

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **Caguana Villa Ronald Alexander**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 23 de octubre de 2019



Caguana Villa Ronald Alexander

Autor 1

CI: 0928998699

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **González Salazar Ángel Iván**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación **DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 23 de octubre de 2019



González Salazar Ángel Iván

Autor 2

CI: 0942127648

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Yo, **Cesar Sánchez Eugenio De Dios** en mi calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica, elaborado por el estudiante **Caguana Villa Ronald Alexander y González Salazar Ángel Iván**, cuyo título es **Diseño de la automatización de una máquina de fertilizantes líquidos**, que aporta a la Línea de Investigación Desarrollo y Administración de la Producción previo a la obtención del Grado **Ingeniero industrial** ; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Propuesta Tecnológica de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 23 de octubre de 2019



CESAR SANCHEZ EUGENIO DE DIOS

Tutor

C.I: 0960055572

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. Cesar Sánchez Eugenio De Dios

Ing. Ortiz Mata Jhonny Darwin

Ing. Yagual Muñoz Omar Daniel

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO INDUSTRIAL presentado por el estudiante Caguana Villa Ronald Alexander

Con el tema de trabajo de Titulación: Diseño de la automatización de una máquina de fertilizantes líquidos




Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[79,00]
Defensa oral	[19,33]
Total	[98,33]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) APROBADO

Fecha: Milagro, 23 de octubre de 2019

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Mgtr. Cesar Sanchez Eugenio De Dios	
Secretario	Mgtr. Ortiz Mata Jhonny Darwin	
Integrante	Mgtr. Yagual Muñoz Omar Daniel	

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. Cesar Sánchez Eugenio De Dios

Ing. Ortiz Mata Jhonny Darwin

Ing. Yagual Muñoz Omar Daniel

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO INDUSTRIAL, presentado por el estudiante González Salazar Ángel Iván

Con el tema de trabajo de Titulación: Diseño de la automatización de una máquina de fertilizantes líquidos




Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[79,00]
Defensa oral	[18,67]
Total	[97,67]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) APROBADO

Fecha: Milagro, 23 de octubre de 2019

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	Mgtr. Cesar Sanchez Eugenio De Dios	
Secretario	Mgtr. Ortiz Mata Jhonny Darwin	
Integrante	Mgtr. Yagual Muñoz Omar Daniel	

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico principalmente a Dios mi padre celestial por darme fuerzas y guiar mi camino lleno de esfuerzo con el fin de conseguir mi gran anhelo.

A mi padre y madre por el amor, trabajo y sacrificio que hicieron por mí al darme su esfuerzo, gracias a ellos llegue a lograr lo que soy y me siento orgulloso de ser su hijo amado.

A mi hermana por estar siempre a mi lado y darme esa alegría y apoyo moral que necesito.

A mi novia por ayudarme a crecer como persona, darme fuerzas y apoyarme en cada paso que di desde un principio dándome su confianza y amor.

A todos mis amigos que estuvieron siempre presente en mi diario vivir y a todas las personas que me dieron su apoyo y me abrieron sus puertas para que este trabajo se realice de la mejor manera, compartiendo sus conocimientos y siendo una guía esencial.

Ronald Alexander Caguana Villa

DEDICATORIA

Dedico esta propuesta tecnológica realizada con mucho esfuerzo a mi familia quienes me han apoyado durante el tiempo de estudio depositando su confianza para lograr mi meta, gracias a ellos eh logrado alcanzar un gran paso más en mi vida profesional.

Ángelo Iván González Salazar

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi dios todo poderoso por guiar mi camino correctamente y darme la vida, bendiciéndonos por el trayecto de nuestra existencia dándome la fuerza en momentos de debilidad.

A mi padre Bolívar Caguana y a mi madre Jenny Villa por ser los pilares principales en mi vida y por siempre poner su confianza en mí, dándome sus consejos y sabiduría.

Al Sr. Emilio Flores, Sra. Mirian Vera, hermana Ashley Caguana, a mi novia Deyanira Vicuña y amigos Erick Flores, Daniel Coloma, Anderson Quito, Luis Villacis, tanto a los docentes por que formaron parte de mi proceso de formación, impulsándome siempre a seguir mis sueños

Ronald Alexander Caguana Villa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por haberme permitido seguir adelante en mi carrera de ingeniería industrial, a mi familia por el apoyo mutuo y darme esta fuerza de continuar a cumplir mi meta, que hoy en día estoy logrando

A mi tutor por el gran apoyo que me brindo en cada tutoría, quien me supo comprender y dirigir en mi propuesta tecnológica.

Ángelo Iván González Salazar

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	ii
DERECHOS DE AUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1	4
1.1 PROBLEMA	4
1.1.1 Planteamiento del problema y Estado del Arte	4
1.1.2 Formulación del problema	5
1.1.3 Equipos de llenado y dosificación de líquidos	6
1.1.3.1 Máquina llenadora de líquidos automática para el llenado ponderal	6
1.1.3.2 Equipo semiautomático de la serie PLUG & FILL	6
1.1.3.3 Máquina totalmente automática para el llenado ponderal	7
1.2 OBJETIVOS	8
1.2.1 Objetivo General	8
1.2.2 Objetivos específicos	8
1.3 JUSTIFICACIÓN	8
1.3.1 Técnica	8
1.3.2 Económica	8
1.3.3 Social	9
1.4 METODOLOGÍA	9
CAPÍTULO 2	9

2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANTECEDENTES	9
2.2 MARCO TEÓRICO	11
2.2.1 Automatización	11
2.2.2 La Automatización y su necesidad	11
2.2.3 Ventajas de la automatización	12
2.2.4 Desventajas de la automatización	12
2.2.5 Automatización de procesos industriales	12
2.2.6 Tipos de tecnologías para la automatización	14
2.2.7 Historia de las máquinas llenadoras	15
2.2.8 Sistemas de llenado	15
2.2.9 Tipos de máquinas de llenado:	16
2.2.10 Métodos de llenado, dosificado	16
2.2.10.1 Llenado Volumétrico	17
2.2.10.2 Llenado por nivel	17
2.2.11 Tipos de desperdicios	18
2.2.11.1 Sobreproducción	18
2.2.11.2 Procesamiento incorrecto	18
2.2.11.3 Movimientos innecesarios	18
2.2.11.4 Tiempo de espera	18
2.2.11.5 Transporte	19
2.2.11.6 Exceso de inventario	19
2.2.11.7 Productos defectuosos	19
2.2.12 Sistema Pull	19
2.2.13 Logística y cadena de suministro	20
2.2.14 Distribución en planta	20
2.2.15 Red de Petri	20
CAPÍTULO 3	21
3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	21
3.1 Descripción general de la planta	21
3.2 Descripción general del proceso	22
3.2.1 Recepción de la materia prima	22
3.2.2 Principales productos que se envasan	23
3.2.3 Almacenaje en percha	23
3.2.4 Transporte de pallet	23

3.2.5 Armado de mesa improvisada con pallets para el proceso de llenado	24
3.2.6 Abastecimiento y transporte de envases	24
3.2.7 Transporte de la materia prima a mesa de pallet	24
3.2.8 Dosificado manual	24
3.2.9 Etiquetado	24
3.2.10 Sellado	24
3.2.11 Inspección	25
3.2.12 Despachado	25
3.3 Diagrama de bloques del proceso de envasado	25
3.4 Planteamientos de las necesidades de la empresa	26
3.5 Análisis y descripción del proceso de envasado	26
3.5.1 Condiciones de la Empresa de Fertilizantes S.A en septiembre 2016	26
3.5.2 Situación Inicial	27
3.5.2.1 Análisis	28
3.5.3 Situación Actual	30
3.5.3 .1 Análisis del sistema de llenado manual	31
3.6 Análisis de alternativas	32
3.6.1 Bomba dosificadora GM	32
3.6.1.1 Características Técnicas	33
3.6.1.2 Características eléctricas:	34
3.6.1.3 Datos técnicos	34
3.6.1.4 Caudal	35
3.6.1.5 Dimensiones y conexiones (Cotas en mm)	35
3.6.2 Bomba dosificadora GB	36
3.6.2.1 Características Técnicas	36
3.6.2.2 Características eléctricas:	37
3.6.2.3 Datos técnicos	37
3.6.2.4 Caudal	38
3.6.2.5 Dimensiones y conexiones (cotas en mm)	38
3.6.3 Bombas dosificadora Milroyal b	38
3.6.3.1 Diafragma de alto desempeño (DAD)	39
3.6.3.2 Características	39
3.6.4 Bomba dosificadora de diafragma DME	41
3.6.4.1 Características y beneficios	41
3.6.4.2 Rango de rendimiento	42
3.6.4.3 Datos técnicos	42

3.6.4.4 Dimensiones	44
CAPÍTULO 4	45
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	45
4.1 Bomba dosificadora Milroyal B	45
4.2 Banda transportadora	45
4.2.1 Material de banda transportadora	46
4.2.1.1 Rodillos	46
4.2.1.2 Banda	46
4.2.1.3 Cálculos para determinar el motor de la banda transportadora	47
4.2.1.4 Motorreductor	48
4.3 Variador de frecuencia	49
4.4 Barandas de seguridad regulables	50
4.5 Sensor Fotoeléctrico	51
4.6 Sensor de nivel ultrasónico de nivel	52
4.7 Mesa de altura regulable	54
4.8 Micro PLC Siemens LOGO! 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0	55
4.9 Modulo de expansión	56
4.10 Luz de advertencia estroboscópica TB35 N-3071	57
4.11 Interruptor	57
4.12 Actuador lineal	58
4.13 Sistema de dosificación propuesto	58
4.14 Proceso de dosificación	59
4.15 Diagrama de la red de Petri	61
4.16 Simulación de la banda transportadora	63
4.17 Simulación del actuador eléctrico	64
4.18 Análisis de la propuesta	65
CAPÍTULO 5	65
5. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	65
5.1 Valor actual neto (VAN)	68
5.2 Tasa interna de retorno (TIR)	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
ANEXOS	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Máquina llenadora de líquidos automática para el llenado ponderal	6
Figura 1.2. Equipo semiautomático de la serie PLUG & FILL	7
Figura 1.3. Máquina totalmente automática para el llenado ponderal	7
Figura 1.4. Metodología de la propuesta tecnológica.....	9
Figura 2.1. Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico	13
Figura 2.2. Dosificador volumétrico	17
Figura 2.3. Llenado por nivel	18
Figura 2.4. Simbología.....	21
Figura 3.1. Diagrama del Proceso de envasado.....	25
Figura 3.2. Máquina envasadora de fertilizantes en su estado funcional.....	27
Figura 3.3. Máquina envasadora de fertilizante en su estado actual	28
Figura 3.4. Esquema cilindro doble efecto	29
Figura 3.5. Tanque adicional.....	30
Figura 3.6. Envasado manual de los fertilizantes líquidos	30
Figura 3.7. Bomba dosificadora GM	33
Figura 3.8. Caudal	35
Figura 3.9. Dimensiones y conexiones (Cotas en mm)	36
Figura 3.10. Bomba dosificadora GB	36
Figura 3.11. Caudal	38
Figura 3.12. Bomba dosificadora Milroyal B	39
Figura 3.13. Dimensiones cabezales con diafragmas de alta desempeño (DAD)	40
Figura 3.14. Bomba dosificadora DME	41
Figura 3.15. Rango de rendimiento	42
Figura 3.16. Dimensiones	44
Figura 4.1. Rodillo Transportador dentado serie 2224	46
Figura 4.2. Banda	46
Figura 4.3. Simulación 3D Banda transportadora.....	47
Figura 4.4. Motorreductor	49
Figura 4.5. Variador de frecuencia.....	49
Figura 4.6. Simulación 3D Barandas	50
Figura 4.7. Sensor fotoeléctrico.....	51
Figura 4.8. Simulación 3D del sensor en funcionamiento	51
Figura 4.9. Simulación del funcionamiento del sensor ultrasónico de nivel	52
Figura 4.10. Sensor de nivel Ultrasónico UC2000-30GM-2EP-IO-V15	53
Figura 4.11. Simulación 3D Sensor de nivel ultrasónico	54
Figura 4.12. Mesa de altura regulable	54
Figura 4.13. Siemens LOGO! 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0.....	55
Figura 4.14. Siemens LOGO! 8 DM16 230R - 6ED1055-1FB10-0BA2	56
Figura 4.15. Luz de advertencia estroboscópica TB35 N-3071	57
Figura 4.16. Interruptor	57
Figura 4.17. Actuador lineal	58
Figura 4.18. Sistema de dosificado propuesto.....	59
Figura 4.19. Diagrama red de Petri	61
Figura 4.20. Simulación de la banda transportadora	63
Figura 4.21. Simulación del actuador eléctrico	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	22
Tabla 3.2	23
Tabla 3.3	25
Tabla 3.4	26
Tabla 3.5	31
Tabla 3.6	33
Tabla 3.7	34
Tabla 3.8	34
Tabla 3.9	35
Tabla 3.10	36
Tabla 3.11	37
Tabla 3.12	37
Tabla 3.13	38
Tabla 3.14	39
Tabla 3.15	40
Tabla 3.16	40
Tabla 3.17	41
Tabla 3.18	42
Tabla 3.19	43
Tabla 3.20	43
Tabla 3.21	44
Tabla 4.1	46
Tabla 4.2	47
Tabla 4.3	49
Tabla 4.4	50
Tabla 4.5	52
Tabla 4.6	53
Tabla 4.7	55
Tabla 4.8	56
Tabla 4.9	57
Tabla 4.10	57
Tabla 4.11	58
Tabla 4.12	62
Tabla 4.13	65
Tabla 4.14	65
Tabla 5.1	65
Tabla 5.2	66
Tabla 5.3	66
Tabla 5.4	66
Tabla 5.5	67
Tabla 5.6	67
Tabla 5.7	67
Tabla 5.8	67
Tabla 5.9	68
Tabla 5.10	69

DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DE FERTILIZANTES LÍQUIDOS

RESUMEN

El presente trabajo se lo realizo en una empresa que se dedica al reenvasado de diversos tipos de fertilizantes líquidos en envases de uno, cinco y veinte litros, se identificó el principal problema que tenían, el cual se daba en el proceso de envasado de sus productos en donde realizaban todo el proceso de forma manual causando demoras e incluso afectando la salud de los trabajadores por lo que al momento de llenar los envases tienen que estar agachado hasta que termine el proceso.

Este documento este compuesto por 5 capítulos. En el primer capítulo se describe el problema que tiene la empresa, el objetivo del proyecto, la justificación y la metodología que se va emplear. El segundo capítulo de consta investigaciones realizadas por otros autores donde han implementado un sistema de automatización, fundamentos teóricos como el concepto de automatización, la automatización y su necesidad, ventajas y desventajas, automatización de procesos industriales, los tipos de tecnología para la automatización, sistemas de llenado, los tipos de máquinas de llenados, métodos de llenado, tipos de desperdicios, sistema pull, logística y cadena de suministro y distribución en planta. El tercer capítulo trata sobre la alternativa de solución en donde se describe a la empresa y las actividades que realizan en el proceso de envasado. En el cuarto capítulo va la propuesta de mejora en donde se detallas los recursos necesarios para automatizar la máquina. Por último, en el quinto capítulo se realizó un análisis económico de la alternativa de solución con la finalidad de determinar que si es factible la solución propuesta.

Al terminar este proyecto se concluyó que al reemplazar el sistema de llenado manual por un sistema automatizado incrementara la producción de envases por hora, disminuirán la pérdida de tiempos de dosificado y mejorando la eficiencia.

PALABRAS CLAVE: Automatización, bombas dosificadoras, envasado, proceso, envasadora.

DESIGN OF THE AUTOMATION OF A MACHINE OF LIQUID FERTILIZERS

ABSTRACT

The present work was carried out in a company that is dedicated to the repackaging of various types of liquid fertilizers in one, five and twenty liter containers, the main problem they had was identified, which occurred in the process of packaging their products where they performed the whole process manually causing delays and even affecting the health of workers so at the time of filling the containers have to be squatted down until the process is finished.

This document is composed of 5 chapters. The first chapter describes the problem faced by the company, the purpose of the project, the rationale and the methodology to be used. The second chapter consists of research carried out by other authors where they have implemented an automation system, theoretical foundations such as the concept of automation, automation and its necessity, advantages and disadvantages, automation of industrial processes, types of technology for automation, filling systems, types of filling machines, filling methods, types of waste, pull system, logistics and supply chain and distribution in plant. The third chapter deals with the solution alternative where the company is described and the activities they carry out in the packaging process. In the fourth chapter is the improvement proposal that details the resources needed to automate the machine. Finally, in the fifth chapter an economic analysis of the solution alternative was carried out in order to determine whether the proposed solution is feasible.

At the end of this project it was concluded that replacing the manual filling system with an automated system will increase the production of containers per hour, reduce the loss of dosing times and improve efficiency.

KEY WORDS: Automation, dosing pumps, packaging, process, packaging.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día toda empresa sin importar su tamaño o actividad que realicen, deben estar preparados de forma económica y organizacional para adaptarse a los cambios que se dan usualmente en los procesos, ya sea por la aparición de nuevas tecnologías, técnicas, entre otras, al implementar lo que se mencionó anteriormente podrán ser más productivos y además evitar que sus trabajadores ejecuten actividades que atente contra su salud.

Ecuador es un país donde se puede cultivar una gran variedad de frutas, vegetales convirtiendo esta actividad en una de las fuentes principales de ingreso del país, las empresas dedicadas a dicha actividad económica para mantener sus cultivos en buenas condiciones, productivos, libres de enfermedades etc., necesitan la ayuda y aplicación productos, sean estos de naturalidad química u orgánica, en este caso de fertilizantes agroquímicos los cuales tienen una gran demanda.

A nivel nacional existen varias empresas que se dedican a la elaboración de todo tipo de fertilizantes, sumándole a esto que los clientes cada vez son más exigentes al momento de adquirir un producto, llevando a que la competencia sea dura al momento de querer ser líderes en el mercado, por lo tanto, la empresa que esta siendo objeto de estudio la cual se encuentra

vía Duran - Tambo desea mejorar su proceso de envasado reemplazando su sistema manual por uno semiautomatizado que le permitirá tener mayores ventajas.

