



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE LLENADO DE
BOTELLAS PARA LA EMPRESA SPRING WATER.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de
Ingeniero Electromecánico

Autores:

Llanqui Gavilanes Byron Leonardo

Pallo Macias Ricardo Xavier

Tutor:

MSc. Johnatan Israel Corrales Bonilla

LA MANÁ-ECUADOR

AGOSTO-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Llanqui Gavilanes Byron Leonardo y Pallo Macias Ricardo Xavier, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: Implementación de un sistema automático de llenado de botellas para la empresa Spring Water, siendo el MSc. CORRALES BONILLA JOHNATAN ISRAEL, tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presentetrabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Llanqui Gavilanes Byron Leonardo
CI: 055044611-6



Pallo Macias Ricardo Xavier
CI: 125052303-0

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE LLENADO DE BOTELLAS PARA LA EMPRESA SPRING WATER de Llanqui Gavilanes Byron Leonardo y Pallo Macias Ricardo Xavier de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, marzo de 2022



MSc. Corrales Bonilla Johnathan Israel
C.I: 0503145518
TUTOR


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto los postulantes Llanqui Gavilanes Byron Leonardo y Pallo Macias Ricardo Xavier con el título de proyecto de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE LLENADO DE BOTELLAS PARA LA EMPRESA SPRING WATER, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

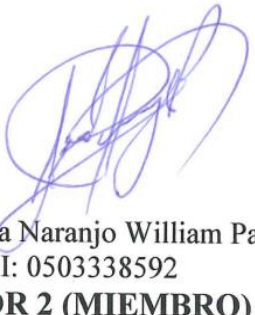
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2022

Para constancia firman:



MSc. Vásquez Carrera Paco Jovanni
CI: 0501758767
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



MSc. Pazuña Naranjo William Paul
CI: 0503338592
LECTOR 2 (MIEMBRO)



MSc. José Williams Morales Cevallos
CI: 0502675424
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, al Ingeniero Jonathan Corrales que nos ayudó en la elaboración del proyecto de titulación, a mis padres y hermanos por el apoyo constante que me dieron durante este proceso de aprendizaje universitario.

Byron Llanqui

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento profundo a DIOS creador del universo, a mis padres Miguel P. y Lorena M. por ser guía de apoyo durante toda mi vida, a mi esposa Angélica E. por brindarme su amor incondicional en mis días grises y de felicidad, a mis hermanas quienes con su apoyo de hermandad supieron apoyarme moralmente en todo este proceso. Al Excelentísimo MSc. Johnatan Corrales docente responsable durante mi proceso de titulación así mismo al MSc. William H, MSc. Paco V, MSC. Jose M, MSc. William P, y a mis compañeros y la ves hermanos de diferente apellido y sangre Diego V, Byron L. y Jhon M. por demostrarme su apoyo incondicional y no desmayar en las circunstancias que se nos atravesaron en