Este proyecto está enfocado en proponer semiautomatizar el proceso de envasado, para lo cual se recopiló información sobre los recursos que se necesitan y el precio que tiene cada uno de ellos, por medio del programa AutoCAD se muestra el diseño final que tendrá el proceso de envasado de los fertilizantes líquidos, en los programas Cade Simu, Hp Sim se utilizaron para realizar una simulación.

CAPÍTULO 1

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento del problema y Estado del Arte

En la actualidad en el Ecuador y a nivel mundial existen tecnologías que permiten maximizar la eficiencia de procesos, una de ellas es la automatización de procesos los cuales gracias a los avances tecnológicos se tiene a disposición todo tipo de máquinas que facilitan y optimizan el trabajo manual elevando la rentabilidad y los resultados de las empresas a través de la imitación de procedimientos manuales realizados por el ser humano, los mismos que son sustituidos por la automatización y siendo está un factor importante e indispensable para mantener la mayor eficiencia productiva y así satisfacer las demandas del mercado. Este proyecto se enfoca en aportar técnicamente a la Empresa de Fertilizantes S.A a base de la innovación de fertilizantes con mezcla química de rápida absorción en donde dentro de su gama de productos tiene una línea de fertilizantes líquidos en distintas presentaciones, para ello se realiza un proceso de producción de reenvasado manual.

Dentro de los procesos de producción de toda industria toda planta cuenta con maquinaria que opera de manera manual, automática o semiautomática, puede ser modificada potencialmente para hacerla más autónoma e infalible, mejorando su desempeño. Comúnmente los equipos y ciertas tecnologías quedan obsoletas con la constante innovación de la industria por lo cual necesitan modificaciones, actualización o migrar a nuevas tecnologías (PROMATIC).

La experiencia industrial nacional e internacional considera automatizar los procesos de manufactura basándose en:

Pautas como el mejoramiento de estándares de calidad, la reducción de pérdidas en producción, el incremento de la repetibilidad y la estabilidad de los procesos de manufactura, la reducción del trabajo físico y repetitivo,

obtención de mayor continuidad de la producción en días feriados, mejoramiento de la relación costo beneficio, el predominio de visión abierta para dimensionar la necesidad, y selección de la oferta técnica y económica más viable en términos de tecnología de automatización. (Córdoba Nieto, 2006, pág. 121)

El avance tecnológico junto con el impulso de un desarrollo de tecnologías sostenibles ha contribuido a la construcción de herramientas que brindan mayor eficiencia y producción en los procesos de dosificación. Actualmente en el mercado existe una gran gama de máquinas llenadoras dosificadoras, estas pueden ser automáticas, semiautomáticas o pueden ser automatizadas según la necesidad de la empresa logrando una autonomía en la producción.

En años anteriores y aun en la actualidad el proceso de llenado y dosificación de líquidos son procesos que se los realizan de forma manual ocasionando una desventaja contra los competidores del mercado.

1.1.2 Formulación del problema

En el Ecuador el constante crecimiento de las industrias y en este caso la industria fitosanitaria en la línea de fertilizantes , obliga a las empresas que se desempeñan en este sector a innovar constantemente sus procesos en busca de satisfacer la demanda de sus consumidores modificando sus procesos tradicionales de producción, como los procesos de envasado que en general se realizaban por la intervención de la obra humana o por máquinas llenadoras manuales que necesitan el talento humano de uno o más operarios lo que implica costos y tiempos mayores al momento de producir exponiéndose al error humano, además de exponer la salud e integridad de los operarios por manipulación inadecuada del producto y junto con esto la calidad del mismo. La Empresa de Fertilizantes S.A en su línea de fertilizantes líquidos con presentaciones de 1, 5 y 20 litros realiza el proceso de envasado manualmente la cual tiene desventajas como la demora de producción afectando la disponibilidad del producto y pérdida de tiempos, problemas de peso inadecuados, desperdicio por derrame de producto produciendo la contaminación del área, tiempos de ocio, está cuenta con una máquina llenadora neumática volumétrica a la cual

está fuera de funcionamiento por obsolescencia, la cual se busca incorporar a esta línea de proceso de llenado de líquidos.

En Ecuador e internacionalmente existen muchas empresas dedicadas a la venta de tecnología, construcción de máquinas llenadoras dosificadoras y automatización de procesos industriales tales como INGEMAQ, KMECUADOR, FINKTEC S.A.

1.1.3 Equipos de llenado y dosificación de líquidos

1.1.3.1 Máquina llenadora de líquidos automática para el llenado ponderal

Esta máquina tiene la capacidad para llenar volúmenes de 200 hasta 1500 litros desplazando los recipientes de forma automática, produciendo 70 recipientes de 200 litros por hora y 15 recipientes de 1500 litros por hora, además permite realizar cambios de dosificador de una forma fácil y rápida para adaptarlos a diferentes productos, también tienen versiones antiexplosivas lo cual es ideal para trabajar en zonas donde existan peligros, como se puede observar en la figura 1.1 (AICROV SMART FILLING).



Figura 1.1. Máquina llenadora de líquidos automática para el llenado ponderal
Fuente: (AICROV SMART FILLING)

1.1.3.2 Equipo semiautomático de la serie PLUG & FILL

Esta máquina tiene como ventaja que no necesita ser instalada y es de fácil manejo, por el hecho de que viene preconfigurada, el usuario solo debe conectar la máquina para empezar a llenar su producto, se dosifica por peso automático, está diseñada para llenar

envases que tengan desde 200 hasta 1500 litros, producen 60 envases de 200 litros por hora. A continuación, se muestra en la figura 1.2 (AICROV SMART FILLING) .



Figura 1.2. Equipo semiautomático de la serie PLUG & FILL
Fuente: (AICROV SMART FILLING)

1.1.3.3 Máquina totalmente automática para el llenado ponderal

En la figura 1.3 se observa una Máquina totalmente automática para el llenado ponderal y en línea de garrafas, botes, bidones. Esta máquina está diseñada para ser manejada por un solo operario, puede llenar recipientes de 1 hasta 60 litros, produciendo 165 recipientes de 30 litros por hora, se puede cambiar de formato rápidamente sin utilizar herramientas, tiene diversos tipos de estaciones de trabajo que son la búsqueda del brocal, inertización, llenado y tapado (AICROV SMART FILLING).



Figura 1.3. Máquina totalmente automática para el llenado ponderal
Fuente: (AICROV SMART FILLING)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Realizar un estudio de ingeniería para poner en funcionamiento una máquina llenadora de fertilizantes líquidos en la Empresa de Fertilizantes S.A.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar cómo se encuentra actualmente el proceso de llenado
- Definir qué recursos se necesitan para el funcionamiento de la máquina
- Determinar cómo mejora su proceso de llenado al utilizar la máquina

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Técnica

Actualmente el mercado es muy competitivo, provocando que las empresas busquen mejorar continuamente las diversas actividades que realizan, para ello usualmente utilizan equipos, máquinas semiautomáticas las cuales permiten incrementar su productividad, obtener una mayor cantidad de producto final logrando cumplir con la demanda de su producto en un menor tiempo.

1.3.2 Económica

La empresa al utilizar equipos, máquinas semiautomáticas obtienen un mayor margen de ganancia por el hecho de que se reducen los tiempos de producción lo cual permite producir más, el costo de la mano de obra se reducirá por lo que ya no es necesaria la intervención directa de mano de obra, además de evitar errores de dosificación al momento de llenarlos.

1.3.3 Social

Este proyecto está enfocado en resolver el problema presentado por la Empresa de Fertilizantes S.A., el cual consiste en que su sistema de llenado y dosificado de su línea de productos de fertilizantes líquidos son reenvasados manualmente, al utilizar equipos, máquinas semiautomáticas mejorará tanto su productividad, eficiencia, calidad de sus productos y los aspectos negativos antes mencionados.

1.4 METODOLOGÍA

La metodología que se va a emplear en esta propuesta tecnológica se observa en la figura 1.4.

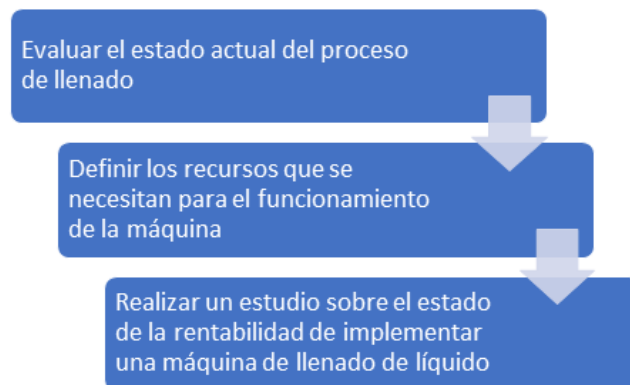


Figura 1.4. Metodología de la propuesta tecnológica
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2

2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

(Vargas Cumbal & Fuentes, 2013) Señalan en su tesis de grado “Automatización de una máquina dosificadora de líquidos Groninger DFV – 6001 en la empresa Qualipharm Laboratorio Farmacéutico” que al poner en funcionamiento otra vez la máquina mejorará su

producción, logrando una capacidad promedio por hora de 5400 envases dependiendo del tamaño del envase, variando al llenar dentro de un rango de 0 a 500ml, además ya no tendrán el problema de desperdiciar el producto por el hecho de que la máquina cuenta con un sistema de alarma el cual se activa cuando detecta que una boquilla no está dentro del envase.

(Loyola Betancourt, Chávez Terrones, & Julca Verástegui, 2015) En su proyecto sobre “Automatización del sistema de dosificación del líquido de gobierno en la producción de conservas para empresas agroindustriales para reducir tiempos de llenado y pérdidas en el proceso” concluyó que al utilizar el sistema de dosificado automático reducirá las pérdidas de líquido que se da al utilizar el sistema manual en un porcentaje de 33.33% a 99.07% y el tiempo de llenado en un rango de 290 a 608 milisegundos.

(González Filgueira & Vidal Feal, 2006) En su artículo realizado sobre “Algoritmo para sistemas de automatización de Llenado, Mezclado y Envasado de Líquidos” se basa en que en que dichos procesos anteriormente se los realizaba de forma manual en donde existían errores por el hecho de que los empleados no tienen la misma fiabilidad y precisión que una máquina e incluso en el mercado no existía una programación que cumpla con los requisitos, por lo tanto creó un algoritmo que permite ser más productivo en sus procesos, controlando que se ejecute el llenado, mezclado y envasado de líquido de una forma eficiente logrando reducir sus tiempos.

(Beltran Sánchez & Cepeda Sánchez, 2008) En su tesis de grado sobre “Automatización de una máquina dosificadora para dosis pequeñas de líquidos en la empresa Fuller Pinto” solucionaron el problema que se daba en la fabricación manual de ambientadores, en donde los trabajadores estaban expuestos a sustancias químicas provocando que su salud sea afectada, además lograron que los procesos se realicen más rápido y que la calidad del producto mejore, solo con automatizar la máquina que dosifica las fragancias.

(Cruz Navarrete, Campoverde Williams, & Parra, 2010) En su proyecto de “Diseño e Implementación de una máquina flexible para envasado de líquidos” se basan en que el mercado cada vez es más competitivo por lo que las empresas deben mejorar sus procesos, por lo tanto diseñan una máquina que aumenta la producción, disminuye sus costos y se elimina el riesgo de contaminar el producto cuando se lo realiza el envasado manualmente.

(Jácome Briones, Solís Rivera, & Lima C., 2013) En su tesis de grado de “Automatización de dosificadora de químicos N2 aplicado a la empresa Dupocsa” resolvieron el problema que tenían de sobrecarga de trabajo, pérdida de tiempo por el incorrecto dosificado del producto debido a que tenían que volverlo a pesar, además de quitar o completar el producto en los recipientes, por medio de automatizar la máquina e implementar un controlador PLC.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Automatización

El concepto de la automatización según investigaciones realizadas, según:

La Real Academia de las ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales. (Pere Ponsa & Ramón Vilanova, 2005, pág. 11)

2.2.2 La Automatización y su necesidad

La automatización y su necesidad de acuerdo a:

La experiencia nacional e internacional denota varias consideraciones que direccionan como acometer el proyecto de automatización, destacándose algunas pautas como el mejoramiento de estándares de calidad, la reducción de pérdidas en producción, estabilidad de los procesos de manufactura, el predominio de visión abierta para dimensiona la necesidad entre otros, siendo fundamental realizar la adecuada y certera definición del sistema automatizado “máquina - proceso” en cuanto a rangos requeridos de calidad,

grado de fiabilidad y disponibilidad técnica, nivel de productividad.
(Córdoba Nieto, 2006, pág. 121)

2.2.3 Ventajas de la automatización

Según (ISOTools, 2014) Las empresas al automatizar sus procesos logran lo siguiente:

- Incrementan su productividad, reducen sus costos al reducir el número de empleados en el proceso de producción y además se obtiene una mejor calidad de producto.
- Los empleados ya no tendrán que realizar actividades que puedan afectar su salud.
- Se pueden realizar operaciones que para una persona sería imposible.
- Se cumple con los pedidos más rápido.
- Permite ser más competitivo en el mercado.

2.2.4 Desventajas de la automatización

(Grup MCR, 2016) Menciona que las desventajas de la automatización son las siguientes:

- Para automatizar hay que contar con un alto capital para adquirir los equipos y maquinarias.
- Debe existir personal especializado el cual en ocasiones es caro y difícil de conseguir.
- Se debe de dar un mantenimiento constante a los equipos y maquinarias e incluso reemplazarlos por obsolescencia.

2.2.5 Automatización de procesos industriales

A continuación, se describen conceptos de varios autores:

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación

sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles. Finalmente, los procesos batch o también conocido como automatización programable son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza, en la figura 2.1 se observa un ejemplo de los aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico. (Pere Ponsa & Ramón Vilanova, 2005, pág. 11)

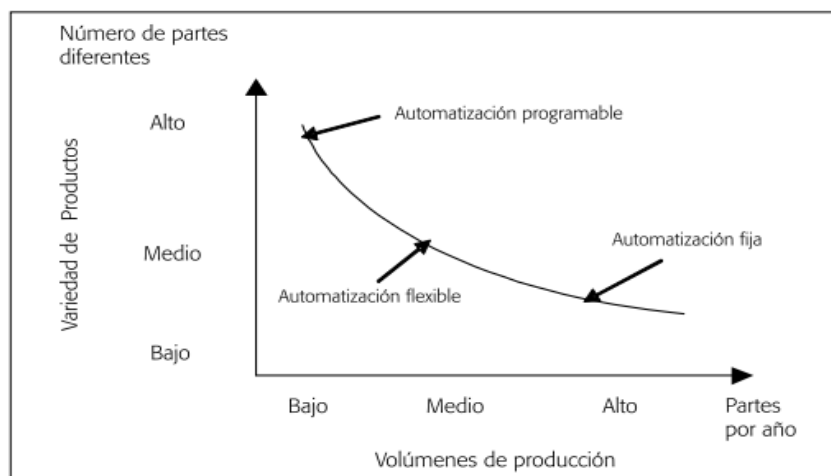


Figura 2.1. Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico
Fuente: (Vallejo & Vallejo, 2005, pág. 48)

La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de

software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales. (Pérez López, 2015, pág. 5)

2.2.6 Tipos de tecnologías para la automatización

Según (Vilaboa B., 2004) las tecnologías que sirven para controlar el proceso en la producción son las siguientes:

- **Sistema manual**

Se colocan instrumentos con el propósito de que proporcionen información de cómo se está realizando el proceso, por medio de un visor el operario identifica si existe un error permitiéndole corregir, pero para ello necesita mover accionamientos mecánicos, como cerrar una válvula girando una palanca.

- **Sistema mecánico**

Consiste en diseñar y construir un sistema que permita proceder ejercer una acción sobre los accionamientos, por ejemplo, un flotador en un tanque el cual abre o cierra la válvula de llenado dependiendo el nivel de líquido que contenga.

- **Sistema electrónico simple**

Este sistema transmite información por medio de circuitos electrónicos con el fin de encender o apagar por ejemplo un motor pequeño encargado de dar movimiento a varios elementos.

- **PLC**

Es un equipo que debe ser programado correctamente para que emita señales para encender o apagar accionamientos eléctricos.

- **Uso de computadoras personales**

Utilizar computadoras para controlar un proceso por medio de software y hardware resulta ser más económico que utilizar un PLC.

- **Uso de sistemas integrados**

Existen empresas que fabrican tanto su hardware y sus interfaces electrónicas que permite integrar soluciones, pero para ello debe utilizar el sistema operativo DOS para construir algoritmos en programas como C++.

2.2.7 Historia de las máquinas llenadoras

Según (Beltrán Sánchez & Cepeda Sánchez, 2008) En el año 1872 dos hermanos estadounidenses llamados John e Isaías Hyatt por primera vez en la historia crearon, patentaron una máquina dosificadora que funcionaba manualmente. En 1934 Foster Grant sacó al mercado una nueva máquina de dosificada hidráulica.

Actualmente hay empresas como Gusther, Aicrov Smart Filling que fabrican este tipo de máquinas e incluso las automatizan para mejorar el proceso de llenado de líquidos que realizan sus clientes ya sean fabricantes de químicos, alimentos o cosméticos.

2.2.8 Sistemas de llenado

La principal función que realizan las máquinas de envasado es la siguiente:

Combinar el material de envase y el producto a envasar en una unidad simple. El motivo principal por el cual se usa una máquina de envasado es para evitar desperdiciar el producto y, sobre todo, para que el producto envasado esté protegido y tenga una buena presentación. (Tectosa , 2011)

2.2.9 Tipos de máquinas de llenado:

- **Envasadora de baja capacidad:** Se las conoce así ya que necesitan de un operario, este tipo de máquinas son operadas manualmente, por lo que se obtiene una baja producción, son ideales para empresas pequeñas que buscan mejorar sus procesos de manera sencilla, así como por el factor económico y sencillo de usar al ser equipos pequeños y no necesitar adecuar las instalaciones para su uso, pero la producción va a depender de la destreza que tenga el operador.
- **Envasadora Lineal:**

En estas máquinas el proceso de envasado se realiza:

En forma lineal, logrando velocidades de producción moderadas, son sumamente prácticas al envasar el producto en diferentes tamaños de envase y diversas gamas como químicos, bebidas, cosméticos, alimentos, su operación puede ser de forma manual, automática o semiautomática, logrando un proceso eficiente y confiable. Estos tipos de envasadoras son utilizadas en plantas de mediana producción. (Medina Lescano , 2017, pág. 9)

- **Envasadora rotativa:**

Las envasadoras rotativas logran:

Envasar grandes lotes de producción, y pueden alcanzar altas velocidades de producción dependiendo del número de boquillas de envasado del equipo. El objetivo de estos equipos es optimizar el rendimiento en el proceso de envasado tomando en cuenta la viscosidad del producto al momento de envasar, logrando así optimizar el rendimiento del equipo de envasado. (Medina Lescano , 2017, pág. 10)

2.2.10 Métodos de llenado, dosificado

En las empresas la mayoría de procesos de producción, fabricación concluyen con un proceso de llenado por lo cual es indispensable métodos que llenen los recipientes los cuales deben cumplir normativas estrictas sobre el contenido neto final y su variación admisible según lo estipulado en la ley.

2.2.10.1 Llenado Volumétrico

Este método manipula y detecta la cantidad de líquido que va hacia a botella por medio de las válvulas de llenado, es óptimo para cualquier tipo de producto, líquidos, viscosos y semiviscosos, proporcionando una flexibilidad en las condiciones del trabajo y del dosificado al permitir trabajar con un menú con densidades variadas para la industria química, farmacéutica, alimenticia, cosmética.

Según (Gómez Ipiales, 2014) La dosificación de sólidos se realiza en una variedad de formas, todas deben de alguna manera determinar la cantidad de centímetros cúbicos, litros o gramos entregados. El sistema por volumen se basa en llenar un recipiente de volumen fijo y descargarlo la cantidad de veces necesarias para completar la cantidad a dosificar el peso específico en relación al volumen desplazado permite conocer los cm³ medidos. Un simple pistón con dos válvulas sirve como método de dosificación así se observa en la figura 2.2 (pág. 26).

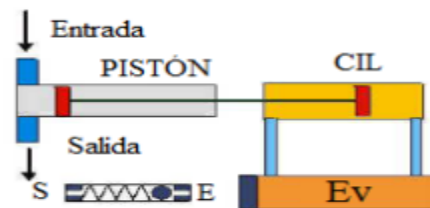


Figura 2.2. Dosificador volumétrico
Fuente: (Gómez Ipiales, 2014, pág. 26)

2.2.10.2 Llenado por nivel

Este método se lo utiliza normalmente para productos espumosos y espesos tales como los productos de limpieza, aceites vegetales. Aprovechando la gravedad para efectuar el dosificado en cada uno de los respectivos envases, provocando que el abastecedor se ubique sobre la llenadora. En función de sus características de dosificación este método también

funciona por principios de presión y vacío, a continuación, se evidencia en la figura 2.3 llenado por nivel.

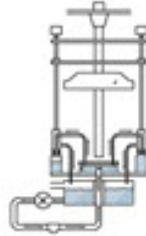


Figura 2.3. Llenado por nivel
Fuente: Internet

2.2.11 Tipos de desperdicios

2.2.11.1 Sobreproducción

La sobreproducción se da al fabricar un alto volumen de productos que exceden la demanda del mercado.

2.2.11.2 Procesamiento incorrecto

Al existir errores en el procesamiento de un producto trae consigo consecuencias como pérdida de materia prima y tiempo.

2.2.11.3 Movimientos innecesarios

Realizar movimientos innecesarios provoca que se incremente el tiempo al momento de realizar una actividad, además disminuirá el rendimiento de los trabajadores por el consumo de energía que utilizan.

2.2.11.4 Tiempo de espera

El tiempo de espera o cuello de botella se produce cuando no está bien balanceada la línea de producción ya que una actividad se realiza más rápida que otra, se daña la

maquinaria, se terminan las materias primas e insumos, entre otras, esto provoque que existan trabajadores parado mientras otros permanecen ocupados.

2.2.11.5 Transporte

Siempre se debe buscar eliminar los movimientos innecesarios al transportar las materias primas y productos, ya que estos aumentan los costos al perder tiempo y al utilizar máquinas, combustibles, personas, entre otras.

2.2.11.6 Exceso de inventario

Tener almacenado un alto volumen de materias primas, productos conlleva a que en muchos casos queden obsoletos, se dañen, ocupan espacios, por lo que representan pérdidas para la empresa.

2.2.11.7 Productos defectuosos

Enviar y producir productos que no cumplen los estándares de calidad los cuales son producidos por inadecuada manipulación u omisión de estándares en las operaciones generan procesos innecesarios, estos defectos no aportan valor agregado al producto consumiendo materiales, tiempo, mano de obra los cuales no pueden ser absorbidos por el cliente sino por la empresa lo que genera pérdidas

2.2.12 Sistema Pull

El sistema Pull es:

Un sistema donde la demanda del producto final desencadena un jalonamiento de materiales a través de todo el sistema de producción. Se hace hincapié en el uso de información en tiempo real para controlar el trabajo en proceso y los inventarios. Los sistemas “Pull” proporcionan visibilidad de las operaciones, haciendo hincapié en bajos inventarios y tamaños de lotes pequeños. El objetivo de los sistemas “Pull” es dejar que la demanda oriente la producción, es decir, empezar a fabricar el producto

después de que la demanda ha llegado al sistema, en lugar de tener la previsión de impulsar los productos. (Mora Barón, Tobar López, & Soto Mejía, 2012, pág. 101)

2.2.13 Logística y cadena de suministro

La logística y cadena de suministros abarca:

Un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado. Incluso entonces, las actividades de logística se repiten una vez más cuando los productos usados se reciclan en el canal de la logística, pero en sentido inverso. (Ballou, 2004, pág. 7)

2.2.14 Distribución en planta

La distribución en planta trata sobre:

La ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos, con el principal objetivo de que esta disposición de elementos sea eficiente y se realice de forma tal, que contribuya satisfactoriamente a la consecución de los fines fijados por la empresa. (Fernández Quesada & De La Fuente García , 2005, pág. 3)

2.2.15 Red de Petri

Conceptos de diversos autores:

Una red de Petri es un grafo orientado en el que intervienen dos clases de nudos, las "plazas" o "lugares" (representadas por circunferencias) y las "transiciones" (representadas por rectángulos o barras), unidos, alternativamente, por arcos valorados. Cuando todos los arcos son unitarios se dice que la red es no valorada. Un arco une una plaza con una transición, o viceversa, pero nunca dos transiciones o dos plazas. Esto constituye la parte estructural o fija de la red. (Recuero & Alvarez, 1997, pág. 16)

Las Redes de Petri son una herramienta que permiten modelar el comportamiento y la estructura de un sistema, llevar el modelo a condiciones límites, aislando ciertos eventos críticos en un sistema real, que mediante otra herramienta sería difícil de lograr o implicaría altos costos. (Vega de la Cruz, Lao León, & Pérez Pravia, 2016, pág. 220)

La simbología que se emplea en la red de Petri es el siguiente:

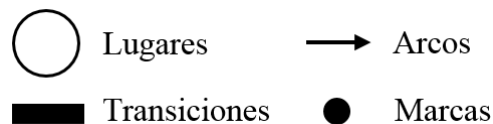


Figura 2.4. Simbología
Fuente: Internet

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.1 Descripción general de la planta

La Empresa de Fertilizantes S.A es una empresa ecuatoriana situada en la vía Durán-Tambo, Km 4.5 dedicada a la comercialización de productos químicos y afines al por mayor siendo una empresa líder por su innovación en fertilizantes de alta calidad de

gránulos solubles y fertilizantes líquidos siendo estos de absorción rápida con tecnología All in One, satisfaciendo las demandas del mercado gracias al uso de sus materias primas diferenciadas en su proceso de producción.

La Empresa de Fertilizantes S.A en su línea de fertilizantes líquidos y con la finalidad de satisfacer a sus clientes realiza un proceso de envasado de los mismos en presentaciones cómodas de un litro, cinco litros y veinte litros el cual consiste en:

3.2 Descripción general del proceso

Tabla 3.1
Diagrama de flujo de proceso

Descripción de los eventos	Símbolo
Recepción de la materia prima	○ → D □ ▽
Almacenaje en percha	○ → D □ ▽
Transporte de pallets	○ → D □ ▽
Armado de mesas improvisadas	○ → D □ ▽
Abastecimiento y transporte de envases	○ → D □ ▽
Transporte de la materia prima a la mesa de pallets	○ → D □ ▽
Dosificado manual	○ → D □ ▽
Sellado	○ → D □ ▽
Etiquetado	○ → D □ ▽
Inspección	○ → D □ ▽
Despachado	○ → D □ ▽

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1 Recepción de la materia prima

La materia prima (gama de fertilizantes líquidos) es de origen químico, está ya está totalmente procesada y lista para su uso, reposando en canecas de doscientos y mil litros.

3.2.2 Principales productos que se envasan

La gama de fertilizantes líquidos que utilizan son los siguientes:

Tabla 3.2
Principales productos

Código del producto	Descripción
00583	FE IDHA FOLIAR FERTILIZER
00578	IDHA CU x 1 Litro
00582	MN IDHA FOLIAR FERTILIZER
00660	NATRAKELP x LT
00634	POTAFOL x 1 LT
00473	PTA – 88 x 1 LT
00560	QUICK MAX 1 LT
00695	SOJALL VITANA X 1LTS
00533	SOJALL x 1lt
00574	TROP UP X 1 LITRO
00570	TROP ZINC
00546	TS-34
00656	AZOSOL 12-4-6+AMINO 2.0 20 LTS

Fuente: Empresa de fertilizantes

3.2.3 Almacenaje en percha

Estos fertilizantes líquidos son transportados inmediatamente a las perchas, al área de fertilizantes líquidos en la bodega clasificada por nombre y composición química listos para su siguiente proceso.

3.2.4 Transporte de pallet

El montacargas transporta los pallets al área donde se realizará el llenado de fertilizantes líquidos.

3.2.5 Armado de mesa improvisada con pallets para el proceso de llenado

Se colocan cuatro pallets uno sobre otro, improvisando una mesa para soportar la caneca del producto a re-ensasar la cual costa de pallets con superficie anti derrames.

3.2.6 Abastecimiento y transporte de envases

El operario se abastece de envases de un litro, cinco o veinte litros y las lleva al área de llenado, esta tarea la repite cada vez que sea necesario hasta cumplir con la demanda planificada.

3.2.7 Transporte de la materia prima a mesa de pallet

Esta operación se la lleva a cabo con el montacargas el cual consta con un operario calificado para trasladar las canecas de doscientos o mil litros desde la percha en la que el producto está almacenado, al área de llenado y colocarlo en la mesa donde se realizara el proceso de dosificado.

3.2.8 Dosificado manual

Este proceso se lo realiza manualmente consiste en que un operario a través de una llave de paso, un embudo y en otros casos con la ayuda de vasos de precipitación llene con la cantidad específica los envases.

3.2.9 Etiquetado

Todos los envases producidos son etiquetados, identificándolos adecuadamente por nombre y composición química.

3.2.10 Sellado

Finalmente se realiza su sellado térmico el cual es muy importante ya que incide directamente con la calidad de producto preservándolo y conservándolo de daños.

3.2.11 Inspección

Al producto final se le realiza un control de calidad para verificar si su estado cumple con las condiciones óptimas previo a su expedición.

3.2.12 Despachado

Se expide el producto de calidad al cliente final.

3.3 Diagrama de bloques del proceso de envasado

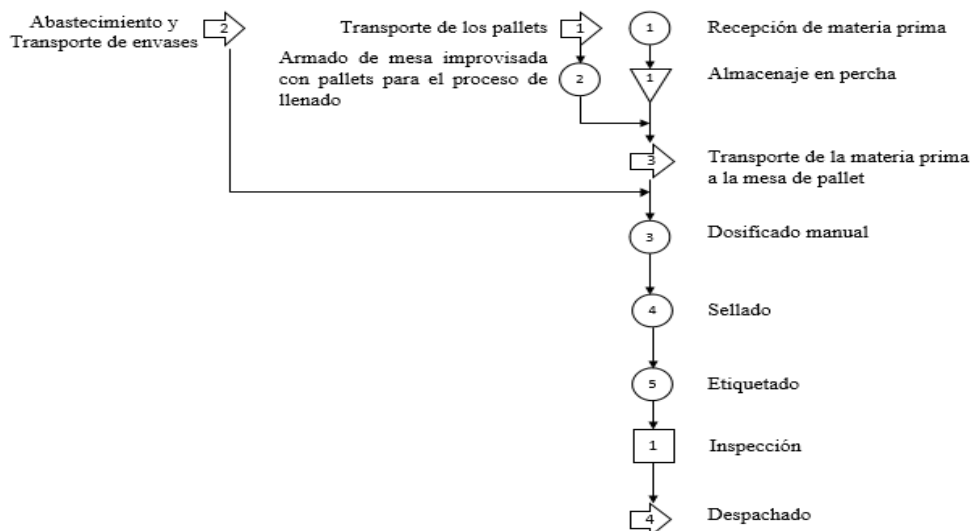


Figura 3.1. Diagrama del Proceso de envasado
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3
Resumen

Evento	Número
Operación	5
Almacenaje	1
Transporte	4
Inspección	1

Fuente: Elaboración propia

3.4 Planteamientos de las necesidades de la empresa

Tabla 3.4

Planteamientos de las necesidades de la empresa

N°	Planteamiento de la empresa	Interpretación
1	Disminuir el número de personas requeridas para poner en funcionamiento la máquina.	La máquina debe automatizarse para que funcione más independientemente.
2	Eliminar el exceso de espuma que se produce al momento de llenar los envases.	El sistema debe generar una mínima cantidad de espuma o retenerlas al llenar los envases.
3	Disminuir el tiempo de dosificado.	El sistema debe eliminar los tiempos muertos al momento de dosificar.
4	Garantizar que la calidad del producto no sea afectada.	Que el producto no se mezcle con los residuos de otros químicos.
5	La máquina pueda utilizarse para el llenado con todos los diferentes productos líquidos que posee la empresa.	La máquina debe dosificar correctamente el producto que vaya a llenar.
6	Que se pueda usar en diferentes tamaños de envase.	La máquina debe adaptarse a distintos tamaños de envases.
7	En caso de emergencia el funcionamiento se pueda parar inmediatamente.	Debe de contar ya sea con un botón o palanca para para la máquina.
8	Que se ajuste tanto a las dimensiones de las instalaciones de la empresa como a los recursos que poseen.	Que la máquina use los recursos disponibles de la empresa.
9	Que la máquina no ponga en riesgo la salud de los trabajadores.	Cumpla con los estándares de seguridad para resguardar la seguridad de los trabajadores.

Fuente: Elaboración propia

3.5 Análisis y descripción del proceso de envasado

3.5.1 Condiciones de la Empresa de Fertilizantes S.A en septiembre 2016

La Empresa de Fertilizantes S.A implementa una llenadora mecánica, neumática en sus instalaciones para maximizar su eficiencia en el envasado de sus fertilizantes líquidos, disminuir el tiempo de producción, la carga de trabajo y errores de sus trabajadores,

disminuir la acción efervescente, espuma que se produce en el envasado manual entre otros mencionados anteriormente, a continuación, en la figura 3.2 se muestra la máquina envasadora de fertilizantes en su estado funcional.

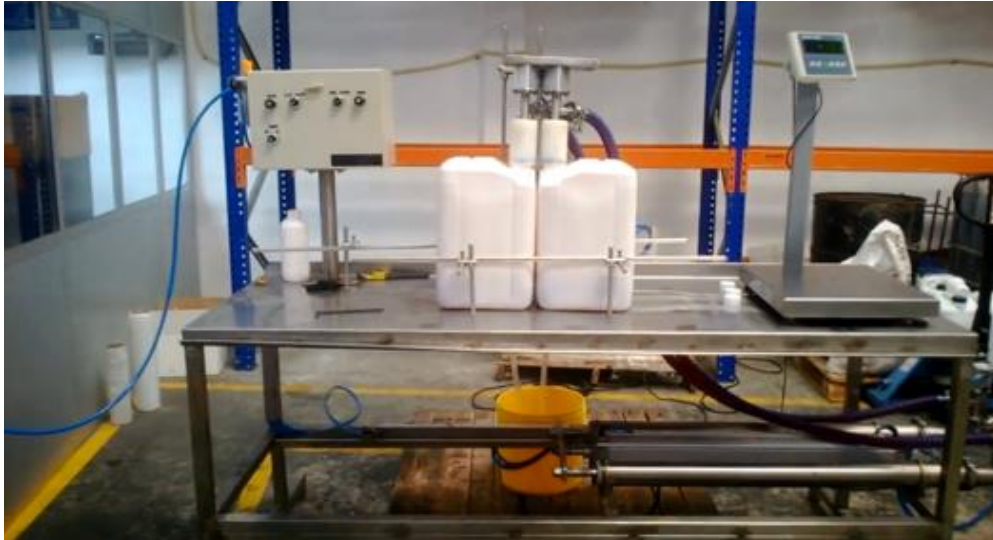


Figura 3.2. Máquina envasadora de fertilizantes en su estado funcional
Fuente: Propia

3.5.2 Situación Inicial

Al iniciar esta propuesta la maquina llenadora de fertilizantes ya estaba dada de baja, al no efectuar las funciones deseadas, no se la utilizo para el proceso de envasado, esta erróneamente fue diseñada para un solo producto quedando obsoleta para las distintas gamas de fertilizantes que comercializa la empresa, en la siguiente figura 3.3 se observa la máquina envasadora de fertilizante en su estado actual.



Figura 3.3. Máquina envasadora de fertilizante en su estado actual

Fuente: Propia

Esta máquina llenadora de automatización básica trabaja con un compresor de aire, automáticamente inicia con una descarga de aire para poner en marcha la máquina, el aire comprimido viaja a un actuador cilíndrico el cual consta de un pistón y un vástago accionados por una válvula de control direccional los cuales se extenderán o contraerán por la fuerza generada convirtiendo el aire comprimido en movimiento que a su vez conectan con los pistones volumétricos produciendo su movimiento permitiendo que las válvulas de ingreso anti retorno se habrán y realicen la succión del fertilizante líquido, una vez llenos los pistones volumétricos automáticamente el compresor envía otra descarga de aire al actuador cilíndrico invirtiendo la dirección del vástago, retrayéndolo y expulsando el aire que fue comprimido anteriormente, poniendo en marcha nuevamente los pistones volumétricos, los cuales descargan el fluido enviándolos por las tuberías que conducen hacia los dosificadores de pistón.

3.5.2.1 Análisis

La máquina llenadora necesita adicionalmente un compresor de aire para funcionar.

- Siendo el compresor un elemento adicional a la maquina llenadora, este necesita disponibilidad al momento del envasado ya que es usado en otros procesos en planta.
- Dado que la maquina se acciona con un fluido a altas velocidades y esta presenta algunos riesgos los cuales pueden incrementar si se da un mal uso, perjudicando la salud e integridad del operador y trabajadores tales como:
Sobre-velocidad
Sobrecalentamiento
- Uso obligatorio de equipos de protección tales como: ropa adecuada, gafas-calzado-guantes de protección, orejeras.
- Tiene gastos adicionales como dotarlos de válvulas de seguridad, manómetros, protección térmica entre otros.

- El compresor no está encapsulado ni consta de un sistema de red de aire comprimido, al ser una fuente de emisión de ruido necesita una instalación con revestimiento que aisle el ruido.
- Producen un nivel de ruido mínimo de 52 decibeles y máximo de 100 decibeles.
- Su exposición prolongada puede causar enfermedades profesionales tales como la pérdida auditiva, hipertensión, trastornos de sueño y estrés.
- Necesita mantenimiento.

Requiere de un actuador cilíndrico neumático de doble efecto

- Para activar el proceso.
- Para convertir la energía neumática a trabajo mecánico, movimiento.

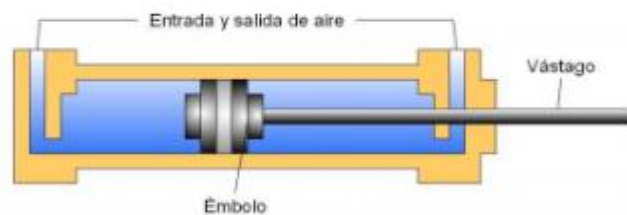


Figura 3.4. Esquema cilindro doble efecto
Fuente: Internet

Su capacidad depende de pistones volumétricos

- Estos dependen del compresor de aire y del actuador cilíndrico neumático para ponerse en marcha.
- Dependen de dos descargas de aire, una para succionar y otra para descargar, esto implica un proceso lento.
- Tienen una capacidad limitada de 5 litros cada uno.
- Su capacidad está diseñada para un solo tipo de fluido.
- Requieren realizar múltiples veces el proceso de succión y descarga para abastecer envases de grandes cantidades.

Necesita un tanque adicional para succionar el producto

- Esta es una tarea innecesaria al tener que llenar un tanque con el producto a utilizar para que la maquina pueda succionar.



Figura 3.5. Tanque adicional
Fuente: Propia

3.5.3 Situación Actual

En la figura 3.6 se puede apreciar el proceso de envasado manual de los fertilizantes líquidos, el cual lo realizan dos trabajadores dependiendo de la demanda del producto, el sellado y etiquetado se lo realiza manualmente. Uno de los dos trabajadores que hace esta actividad no es propio de este trabajo, este es extraído de otra área para así dar cumplimiento al objetivo de envasado de dicho día.



Figura
Envasado
los

Fuente: Propia

3.6.
manual de

fertilizantes líquidos

Los trabajadores que realizan esta labor se sienten fatigados al final de la jornada por las condiciones anti-ergonómicas provocadas por el proceso de envasado tales como las posturas, esfuerzo físico, movimientos.

Dentro de la empresa de fertilizantes se ha observado y cronometrado los tiempos de las actividades del envasado, estos están en la tabla 3.5, por motivos de disponibilidad de tiempo de la empresa y del jefe de planta solo se recolecto los tiempos de algunas de las actividades tales como: el abastecimiento y transporte de envases y la dosificación manual. La información de los tiempos obtenidos de las actividades restantes las proporciono el jefe de planta junto con los dos trabajadores que envasan el producto.

Tabla 3.5
Actividades y duración de la línea de producción

Tareas	Descripción	Tiempo (seg.)	Precedencia
A	Transporte de Pallet	67	-
B	Armado de mesa improvisada con pallets	15	A
C	Transporte de materia prima a mesa de pallet	960	B
D	Abastecimiento y transporte de envases	60	C
E	Dosificado manual	27	D
F	Sellado	9	E
G	Etiquetado	11	F
H	Inspección	300	E-F-G

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 .1 Análisis del sistema de llenado manual

Los envasadores no usan equipos de protección individual

- No usan guantes, mascarillas, ropa adecuada
- Al ser productos químicos los que se van a manipular existe la necesidad obligatoria de mascarillas con filtro, overol, botas, gafas y guantes de protección.

- El producto químico manipulado provoca alucinaciones por la exposición prolongada.

No existe un control en el uso de equipos de protección

- Malas prácticas en la utilización de equipos de protección.

Realizan el trabajo en condiciones no adecuadas y anti ergonómicas

- Están acucillados todo el proceso de envasado.
- Realizan el proceso de envasado en la bodega del producto.
- El entorno de envasado es inadecuado.
- Usan una mesa improvisada para colocar el contenedor del producto a utilizar.
- Los contenedores de los productos no tienen etiqueta informativa de seguridad.

El proceso de dosificado es lento

- La dosificación es manual.
- Utilizan jarras volumétricas para medir el producto.

3.6 Análisis de alternativas

A continuación, se analiza las posibles alternativas de solución para amortiguar el problema.

3.6.1 Bomba dosificadora GM

Este tipo de bomba dosificadora es polivalente, tiene una gama amplia de materiales dosificadores que son compatibles con los productos químicos, su diseño reduce los calentamientos además de que se pueden modificar para tener un ajuste de caudal automatizado por medio de un varipulse. También permiten automatizar el ajuste de su caudal de varias formas tales como una regulación automática de su ajuste de carrera a través de un servomotor, variar la velocidad del motor a través de un variador de

frecuencia, para mejorar sus condiciones también consta con una gran gama de accesorios tales como amortiguadores, válvulas de seguridad, depósitos de calibración, válvulas de retención etc.

Está diseñada para funcionar 24/24h, además de poder funcionar en seco.

Esta es de construcción metálica, con un caudal de 500 l/h y diferentes posibilidades de multiplexado.

3.6.1.1 Características Técnicas



Figura 3.7. Bomba dosificadora GM
Fuente: Milton Roy

Tabla 3.6
Características de bomba dosificadora GM

• Caudal hasta: 500 l/h
• Presión hasta: 12 bar
• Membrana en PTFE de accionamiento mecánico
• Reglaje de la carrera por excéntrica variable, asegurando un caudal débilmente pulsado (sin choques hidráulicos)
• Temperatura máxima de los fluidos a bombear: 40 °C
• Regulación del caudal nominal del 0 al 100%, tanto en marcha como parada
• Bloqueo de la regulación de la carrera
• Precisión del caudal regulado: $\pm 2\%$, dentro del campo de regulación del 10 al 100%
• Altura de aspiración máxima: 4 m CA
• Opción de aspiración en vacío: 9 m CA

- Presión máxima de aspiración: 2 bar

- Cárter de aluminio

- Lubricadas de por vida

- Opciones: doble membrana, caja de control VARIPULSE® para la variación y el control del caudal, contador de impulsos, servomotor electrónico

- Multiplexaje homogéneo y heterogéneo

- Integrables en un armario de protección EH&S

Fuente: Milton Roy

3.6.1.2 Características eléctricas:

Tabla 3.7
Características eléctricas

- Alimentación: - 230/400 V - 50/60 Hz – trifásico

- Grado de protección: IP55, motor tropicalizado

- Aislamiento: clase F

- Conforme a las normas europeas e internacionales

Fuente: Milton Roy

3.6.1.3 Datos técnicos

Tabla 3.8
Datos técnicos

Caudal	Presión	Cadencia	Potencia	Velocidad Motor
maxi a 1.5bar	maxi		Motor w	
(l/h)	(bar)	cps/min	Tri	(rpm)
500	5	180	250	1500

Fuente: Milton Roy

3.6.1.4 Caudal

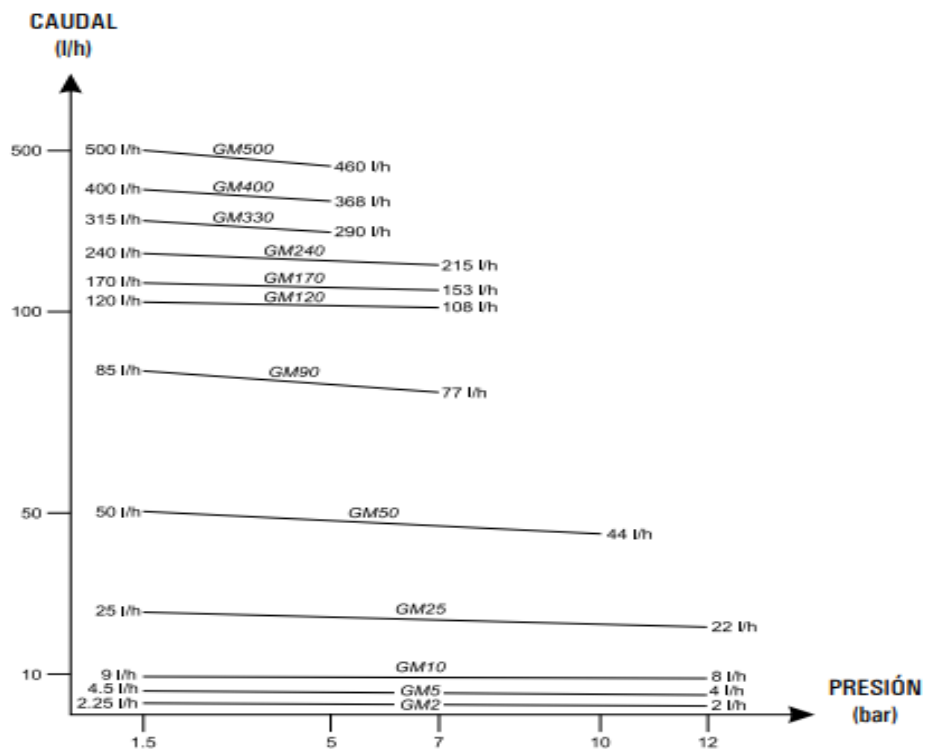


Figura 3.8. Caudal
Fuente: Milton Roy

3.6.1.5 Dimensiones y conexiones (Cotas en mm)

Tabla 3.9
Dimensiones y conexiones (Cotas en mm)

		Conexiones	A	B	C
Motor vertical	PP	Q	127		
	PVDF	N			

Fuente: Milton Roy

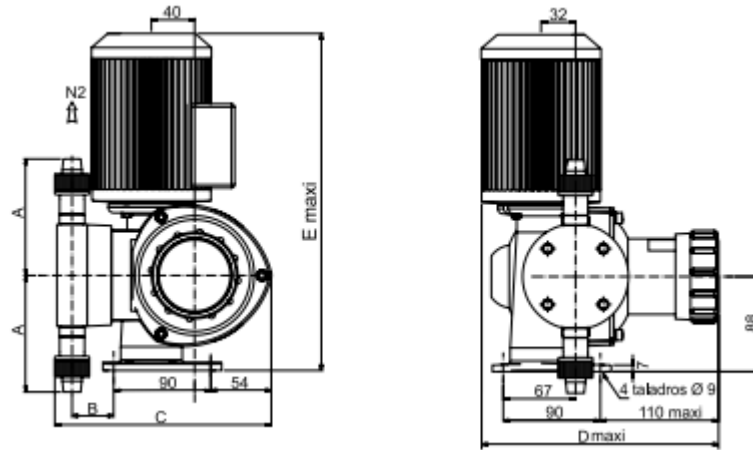


Figura 3.9. Dimensiones y conexiones (Cotas en mm)

Fuente: Milton Roy

3.6.2 Bomba dosificadora GB

Este tipo de bomba dosificadora es polivalente, tiene una gama amplia de materiales dosificadores que son compatibles con los productos químicos, esta es de construcción metálica y puede funcionar perfectamente en seco y continuamente 24/24h sin sufrir daños.

3.6.2.1 Características Técnicas



Figura 3.10. Bomba dosificadora GB

Fuente: Milton Roy

Tabla 3.10

Características de la bomba dosificadora GB

• Caudal hasta 1200 l/h
• Presión hasta 10 bar
• Membrana PTFE de diseño de alto rendimiento PROFIL+®
• Membrana de accionamiento mecánico
• Reglaje de la carrera por excéntrica variable, asegurando un caudal débilmente pulsado (sin choques hidráulicos)
• Temperatura máxima de los fluidos a bombear: 50 °C (1)
• Regulación del caudal nominal del 0 al 100 %, tanto en marcha como parada
• Precisión del caudal regulado: ± 2 % dentro del campo de regulación del 10 al 100 %
• Altura de aspiración máxima: 4 m de columna de agua (2)
• Presión máxima de aspiración: 2 bar (1)
• Cáster de aluminio con pintura de poliuretano RAL 1018 - 65 μ
• Lubricación por baño de aceite
• Opción: doble membrana

Fuente: Milton Roy

3.6.2.2 Características eléctricas:

Tabla 3.11
Características eléctricas

• Alimentación: 230/400 V - 50 Hz - trifásico
• Grado de protección: IP 55, motor tropicalizado para 90 % de humedad
• Aislamiento: clase F
• Conforme a las normas europeas e internacionales

Fuente: Milton Roy

3.6.2.3 Datos técnicos

Tabla 3.12
Datos técnicos

Caudal	Presión	Cadencia	Potencia	Velocidad Motor
maxi	maxi	(gpm)(2)	(kW)(3)	
(l/h)(1)(2)	(bar)		Tri	(rpm)(2)
1200	3.5	180 (4)	0.55	1500

Fuente: Milton Roy

3.6.2.4 Caudal

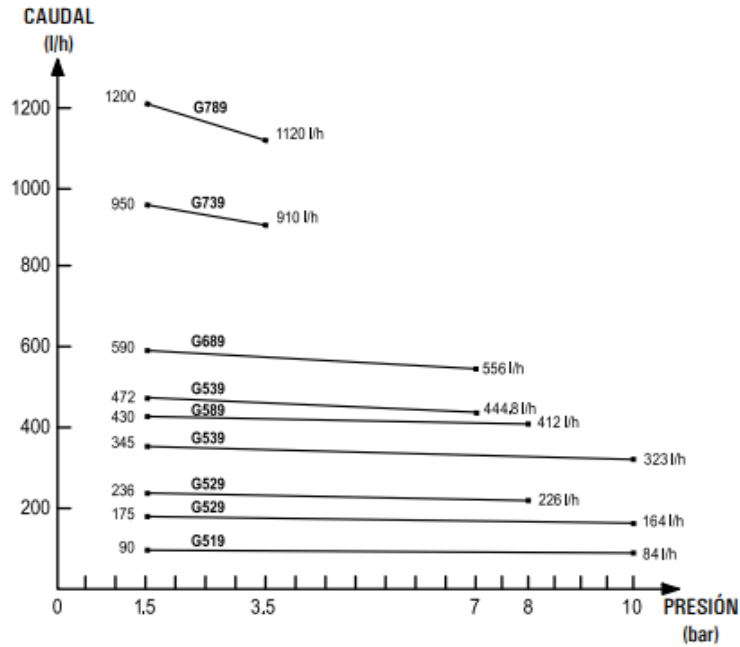


Figura 3.11. Caudal

Fuente: Milton Roy

3.6.2.5 Dimensiones y conexiones (cotas en mm)

Tabla 3.13
Dimensiones y conexiones (cotas en mm)

GB	PP	PVDF	Inox
A	368	372	414
B	181	186	207
C	58	63	84
D	93	93	98
E	392	391	392
G (Tubo)	DN25	F1" G	M1" G

Fuente: Milton Roy

3.6.3 Bombas dosificadora Milroyal b

Este tipo de bombas se pueden adaptar a diversos procedimientos e incluso trabajar en extremas condiciones, por lo que es ideal para procesos en donde utilicen fluidos como

petróleo, gas, químicos e hidrocarburos, tratamiento de agua y residuos. Además, cuentan con un sistema de lubricación presurizado permitiendo que los rodamientos tengan un tiempo de vida más prolongado y que la bomba trabaje a altas presiones ya sea al succionar o al descargar los fluidos.



Figura 3.12. Bomba dosificadora Milroyal B
Fuente: Milton Roy

3.6.3.1 Diafragma de alto desempeño (DAD)

El sistema hidráulico con diafragma de alto desempeño cuenta con las mejores características de los tradicionales sistemas hidráulicos y una tecnología avanzada. Uno de los beneficios que ofrece este diafragma es la facilidad al momento de operarlo. Además, el sistema de relleno se acciona mecánicamente, este sistema permite lograr lo siguiente:

- Al eliminar el plato de retención del lado del proceso, el fluido hidráulico únicamente se recargará cuando el diafragma regrese al plato de retención del lado hidráulico por lo tanto no va a existir un sobrellenado hidráulico.
- Al eliminar el plato de retención del lado del proceso, el sistema hidráulico de alto desempeño es ideal para trabajar con materiales viscosos, lodos y se reducen los requisitos de la altura neta de aspiración (NPSH) de la bomba.

3.6.3.2 Características

Tabla 3.14

Rendimiento cabezal con diafragma de alto desempeño (DAD)

Diametro	Código	SPM	Capacidad	½ HP	¾ HP	1 HP	1½
del	relación de	@1725	máxima	(0.37 kW)	(0.55 kW)	(0.75 kW)	HP

pistón	transmisión	RPM	(1.1 kW)									
			Presión máxima de descarga									
			GPH	L/H	PSIG	BAR	PSIG	BAR	PSIG	BAR	PSIG	BAR
2 ½ in (64 mm)	8 H	95	161	609	65	4	100	7	155	11	165	11

Fuente: Milton Roy

Tabla 3.15
Dimensiones cabezales con diafragmas de alta desempeño (DAD)

Material o del pistón	Diámetro		A‡		B‡		C*		D
	in	mm	in	mm	In	mm	in	mm	in
	Metal (Bola Individual) Estándar	2½	64	7	192	7	192	8 ¼	210
			9/16		9/16				

Fuente: Milton Roy

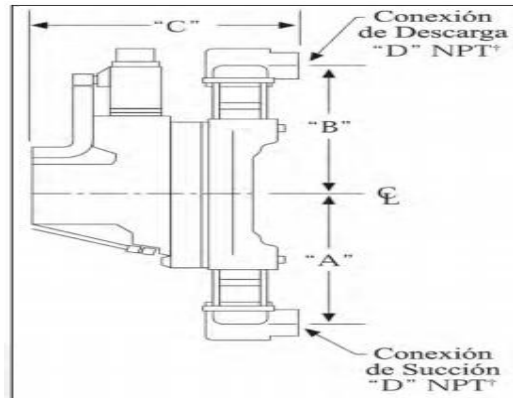


Figura 3.13. Dimensiones cabezales con diafragmas de alta desempeño (DAD)

Fuente: Milton Roy

Tabla 3.16
Rango máximo de presión de succión permitida - HPD

Diámetro del pistón		Estandar		Rango medio		Rango máximo	
in	mm	PSIG	Bar	PSIG	Bar	PSIG	Bar

2½	64	45	3	60	4	70	5
----	----	----	---	----	---	----	---

Fuente: Milton Roy

3.6.4 Bomba dosificadora de diafragma DME

Es una bomba dosificadora autocebante de diafragma de tecnología digital, combina su fácil uso con la dosificación de precisión de grandes cantidades de hasta 940 l/h, consta con componentes y accionamientos electrónicos, panel de control trasero con pantalla. Su motor está diseñado para dosificar constante y uniforme mente posible sin picos, con una velocidad de carrera constante garantizando su aspiración y exactitud. Está diseñada para trabajar en la industria química, plantas de proceso, tratamiento de agua residuales tanto como potable, industria papelera, lavaje de autos etc.

El operador puede configurar la bomba para que dosifique la cantidad exacta que se requiera mostrando en su pantalla el caudal en l/h o ml/h según su configuración donde a través de iconos se determina su modo de funcionamiento.

3.6.4.1 Características y beneficios

Tabla 3.17

Dosificadora DME

Control completo de la membrana
Ajuste de la capacidad en ml/h o l/h
Control de la velocidad o frecuencia de la carrera
Panel de control con pantalla y botones Sencillos
Bloqueo del panel de control
Función anti-cavitación
Sensor de fugas de la membrana
Control manual/por pulso
Panel de control instalado en la parte frontal o lateral
Control de dosis basado en impulsos



Figura 3.14. Bomba dosificadora DME

Fuente: Grundfos

Dosificación de medios de alta viscosidad

Función de calibración fácil

Módulo de comunicación Fieldbus

Fuente: Grundfos

3.6.4.2 Rango de rendimiento

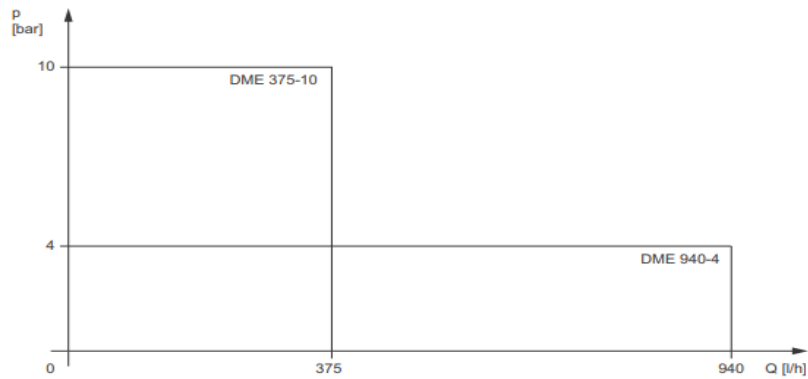


Figura 3.15. Rango de rendimiento

Fuente: Grundfos

3.6.4.3 Datos técnicos

Tabla 3.18
Datos mecánicos

Datos mecánicos	Capacidad máxima*1 [l/h]	940
	Capacidad máxima con anticavitación 75 %*1 [l/h]	705
	Capacidad máxima con anticavitación 50 %*1 [l/h]	525
	Capacidad máxima con anticavitación 25 %*1 [l/h]	252
	Presión máxima [bar]	4
	Carreras máximas por minuto [carreras/min.]	160
	Altura máxima de aspiración durante el funcionamiento [m]	4
	Altura máxima de aspiración al cebar con válvulas mojadas [m]	1,5
	Viscosidad máxima con válvulas de muelle*2 [mPa s]	3000 [mPa s] al 50 % de la capacidad
	Viscosidad máxima sin válvulas de muelle*2 [mPa s]	200
	Diámetro del diafragma [mm]	173
	Temperatura del líquido [°C]	0 a 50
Temperatura ambiente [°C]	0 a 45	

Exactitud de repetibilidad	±1 %
Nivel de ruido [dB(A)]	<70

Fuente: Grundfos

Tabla 3.19
Datos eléctricos

Datos eléctricos	Tensión de alimentación [VAC]	1 x 100-240
	Consumo máximo de corriente [A]	2.4 a 100 V 1.0 a 230 V
	Consumo máx. de potencia P1 [W]	240
	Frecuencia [Hz]	50-60
	Grado de protección	IP 65
	Clase de aislamiento	B
	Cable eléctrico	1,5 m H05RN-F con clavija

Fuente: Grundfos

Tabla 3.20

Entrada de señal	Tensión en la entrada del sensor de nivel [VDC]	5
	Tensión en la entrada del impulso [VDC]	5
	Período mínimo de repetición de impulso [ms]	3,3
	Impedancia en entrada analógica 4-20 mA [Ω]	250
	Resistencia máxima de bucle en circuito de señal de impulso [Ω]	250
	Resistencia máxima de bucle en circuito de señal de nivel [Ω]	250
Salida de Señal	Carga máxima de la salida del relé de alarma, a carga ohmica [A]	2
	Tensión máxima, salida del relé de alarma [V]	42
Nivel de ruido	Por debajo de [dB(A)]	70

Fuente: Grundfos

3.6.4.4 Dimensiones

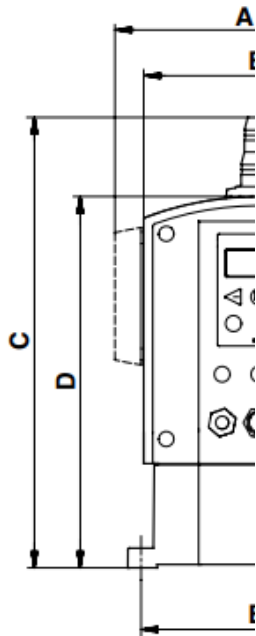


Figura 3.16. Dimensiones
Fuente: Grundfos

Tabla 3.21
Datos

A=[mm]	238
B=[mm]	218
C=[mm]	496
D=[mm]	364
E=[mm]	230
F=[mm]	539
G=[mm]	6
H=[mm]	95
I=[mm]	46

Fuente: Grundfos

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Con el fin de atenuar el problema que se genera en el proceso de envasado de los fertilizantes debido a las condiciones de trabajo, se propone reemplazar el sistema actual de dosificado manual por uno semiautomatizado, para lo cual se necesita implementar lo siguiente:

4.1 Bomba dosificadora Milroyal B

Las bombas dosificadoras tienen la capacidad de inyectar una gran variedad de fluidos de forma precisa impidiendo que se derrame el producto.

En el capítulo anterior 3.4.1 se muestra las características de diversos tipos de bombas dosificadoras que pueden ser implementadas en el sistema semiautomatizado, la bomba seleccionada fue la Milroyal b por el motivo de que es ideal para trabajar a altas presiones, el diámetro de su pistón es de 2 ½ in (64 mm), tiene 1HP (0,75kw) y además posee una capacidad para producir 609 litros/hora.

4.2 Banda transportadora

Esta se encarga del traslado-abastecimiento continuos de envases a la zona de dosificado una vez que estos han sido colocados manualmente sobre la banda la cual es soportada por rodillos, transportando los envases por el movimiento continuo generado por un motorreductor, esta elimina los movimientos innecesarios al transportar la materia prima y producto terminado, disminuyendo así los costos por pérdida de tiempo en el transporte.

4.2.1 Material de banda transportadora

4.2.1.1 Rodillos



Figura 4.1. Rodillo Transportador dentado serie 2224
Fuente: Damon Industry

Tabla 4.1
Características del Rodillo Transportador dentado serie 2224

Uso	Cinta transportadora
N° de modelo	2224
Material	Acero inoxidable
Rango de temperatura	-5 ~ + 40
Diámetro	50
Eje	12
Estilo Spocket	08B14T
Tapa final	Polipropileno, verde Damon
Distancia recomendada entre rodillos	4.5"

Fuente: Damon Industry

4.2.1.2 Banda



Figura 4.2. Banda
Fuente: Apache Hose y Belting co.,inc

Tabla 4.2
Características de la banda

Material:	PVC Black Cover x FS = 268/1
Rango de Temperatura	-7 ° C a 82 ° C
Espesor:	5.2 mm
Peso:	5.9 Kg/m ²
Ancho de banda	13.8"
Largo de banda	7.87'
Grapas Recomendadas:	#2 Gancho, #125 Grapa, #20 Lagarto.

Fuente: Apache Hose y Belting co.,inc



Figura 4.3. Simulación 3D Banda transportadora
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3 Cálculos para determinar el motor de la banda transportadora

Datos

Distancia de la banda = 7.87 '= 2.40 m

Tiempo = 22 s

Peso = 66 kg

Gravedad = 9,81 g

Velocidad = ?

Fuerza = ?

Potencia = ?

Factor de seguridad = 1,5

$$V = \frac{d}{t}$$

$$V = \frac{2,40m}{22 s}$$

$$V = 0,10 \text{ m/s}$$

$$F = P * G$$

$$F = 66 \text{ kg} * 9,81g$$

$$F = 647,46 \text{ N}$$

$$P = F * V$$

$$P = 647,46 \text{ N} * 0,10 \text{ m/s}$$

$$P = 64,746 \text{ Watts} * 1,5$$

$$P = 97,12 = 100 \text{ Watts}$$

P = Potencia de salida

P. entrada = Potencia eléctrica

$$P. \text{ eléctrica} = \frac{P. \text{ de salida}}{\text{Eficiencia}}$$

$$P. \text{ eléctrica} = \frac{100 \text{ Watts}}{0,74}$$

$$P. \text{ eléctrica} = 135,14 \text{ Watts}$$

4.2.1.4



Motorreductor



Figura 4.4. Motorreductor

Fuente: Internet

Tabla 4.3

Características del motorreductor

Número de modelo	6IK180GU-CF + 6GU175RC
Tipo	Motor de inducción
Eficiencia	74%
Potencia de salida	180W
Frecuencia	50 / 60Hz
Voltaje de corriente alterna	Monofásico 115/120v
Velocidad nominal	1200 ~ 1400 rpm
Tipo de eje	Eje paralelo
Using humidity	≤ 85% (lugar sin rocío)
Using Temperature	-10 ° C ~ + 40 ° C (sin congelación)
Clase de aislamiento	Clase B (130 °C)

Fuente: Internet

4.3 Variador de frecuencia



Figura 4.5. Variador de frecuencia

Fuente: Internet

El variador de velocidad sirve para controlar la velocidad de los giros que realiza el motor, con el objetivo de que este solo trabaje a la velocidad necesaria. Se va a utilizar un variador de velocidad ATV312H075N4 para controlar el ritmo de llenado de la bomba dosificadora. A continuación, en la tabla 18 se observa las principales características:

Tabla 4.4
Características del variador de frecuencia

Tensión nominal	220 V CA (fase única)
Potencia de motor adecuada	2,2 kW
Método de control	Bucle cerrado V/F
Color	Gris
Materiales	Plástico de ingeniería
Tamaño	7.677 x 5.118 x 3.937 in
Corriente nominal	12 A
Entrada	1 PH AC 220 V 50 Hz / 60 Hz
Capacidad	8.0KVA (2,2 KW/3 HP)
Voltaje de salida Método ajustable	Control PWM
L,N	Entrada de corriente alterna de 220V
U,V,W	Salida, conecta al motor de CA de 3 fases

Fuente: Internet

4.4 Barandas de seguridad regulables

Como medida de seguridad ante el posible riesgo que los envases transportados se volteen, caigan, desacomoden se implementa barandillas regulables que se podrán ajustar a los distintos tipos de envases.

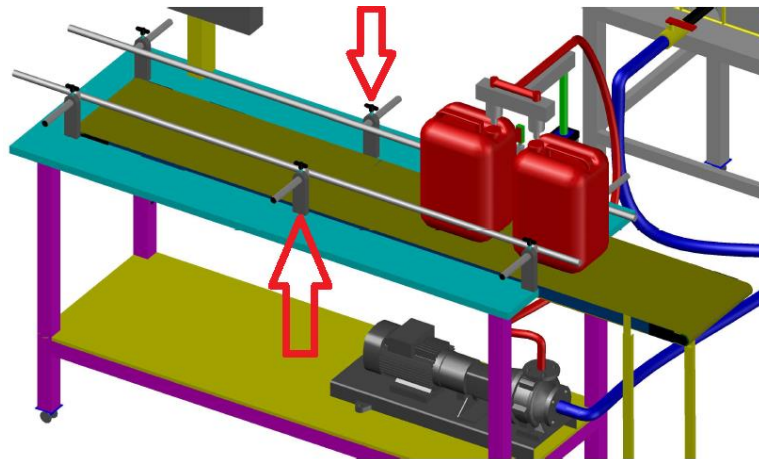


Figura 4.6. Simulación 3D Barandas

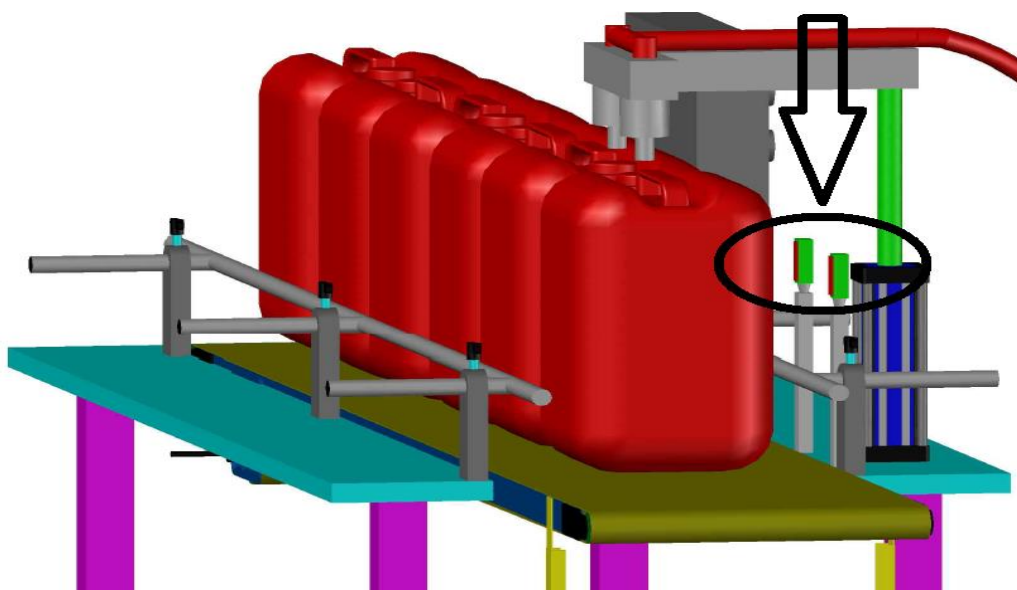
Fuente: Elaboración propia

4.5 Sensor Fotoeléctrico



*Figura 4.7. Sensor fotoeléctrico
Fuente: Pepperl Fuchs group*

Este dispositivo emite una señal de luz detectando su cambio de intensidad por un receptor diagnosticando así la presencia de objetos o su ausencia cuando la luz se interrumpe o se refleja por el receptor, este cambio es captado y se convierte en una señal eléctrica, los sensores fotoeléctricos de detección directa trabajan con el mismo sistema a diferencia que el transmisor y receptor se encuentran iguales siendo eficiente a distancias cortas. Este se implementará para la detección, control y posicionamiento exacto de las botellas a dosificar, el sensor emisor- receptor estarán alineados de frente, los cuales detectarán los contenedores cuando estos pasen.



*Figura 4.8. Simulación 3D del sensor en funcionamiento
Fuente: Elaboración propia*

Tabla 4.5
Características de sensor fotoeléctrico

Rango de detección	2 ... 1100 mm
Emisor de luz	LED
Indicación de trabajo	LED verde: fijo: encendido parpadeo (4 Hz): cortocircuito parpadeo con breves interrupciones (1 Hz): modo de IO-Link
Indicación de la función	LED amarillo: fijo: objeto detectado apagado: ningún objeto detectado
Tensión de trabajo	10 ... 30 V CC
Corriente en vacío	<25 mA tensión de alimentación de 24 V
Tiempo de ciclo mínimo	2,3 ms
Tensión de conmutación	máx. 30 V CC
Tiempo de respuesta	0,5 ms
Tipo de luz	Infrarrojo, luz alterna 850 nm

Fuente: Pepperl Fuchs group

4.6 Sensor de nivel ultrasónico de nivel

Este instrumento permite medir el nivel del líquido de un depósito, tanque, entre otros sin necesidad de contacto.

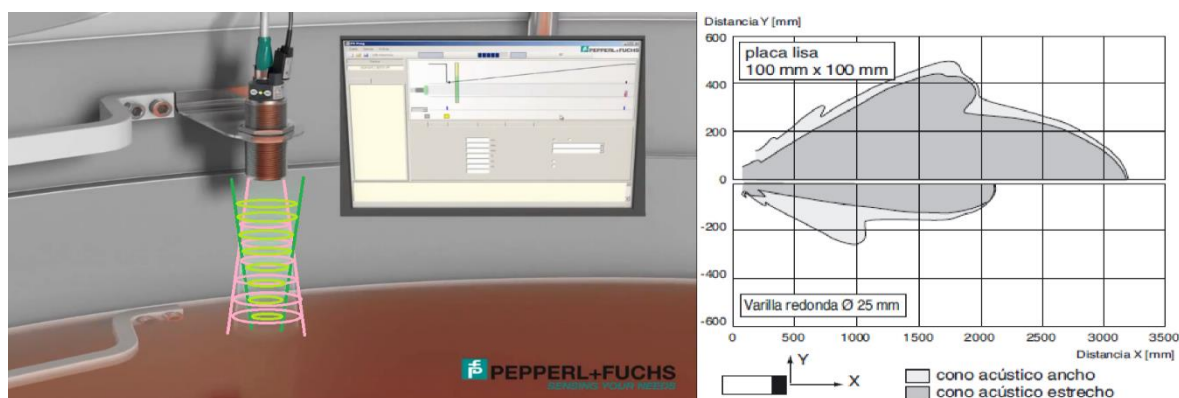


Figura 4.9. *Simulación del funcionamiento del sensor ultrasónico de nivel*

Fuente: Pepperl+Fuchs

El sensor se sitúa en la parte superior del tanque detectando si el nivel del líquido excede o alcanza un nivel ya predeterminado, llenado o vaciado. Este utiliza un transductor ultrasónico como (emisor-receptor) calculando el tiempo que tardan en viajar los impulsos ultrasónicos desde el sensor hasta la superficie del producto donde se refleja la señal y vuelve, siendo captada sin influir en los resultados de medición las propiedades físicas o químicas del fluido.



Figura 4.10. Sensor de nivel Ultrasónico UC2000-30GM-2EP-IO-V15

Fuente: Pepperl+Fuchs

Tabla 4.6

Características del sensor de nivel Ultrasónico UC2000-30GM-2EP-IO-V15

Rango de detección	90 ... 2000 mm
Zona ciega	0 ... 90 mm
Frecuencia del transductor	aprox. 200 kHz
Retardo de respuesta	mínimo: 65 ms
LED verde	fijo: encendido parpadeante: modo de espera o comunicación con IO-Link
LED amarillo 1	fijo: objeto en el intervalo de evaluación parpadeante: función de aprendizaje, objeto detectado
LED amarillo 2	fijo: objeto en el intervalo de evaluación parpadeante: función de aprendizaje, objeto detectado
LED rojo	rojo permanente: Avería rojo intermitente: función TEACH-IN, objeto no detectado
Tensión de trabajo UB	10 ... 30 V CC, rizado 10 %SS
Corriente en vacío I0	≤ 60 mA
Consumo de potencia P0	≤ 1 W
Retardo a la disponibilidad tv	≤ 120 ms
Tipo de entrada/salida	1 conexión de sincronización, bidireccional

Corriente de salida	< 12 mA
Duración del impulso	0,5 ... 300 ms (nivel 1)
Tipo de salida	2 salidas de contrafase, protegidas contra cortocircuitos, contra la inversión de la polaridad

Fuente: Pepperl+Fuchs

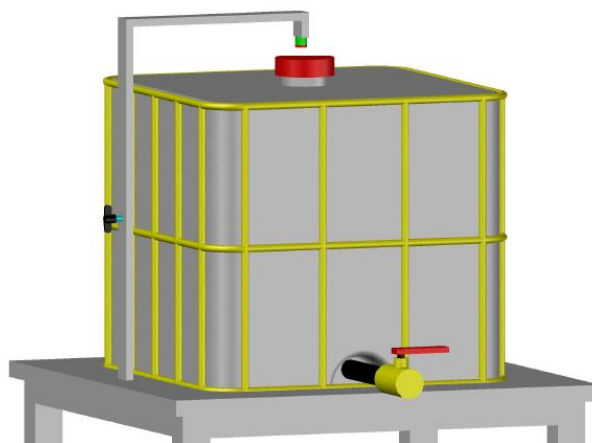


Figura 4.11. Simulación 3D Sensor de nivel ultrasónico

Fuente: Elaboración propia

4.7 Mesa de altura regulable

Con el fin de eliminar la inseguridad que se menciona en el punto 3.2.5 se propone una mesa de estructura de acero de alta resistencia como soporte para el contenedor del producto a dosificar en la cual se podrá regular su altura gracias a un sistema simple, el cual consiste en un sistema de regulación manual ubicada en sus patas.

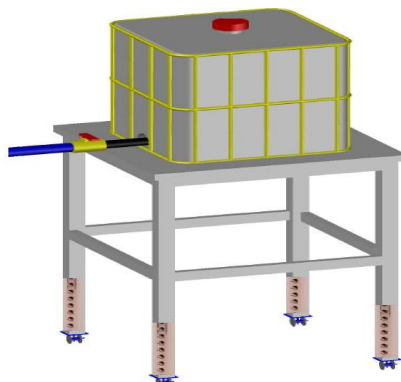


Figura 4.12. Mesa de altura regulable

Fuente: Elaboración propia

4.8 Micro PLC Siemens LOGO! 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0

El micro PLC es un controlador programable en donde se emplean algoritmos con el propósito de controlar cualquier equipo eléctrico.



Figura 4.13. Siemens LOGO! 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0
Fuente: Siemens Ingenuity

Para esta propuesta se utiliza un micro automático Siemens LOGO! 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0, en la tabla 4.4 se muestra las características:

:

Tabla 4.7

Características del Micro automático Siemens LOGO! 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0

Valor nominal (DC)	
115 V DC	Si
230 V DC	Si
Rango admisible, límite inferior (DC)	100 v
Rango admisible, límite superior (DC)	230 v
Valor nominal (AC)	
115 V AC	Si
230 V AC	Si
Rango admisible, límite inferior	47 Hz
Rango admisible, límite superior	63 Hz
Nº de entradas digitales	8

Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Poder de corte de los contactos	
con carga inductiva, máx.	3 A
Con carga resistiva, máx.	10 A

Fuente: Siemens Ingenuity

4.9 Modulo de expansión



Figura 4.14. Siemens LOGO! 8 DM16 230R - 6ED1055-1FB10-0BA2

Fuente: (Automation24, s.f.)

Tabla 4.8

Siemens LOGO! 8 DM16 230R - 6ED1055-1FB10-0BA2

Módulo de ampliación	DM16 230R
Voltaje alimentación	230V AC
Salidas	Relé
Entradas digitales	8ED
Salidas digitales	8SD
Voltaje de entrada/Suministro	115/240 V AC/DC
Rango admisible	85...265 V AC/100...253 V DC
Salida de corriente permanente	5 A carga resistiva; 3 A carga inductiva
Protección contra cortocircuitos	Fusible externo requerido
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)	72 (4 MW) x 90 x 55
Montaje	En riel DIN de 35 mm (4 MW)

Temperatura ambiente mín.	0 °C
Temperatura ambiente máx.	55 °C
Protección	IP20

Fuente: (Automation24, s.f.)

4.10 Luz de advertencia estroboscópica TB35 N-3071



Figura 4.15. Luz de advertencia estroboscópica TB35 N-3071

Fuente: (AliExpress, s.f.)

Tabla 4.9

Características de la luz de advertencia estroboscópica TB35 N-3071

Nombre de la marca	CNMAWAY
Número de modelo	TB35
Tensión	12 V
Tipo de artículo	Luces indicadoras
De trabajo	Strobe
Certificación	CE
Grado de protección	IP44
Opciones de voltajes	CA 220 V CA/CC 12 V 24 V
Alcance de uso	Equipo mecánico pequeño, línea de montaje automatizada, etc

Fuente: (AliExpress, s.f.)

4.11 Interruptor



Figura 4.16. Interruptor

Fuente: (AliExpress, s.f.)

Tabla 4.10

Características Interruptor

Tipo de artículos	Interruptores
Certificación	CE
Tipo de interruptor	Interruptor universal
Características	Interruptor de cambio
Corriente	20 A
Voltaje	600 V
Terminales	8 terminales de tornillo
Material	Plástico
Nombre de la marca	Fdit
Tamaño	7.5 x 5cm / 2.95 x 1.97in
Peso	112 g
Posiciones	4
Polos	2

Fuente: (AliExpress, s.f.)

4.12 Actuador lineal



Figura 4.17. Actuador lineal
Fuente: (Electrónica embajadores, s.f.)

Tabla 4.11
Características del actuador lineal

Rango de temperatura	-25 ° a 60 ° C
Clase de protección	IP44
Alimentación	12 vdc
Carrera	200 mm
Velocidad	20 mm ± 2mm / s
Micro interruptor	Interior
Carga máxima	1000 N (aprox. 100 Kg)
Vida Max	50 000 veces
Conector:	Macho de punto y raya

Fuente: (Electrónica embajadores, s.f.)

4.13 Sistema de dosificación propuesto

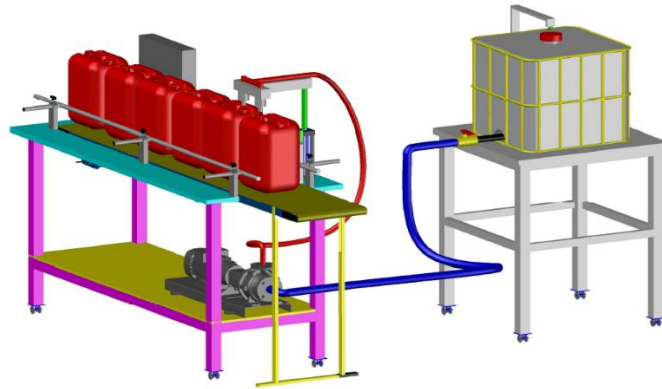


Figura 4.18. Sistema de dosificado propuesto
Fuente: Elaboración propia

4.14 Proceso de dosificación

La máquina dosificadora ya semi-automatizada inicia con un estado de preparación donde debe cumplir dos condiciones para pasar al siguiente paso, primero el sensor de nivel sin contacto verifica si hay líquido suficiente en el contenedor, si no hay este envía una señal un estado de no líquido, al mismo tiempo los sensores foto eléctricos detectan si hay envases a dosificar, si este no detecta los objetos entra en un estado de no envases, esto lo hace junto con la banda transportadora en la cual se colocan los envases manualmente la cual transportan los envases por medio de un motor controlado por un variador de velocidad deteniéndose en el punto de dosificado al momento de ser detectados por el sensor el cual envía una señal de que el envase ya está en la posición correcta , ya cumplidos estos parámetros la maquina procede con el dosificado de los envases con la cantidad establecida por tiempos, una vez cumplido el tiempo de dosificado la banda transportadora procede a desplazar los envases para posicionar los siguiente y repetir el proceso continuamente, una vez que los envases llegan al final de la banda, un sensor fotoeléctrico los detecta indicando el fin de carrera y deteniendo la banda transportadora para retirar los envases dosificados.

Este nuevo sistema ayuda a mejorar, dar solución algunos aspectos antes mencionados tales como:

El punto 2.2.11.2, el procesamiento incorrecto del producto gracias a la reducción de la intervención humana durante el proceso de dosificación y la aplicación de la maquina

llenadora teniendo ésta el control automático del proceso de dosificado, evitando así errores que impliquen pérdida de tiempo y materia prima.

Los movimientos innecesarios, mencionado en el punto 2.2.11.3 el cual se evidencio de manera directa al observar dentro de la empresa que al momento de dosificar el producto liquido utilizaban jarras volumétricas las cuales obligatoriamente tenían que usar para medir el líquido a llenar en los envases antes de depositarlos en el envase final, este simple paso provoca un movimiento-actividad, totalmente innecesario el cual implica realizar una doble tarea repetitiva y consigo consume una gran cantidad de tiempo en la producción, produciendo tiempos de espera innecesarios reduciendo así la eficiencia del antiguo sistema. Estos movimientos innecesarios son eliminados con la implantación de los pistones y bomba dosificadora del nuevo sistema reduciendo y maximizando los tiempos de dosificado y producción.

La reducción de productos defectuosos mencionado en el punto 2.2.11.7, otra ventaja del nuevo sistema es que incrementa el estándar de calidad al eliminar la mano de obra humana la cual estaba sujeta al contacto, error humano y manipulación inadecuada de las materias primas entre otros, eliminando la mano de obra y reprocesos innecesarios.

Otro de los puntos importantes en que da mejora el nuevo sistema es que ayuda a disminuir el impacto que tienen los productos químicos utilizados sobre la salud de los trabajadores el cual se presenta en el sistema de llenado manual producido por la exposición directa y prolongada de los trabajadores con el producto químico, gracias a que ya no existe una interacción directa entre el producto químico y el trabajador.

Además, la aplicación del nuevo sistema produce el mejoramiento de condiciones de trabajo que favorece a la ergonomía de los trabajadores y mejora las condiciones de trabajo.

4.15 Diagrama de la red de Petri

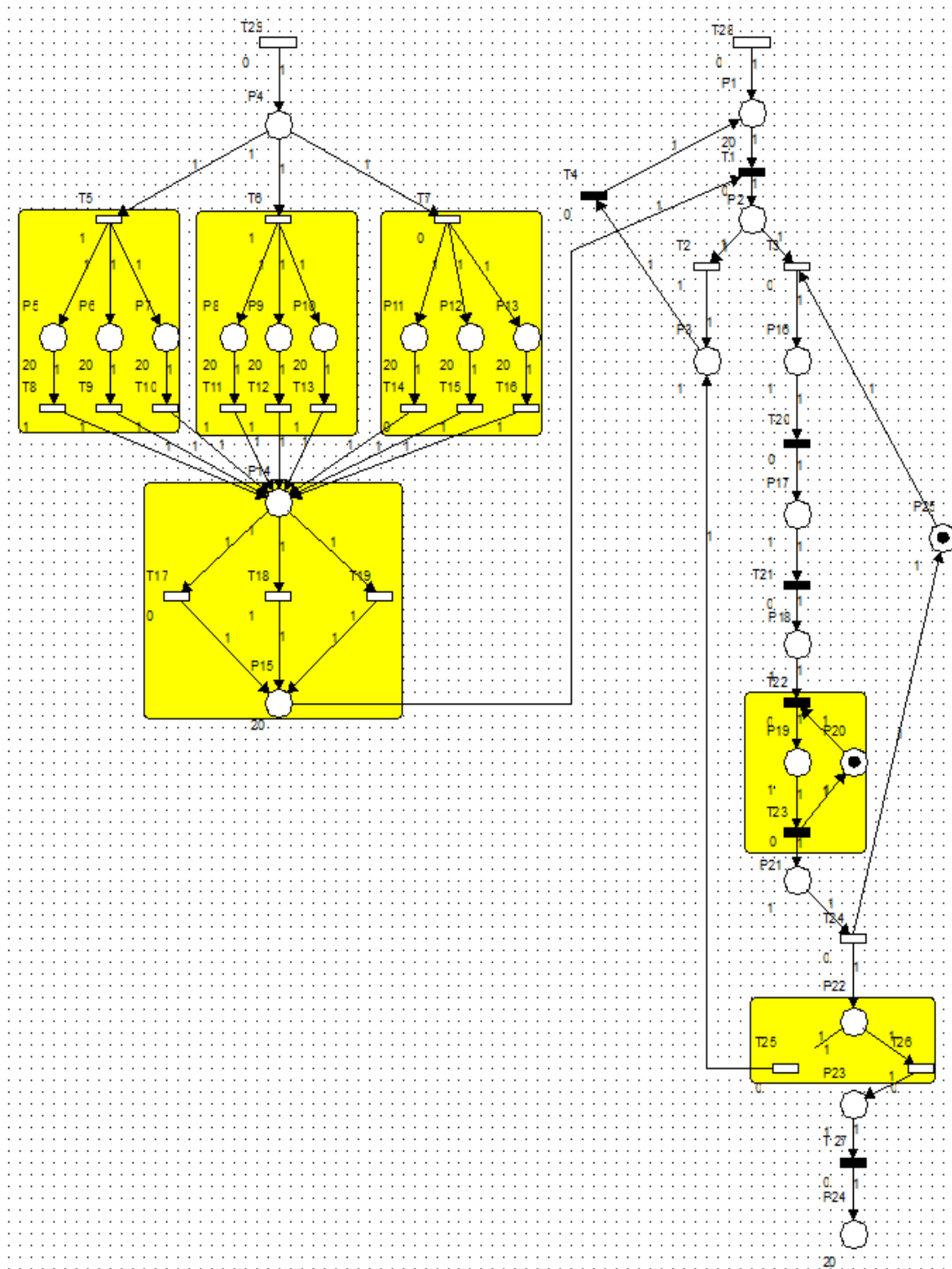


Figura 4.19. Diagrama red de Petri
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.12
Nombres

P1	Encendido	T1	Arranque del sistema
P2	Revisión de nivel	T2	No hay liquido
P3	Alarma	T3	Si hay liquido
P4	E D densidad	T4	Inspección
P5	T 1 seg.	T5	Densidad 1
P6	T 5 seg.	T6	Densidad 2
P7	T 20 seg.	T7	Densidad 3
P8	T 2 seg.	T8	Densidad
P9	T 6 seg.	T9	Densidad
P10	T 21 seg.	T10	Densidad
P11	T 2.5 seg.	T11	Densidad
P12	T 5.5 seg.	T12	Densidad
P13	T 20.5 seg.	T13	Densidad
P14	E D Envase	T14	Densidad
P15	Orden de llenado	T15	Densidad
P16	Encender banda	T16	Densidad
P17	Detiene banda	T17	Envase 1 Litro
P18	Enciende bomba	T18	Envase 5 Litro
P19	Proceso	T19	Envase 20 Litro
P20	Disponibilidad	T20	Envases detectados
P21	Subir dosificador	T21	Dosificador abajo
P22	C normal	T22	Inicio
P23	Final de carrera	T23	Fin
P24	Enciende banda	T24	Dosificador arriba
P25	Disponibilidad	T25	No
		T26	Si
		T27	Espera

Fuente: Elaboración propia

4.16 Simulación de la banda transportadora

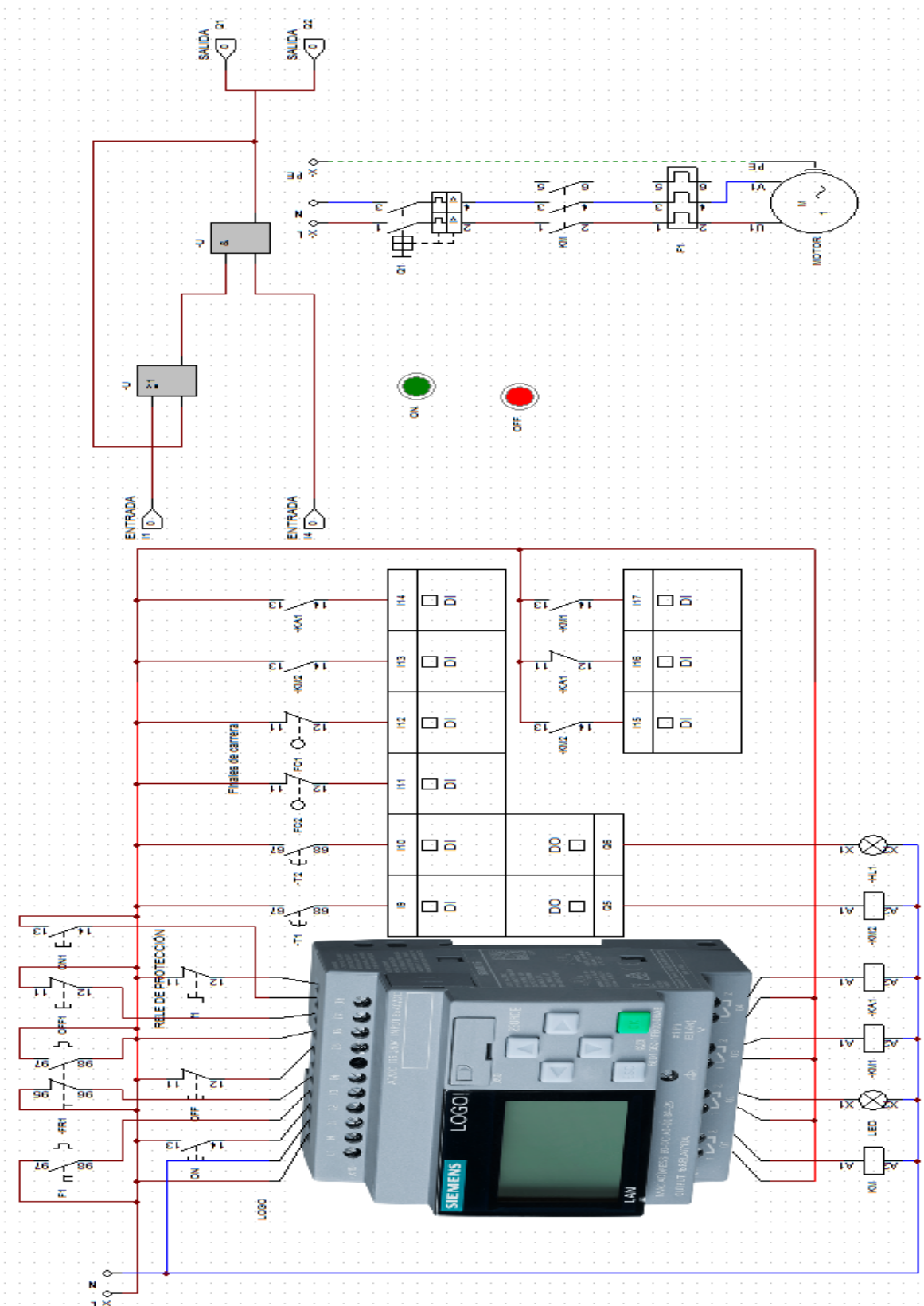


Figura 4.20. Simulación de la banda transportadora
 Fuente: Elaboración propia

4.17 Simulación del actuador eléctrico

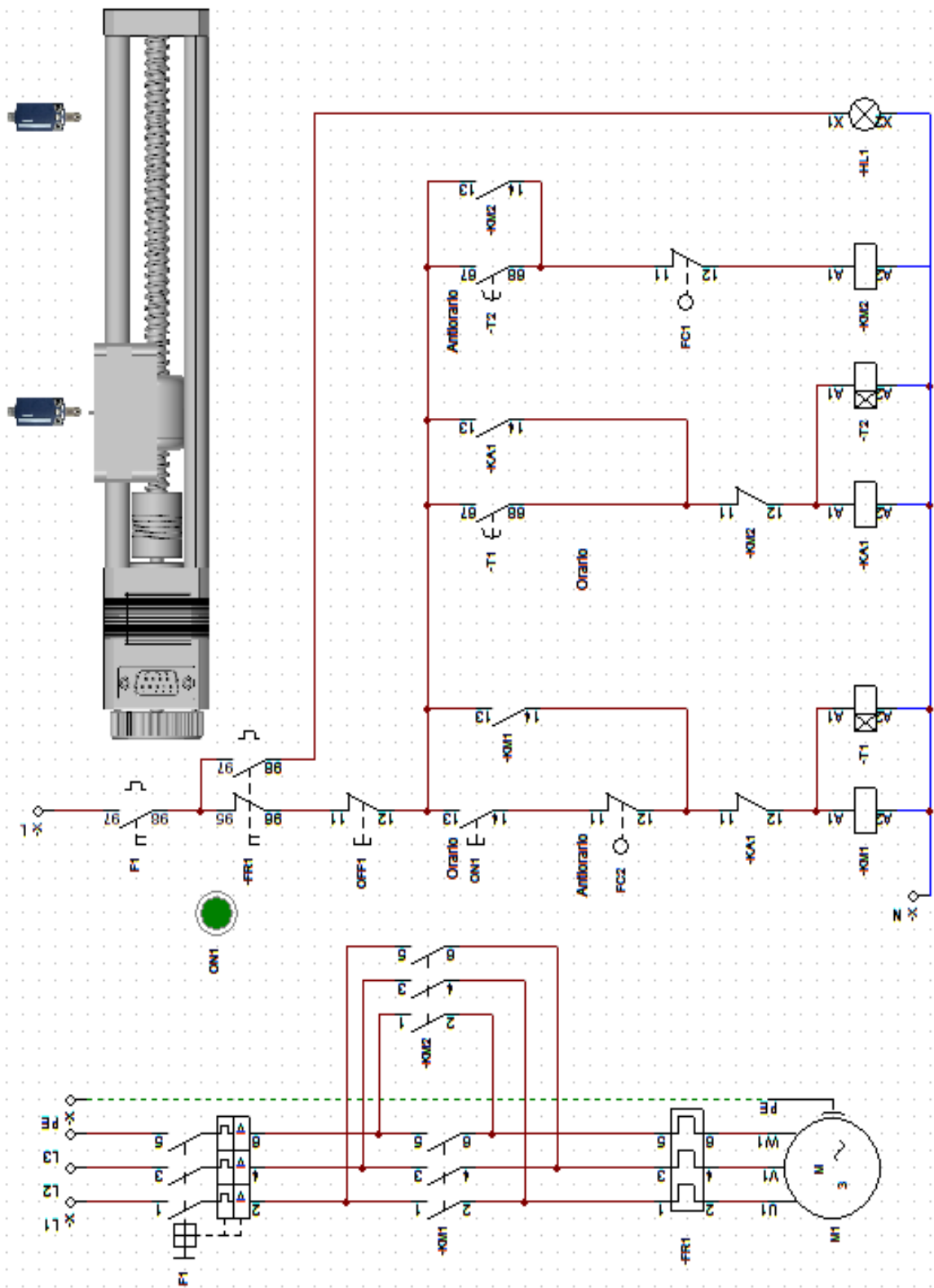


Figura 4.21. Simulación del actuador eléctrico

Fuente: Elaboración propia

4.18 Análisis de la propuesta

Tabla 4.13
Análisis de la propuesta

Situación Actual	Situación Futura
Número de empleados: 2	Número de empleados: 1
Litros/hora: 120 litros	Litros/hora: 609 litros
Costo anual/persona: \$ 4728	Costo anual/persona: \$ 4728
Costo total anual: \$ 9456	Costo total anual: \$ 4728
Máxima producción anual (8H*12D*12M): 276480	Máxima producción anual (8H*12D*12M): 701568

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.14
Porcentaje de incremento y ahorro anual

Porcentaje de incremento de la producción	153,75%
Ahorro anual del costo de la mano de obra	50%
Ahorro anual	\$ 4728

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Para mejorar el proceso de envasado de los fertilizantes líquidos se debe realizar una inversión para adquirir nuevos equipos que permitan ser más competitivos, reducir costos. Para el análisis técnico económico se lo realizara por medio del valor actual neto y tasa interna de retorno, con estas dos herramientas se determina si la propuesta resulta factible para invertir o no.

A continuación, en la tabla 5.1 se presenta la inversión total:

Tabla 5.1
Inversión

Inversión	Cantidad	Precio
Bomba Milroyal B	1	\$ 2.240,00
Micro Automata Siemens LOGO! 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0	1	\$ 114,85

Siemens LOGO! 8 DM16 230R - 6ED1055-1FB10-0BA2	1	\$ 100,16
Rodillos	21	\$ 420,00
Motorreductor 6IK180GU-CF + 6GU175RC	1	\$ 158,35
Banda	1	\$ 105,00
Sensor de nivel Ultrasonico UC2000- 30GM-2EP-IO-V15	1	\$ 132,00
Sensores de Proximidad fotoeléctrico detección directa OBD1100-2EP-IO-IR	4	\$ 384,52
Variador de frecuencia	1	\$ 89,99
Mesa de altura regulable	1	\$ 300,00
Luz de advertencia estroboscópica TB35 N-3071	14	\$ 6,52
Interruptor	1	\$ 4,45
Actuador lineal	1	\$ 109,00
Total		\$ 4 164,84

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla 5.2 se observa los precios de los envases que adquiere la empresa:

Tabla 5.2

Precio de envases vacíos

	Cantidad	Precio	Total
Envase de 1	351003	\$ 0,19	\$ 66.691
Envase de 5	41493	\$ 0,60	\$ 24.896
Envase de 20	7155	\$ 2,98	\$ 21.322
Total			\$ 112.908

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.3, 5.4, 5.5 se muestra los ingresos anuales y el ingreso total por las ventas de sus productos en envases de 1,5,20 litros:

Tabla 5.3

Ingresos por los envases de 1 litro

Ingresos (Envases de 1 litro)		
Ventas Anuales	Precio de venta	Total
351003	\$ 25,50	\$ 8.950.577

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.4

Ingresos por los envases de 5 litros

Ingresos (Envases de 5 litros)		
Ventas Anuales	Precio de venta	Total
41493	\$ 124,50	\$ 5.165.897

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.5
Ingresos por los envases de 20 litros

Ingresos (Envases de 20 litros)		
Ventas Anuales	Precio de venta	Total
7155	\$ 504	\$ 3.606.120

Fuente: Elaboración propia

Ingreso Total	\$ 17.722.575
----------------------	----------------------

En la tabla 5.6 y 5.7 se observa los egresos que tiene la empresa:

Tabla 5.6
Costo variable

Costo Variable		
Materia prima	Insumo	Total CV
\$ 9.126.000	\$ 113.040	\$ 9.239.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.7
Costo fijo

Costo Fijo		
Mano de obra directa	Energía	Total CF
\$ 4.728	\$ 3.060	\$ 7.788

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla 5.8 se muestra la utilidad bruta, esta se la obtuvo restando el ingreso total con los egresos, para determinar el flujo neto de caja se resta la utilidad bruta, el 25% del impuesto a la renta y el 15% de las utilidades que son repartidas entre sus trabajadores:

Tabla 5.8

Utilidad Bruta	\$ 8.475.747,00
Impuesto 25%	\$ 2.118.936,75
P.T.U 15%	\$ 1.271.362,05
Total de impuesto	\$ 3.390.298,80
Flujo neto de caja	\$ 5.085.448,20

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 5.9 se presenta el flujo neto de caja el cual sirve para calcular el VAN Y TIR:

Tabla 5.9
Flujo neto de caja

FLUJO NETO DE CAJA	
INVERSIÓN	- 4164,84
AÑO 1	5085448,20
AÑO 2	5085448,20
AÑO 3	5085448,20

Fuente: Elaboración propia

5.1 Valor actual neto (VAN)

$$\text{VAN} = \left[\frac{FNC1}{(1+i)} + \frac{FNC2}{(1+i)^2} + \frac{FNC3}{(1+i)^3} \right] - \text{inversión}$$

$$\text{VAN} = \left[\frac{5085448,20}{(1+0,15)} + \frac{5085448,20}{(1+0,15)^2} + \frac{5085448,20}{(1+0,15)^3} \right] - 4164,84$$

$$\text{VAN} = \$ 11 607 058,22$$

El resultado obtenido del VAN de \$ 11 607 058,22 lo cual significa claramente que los ingresos y la inversión que realiza la empresa para mejorar su proceso de envasado genera ganancias.

5.2 Tasa interna de retorno (TIR)

$$\text{VAN} = \left[\frac{FNC1}{(1+TIR)} + \frac{FNC2}{(1+TIR)^2} + \frac{FNC3}{(1+TIR)^3} \right] - \text{inversión}$$

$$0 = \left[\frac{5085448,20}{(1+TIR)} + \frac{5085448,20}{(1+TIR)^2} + \frac{5085448,20}{(1+TIR)^3} \right] - 4164,84$$

Probamos con i = 10 %

$$0 = \left[\frac{5085448,20}{(1+0,10)} + \frac{5085448,20}{(1+0,10)^2} + \frac{5085448,20}{(1+0,10)^3} \right] - 4164,84$$

12646756,98 - 4164,84 = 12642592,14 **Precio demasiado alto**

Probamos con i = 20 %

$$0 = \left[\frac{5085448,20}{(1+0,20)} + \frac{5085448,20}{(1+0,20)^2} + \frac{5085448,20}{(1+0,20)^3} \right] - 4164,84$$

10712402,46 - 4164,84 = 10708237,62 **Precio demasiado bajo**

Tabla 5.10

		10%	12646756,98		
10%	X	IRR	- 4164,84	12642592,14	1934354,52
		20%	10712402,46		

X 12642592,14
0,10 1934354,52

$$X = \frac{(0,10 * 12642592,14)}{1934354,52} = 0,6536 * 100\% = 65,36\%$$

Esta propuesta tiene un TIR de 65,36% lo cual indica que la empresa obtendrá ganancias, es decir que no tendrá pérdidas.

CONCLUSIONES

Al determinar el principal problema de la empresa en el proceso de envasado, se procedió a analizar cada una de las actividades que se realizan en dicho proceso, se identificó que los trabajadores ejecutan sus actividades en posiciones incómodas afectando su salud, existe desperdicio de tiempo y pérdidas económicas a la empresa.

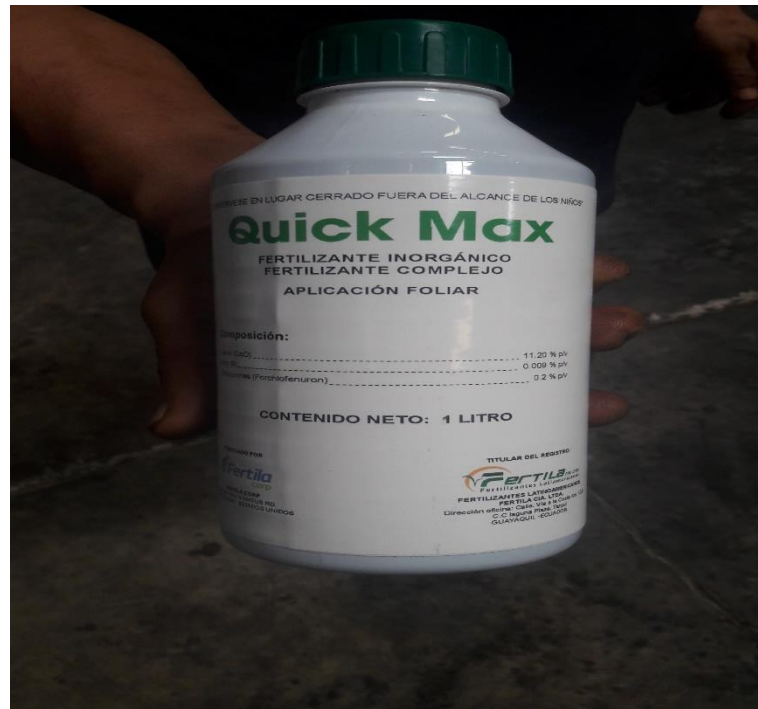
En este proyecto tecnológico se presenta la propuesta de implementar nuevas máquinas a su proceso de envasado como una bomba dosificadora, banda transportadora, un micro autómatas, sensores, variador de velocidad entre otros. Al semiautomatizar el proceso de envasado se logra obtener una capacidad de dosificado de 609 litro/hora superando al envasado manual que tiene una capacidad de 120 litros/hora, incrementan su producción en un 153,75%, se ahorran anualmente \$ 4728 respecto a la mano de obra.

Antes de ejecutar cualquier propuesta es importante realizar un análisis técnico económico, para este proyecto se utilizó dos herramientas que son el VAN y TIR las cuales dieron un resultado favorable, es decir que al aplicar esta propuesta en la empresa van a obtener ganancias.

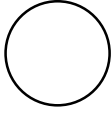
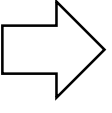
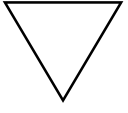
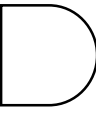

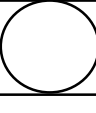
RECOMENDACIONES

- Se recomienda que apliquen esta propuesta en la empresa ya que está comprobado por medio de cálculos matemáticos que es factible, por lo tanto, va a generar ganancias.
- Deben de capacitar a todos los trabajadores de la empresa respecto a temas sobre seguridad dependiendo de la actividad que estos realicen, se observó que al momento de realizar el dosificado de los productos en los envases no utilizaban los equipos de protección personal, esto puede provocar que al manipular el producto químico se intoxiquen ya sea que el producto le salpique en una herida que tenga, consuma un alimento sin lavarse adecuadamente las manos o por medio del olor.
- Deben de garantizar siempre que las actividades que realicen sus trabajadores las hagan en una postura cómoda para evitar futuros problemas en la salud de sus trabajadores, como dolores de espalda, cuello, entre otras.
- Deben analizar constantemente las actividades que no generan valor a la empresa con el objetivo de eliminarlas ya que estas generan costos innecesarios.
- Para ser competitivos en el mercado tienen que analizar a su competencia, implementar estrategias tanto de mejoras como para dar a conocer el producto.

ANEXOS

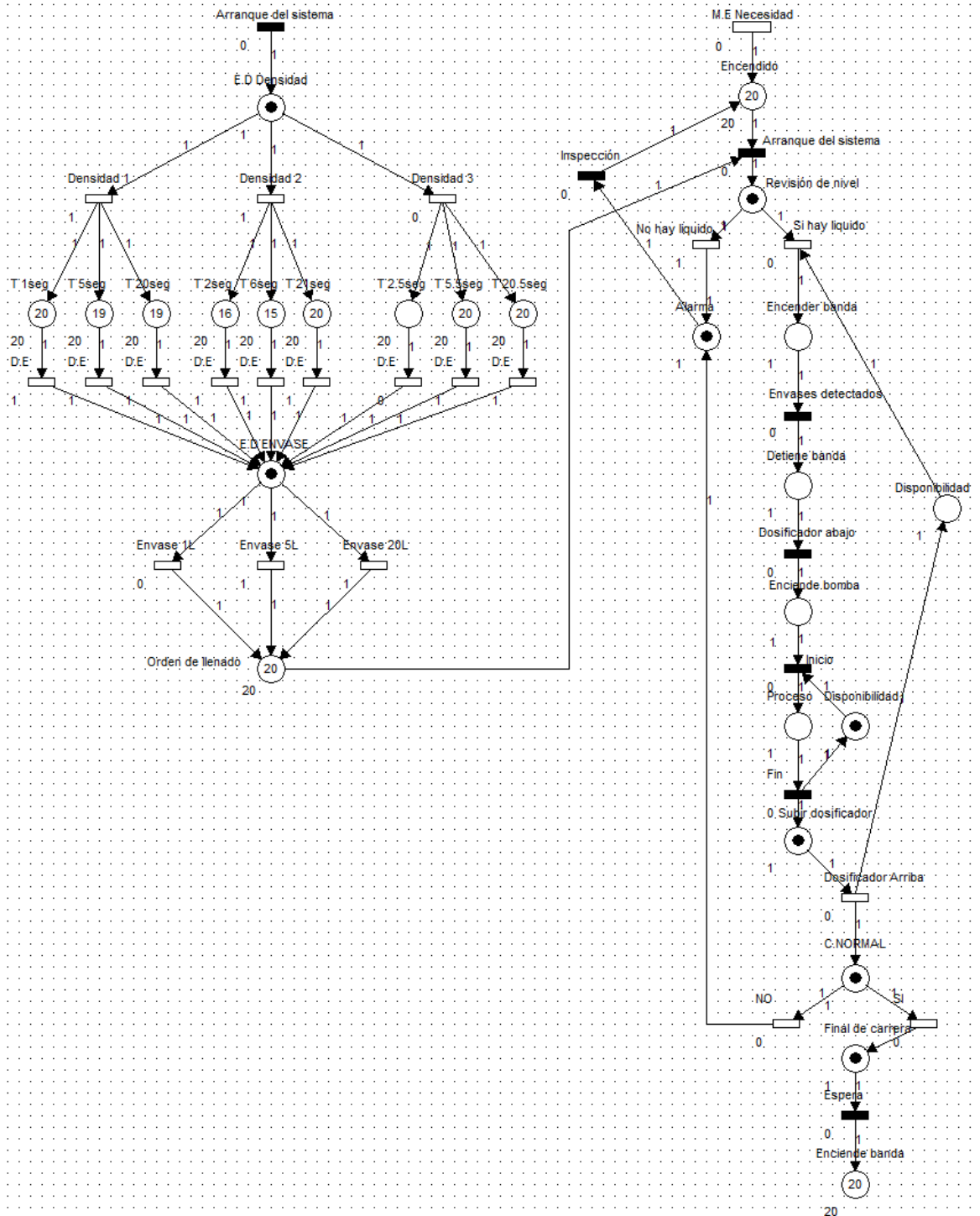


Simbología para diagrama de flujo

	Operación
	Transporte
	Almacenamiento
	Retrasos
	Inspección
	Inspección en conjunto con una Operación

Fuente: (Niegel & Freivalds, 2009)

Red de Petri



Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Loyola Betancourt, M. F., Chávez Terrones, B. O., & Julca Verástegui, L. (2015). *Automatización del sistema de dosificación del líquido de gobierno en la producción de conservas para empresas agroindustriales para reducir tiempos de llenado y pérdidas en el proceso*. Trujillo, Perú : Universidad Nacional de Trujillo.
- AICROV SMART FILLING*. Obtenido de Máquina llenadora de líquidos automática para el llenado ponderal: <https://www.aicrov.com/our-products/drum-lling-of-liquid-products/127-serie-sp/365-modelo-sp2-cc-cl-ex>
- AICROV SMART FILLING*. Obtenido de Equipo semiautomático de la serie PLUG & FILL para el llenado ponderal: <https://www.aicrov.com/maquinas-y-sistemas/sistemas-de-llenado/plug-fill/sp-1>
- AICROV SMART FILLING*. Obtenido de Máquina totalmente automática para el llenado ponderal y en línea de garrafas, botes y bidones: <https://www.aicrov.com/maquinas-y-sistemas/sistemas-de-llenado/advanced/el2-e>
- AliExpress*. Obtenido de Luz de advertencia estroboscópica TB35 N-3071 12 V 24 V 220 V luz indicadora LED lámpara pequeña luz intermitente de seguridad alarma IP44: https://es.aliexpress.com/item/32817428754.html?ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_7_10065_10130_10068_10547_319_10891_317_10548_10545_10696_453_10084_454_10083_10618_10307_10821_10301_537_536_10059_10884_10887_321_322_10103,searchweb201603_53,ppcSwi
- AliExpress*. Obtenido de Interruptor de 660 V 20A 4 posiciones 2 polos Selector giratorio Universal interruptor de cambio de leva: https://es.aliexpress.com/item/32898579578.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.76d73f28UugQgH&algo_pvid=1d1b23da-799e-48b4-b442-37a609204b0d&algo_expid=1d1b23da-799e-48b4-b442-37a609204b0d-3&btid=f9061590-e3df-493a-bde4-77eab85dc5a5&ws_ab_test=searchweb0_0,se
- Amazon*. Obtenido de Motor reductor de imán permanente, engranaje de metal ajustable de alta torsión Motorreductores con reductor de velocidad de 24 V 60 W(50 rpm): https://www.amazon.es/dp/B07XL58KWR/ref=sspa_dk_detail_2?psc=1&pd_rd_i=B07XL58KWR&pd_rd_w=AZs5d&pf_rd_p=f0815c89-d195-4bd5-89fe-99dc61984993&pd_rd_wg=nLEso&pf_rd_r=78ZX2Z5EDBWM3DJPSF3K&pd_rd_r=bb96a72b-24b4-4a78-9d96-1ef61ea98004&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlm
- Automation24*. Obtenido de Siemens LOGO! 8 DM16 230R - 6ED1055-1FB10-0BA2: <https://www.automation24.biz/siemens-logo-8-dm16-230r-6ed1055-1fb10-0ba2>
- Ballou, R. (2004). *Logística Administracion De La Cadena De Suministro*. México: Pearson Prentice Hall.
- Beltran Sánchez, J. A., & Cepeda Sánchez, J. L. (2008). *Automatización de una máquina dosificadora para dosis pequeñas de líquidos en la empresa Fuller Pinto*. Bogotá: Universidad de San Buenaventura.

- Beltrán Sánchez, J. Á., & Cepeda Sánchez, J. L. (2008). *Automatización de una máquina dosificadora para dosis pequeñas de líquidos en la empresa Fuller Pinto*. Bogotá: Universidad de San Buenaventura.
- Córdoba Nieto, E. (2006). Manufactura y automatización. *Ingeniería e Investigación*, 26(3), 120-128.
- Cruz Navarrete, H., Campoverde Williams, E., & Parra, P. (2010). *Diseño e Implementación de una máquina flexible para envasado de líquidos*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.
- Electrónica embajadores*. Obtenido de Actuador Lineal 12V - 200MM: <https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/MMAC200/motores-servomotores/actuadores-lineales/actuador-lineal-12v-200mm>
- Fernández Quesada , I., & De La Fuente García , D. (2005). *Distribución en planta*. España: Univerdidad de Oviedo .
- Gómez Ipiales, L. E. (2014). *Estudio de un sistema de dosificado para sólidos aplicable en la elaboración de tabletas de chocolate y su incidencia en la producción de la empresa de chocolates Doña Olguita en la parroquia de Huachi Chico*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- González Filgueira, G., & Vidal Feal, C. (2006). Algoritmo para Sistemas de Automatización de Llenado, Mezclado y Envasado de Líquidos . *SAAEI '06*, pp. 1046-1050.
- Grup MCR. (29 de Julio de 2016). Obtenido de Ventajas y desventajas de la automatización industrial: <https://www.mcr.es/ventajas-y-desventajas-de-la-automatizacion-industrial/>
- ISOTools*. (15 de Mayo de 2014). Obtenido de Cuáles son los objetivos de la automatización de los sistemas HSEQ: <https://www.isotools.pe/cuales-son-los-objetivos-de-la-automatizacion-de-los-sistemas-hseq/>
- Jácome Briones, G. A., Solís Rivera, P. J., & Lima C., B. (2013). *Automatización de dosificadora de químicos N2 aplicado a la empresa Dupocsa*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana Sede - Guayaquil.
- Medina Lescano , G. F. (2017). *Desarrollo de una máquina envasadora y tapadora de yogurt para la fábrica de lácteos San Francisco*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Mora Barón, A., Tobar López, J., & Soto Mejía, J. (agosto de 2012). Comparación y análisis de algunos sistemas de control de la producción tipo "pull", mediante simulación. *Scientia Et Technica*, XVII(51), 100-106. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84923910015.pdf>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño de trabajo*. México: Mc Graw Hill.

- Pere Ponsa, A., & Ramón Vilanova, A. (2005). *Automatización de procesos mediante la gía GEMMA*. Catalunya Barcelona: Edicions UPC.
- Pérez López, E. (2015). PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN INDUSTRIA MANUFACTURERA DE PRODUCTOS DE HIGIENE PERSONAL EN COSTA RICA. *Revista de las Sedes Regionales*, XVI(34), 1-20.
- PROMATIC. Recuperado el 02 de Agosto de 2019, de Migración y repotenciación de equipos: <https://www.promatic.com.ec/servicios.html#aumoti>
- Recuero, A., & Alvarez, M. (1997). Aplicaciones de las redes de Petri en la construcción. *Informes de la Construcción*, 48(447), 15-23.
- Sistema Empujar, Jalar e inventarios. (2012). *Uveg*, 5.
- Tectosa , R. (6 de Julio de 2011). *Quiminet*. Obtenido de Máquina envasadora: <https://www.quiminet.com/articulos/los-diferentes-tipos-de-ensadoras-verticales-62789.htm>
- Vallejo, B., & Vallejo, S. (2005). Aspectos generales de la automatización. *Revista colombiana de ciencias químico farmacéuticas*, 35(1), 47-63.
- Vargas Cumbal, W. V., & Fuentes, A. (2013). *Automatización de una máquina dosificadora de líquidos Groninger DFV- 6001*. Ibarra: Universidad técnica del norte.
- Vega de la Cruz, L. O., Lao León, Y. O., & Pérez Pravia, M. (2016). Redes de Petri en la determinación de puntos críticos para el control interno. *Universidad y Sociedad*, 8(4), 219-226.
- Vilaboia B., J. (2004). Gestión de la automatización de plantas industriales en Chile. *Resvista Facultad De Ingeniería*, Vol. 12(Nº 1), pp. 33-41.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Peruana de Ciencias
Aplicadas

Trabajo del estudiante

1%

2

studylib.es

Fuente de Internet

1%

3

www.dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

4

www.theibfr.com

Fuente de Internet

<1%

5

www.biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 20 words

Excluir bibliografía

Apagado



REGISTRO DE ACOMPAÑAMIENTOS

Inicio: 28-11-2018 Fin 31-10-2019

FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Línea de Investigación: DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TEMA: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DE FERTILIZANTES LÍQUIDOS

ACOMPAÑANTE: CESAR SANCHEZ EUGENIO DE DIOS

DATOS DEL ESTUDIANTE			
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	CÉDULA	CARRERA
1	CAGUANA VILLA RONALD ALEXANDER	062908099	INGENIERÍA INDUSTRIAL
2	GONZALEZ SALAZAR ANGELO WAN	0642120648	INGENIERÍA INDUSTRIAL

Nº	FECHA	HORA	Nº HORAS	DETALLE
1	19-05-2019	Inicio: 16:30 p.m. Fin: 17:30 p.m.	1	SE ANALIZARON LAS POSIBILIDADES Y SE DECIDIERON HACER EL TRABAJO EN PLANTA DE QUIMICOS SE ESTA RECOLECTANDO LA INFORMACION. SE HARÁ UNA VISITA A LA PLANTA LA PROXIMA SEMANA
2	25-05-2019	Inicio: 09:55 a.m. Fin: 10:55 a.m.	1	NO SE PUDO VISITAR LA PLANTA PORQUE NO SE LOGRO CONTACTAR CON EL PERSONAL RESPONSABLE, PERO SE REALIZO LA GESTION NUEVAMENTE Y SE LOGRO ESTABLECER CONTACTO POR LO QUE SE PREPARO UN BANDO DE PREGUNTAS PARA LA VISITA EN EL DIA DE HOY POR LOS ESTUDIANTES
3	06-07-2019	Inicio: 07:30 a.m. Fin: 10:30 a.m.	3	VISITA A LA PLANTA FITOSAN DONDE SE RECORRió LA PLANTA Y SE TOMARON FOTOS DE LA MAQUINA, VINCULADA CON EL TRABAJO DE DIPLOMA
4	12-07-2019	Inicio: 16:30 p.m. Fin: 17:30 p.m.	1	SE REALIZÓ EL ANÁLISIS DE LA PLANTA Y SOBRE LA FORMA DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA LUBRICADA
5	10-07-2019	Inicio: 16:30 p.m. Fin: 17:30 p.m.	1	SE REALIZARON BÚSQUEDAS EN INTERNET DE BOMBAS DOSIFICADORAS. EL DÍA OMINTE VISITÓ LA PLANTA PARA ANALIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA, SE PRESENTARON ALGUNAS VARIANTES DE DOSIFICADORAS
6	23-08-2019	Inicio: 16:30 p.m. Fin: 17:30 p.m.	1	SE TRABAJA EN LA BÚSQUEDA DE DISPENSADORES PARA LA PROPUESTA DE DOSIFICACIÓN
7	26-07-2019	Inicio: 16:30 p.m. Fin: 18:30 p.m.	1	REVISIÓN DE LA BÚSQUEDA Y ORGANIZACIÓN DE LOS TEMAS DE LA TESIS
8	30-07-2019	Inicio: 09:30 a.m. Fin: 10:30 a.m.	2	ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS DE DOSIFICADORES Y DISPENSADORES
9	06-08-2019	Inicio: 09:45 a.m. Fin: 10:45 a.m.	2	ANÁLISIS DE PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y COMPARACIÓN CON LA MÁQUINA ACTUAL, REVISIÓN DE CAPÍTULOS
10	09-08-2019	Inicio: 16:42 p.m. Fin: 17:42 p.m.	1	REVISIÓN DE LA REDACCIÓN DE LOS CAPÍTULOS REALIZADOS
11	13-08-2019	Inicio: 08:14 a.m. Fin: 09:14 a.m.	1	SE REALIZÓ LA PROPUESTA DE UNA BANDA TRANSPORTADORA, CON UNA BOMBA DOSIFICADORA GRUND Y LA UTILIZACIÓN DE UN MICRO PLC LOGO PARA CONTROLAR TODO EL SE VA A BUSCAR EL SIMULADOR DEL LOGO CAD E SIMU-V3.0 Y AUTODAD PARA LA REPRESENTACIÓN DEL PROCESO
12	23-08-2019	Inicio: 11:01 a.m. Fin: 13:01 p.m.	2	ATENCIÓN A LOS ESTUDIANTES DE TESIS, REVISIÓN DE LA PROPUESTA DE LA MESA DOSIFICADORA, EXPLICACIÓN SOBRE LOS PROGRAMAS DE SIMULACIÓN CON EL MICRO PLC LOGO Y ANÁLISIS Y REVISIÓN DE LOS CAPÍTULOS ESCRITOS

VISIÓN

Se una universidad de ciencia e investigación

MISIÓN

La UNEM forma profesionales competentes con actitud proactiva y valores éticos, desarrolla investigación científica y ofrece servicios que respondan al sector público, contribuyendo al desarrollo de la sociedad



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO



Elisav

ELISAV SANCHEZ EUGENIO DE DIOS
PROFESORA

[Firma]

BUCHELI CARPIO LLIBANER
DIRECTORA

[Firma]

CASIMIRO VILLA RIZOALDO ALEXANDER
ESTUDIANTE

[Firma]

GONZALEZ SALAZAR ANDRÉS FERNANDEZ
ESTUDIANTE

VISIÓN

Ser una universidad de excelencia e innovación.

MISIÓN

La UNEMI forma profesionales competentes con
ética profesional y valores éticos, desarrolla
investigación científica y ofrece servicios que
responden al sector externo, contribuyendo al
desarrollo de la sociedad.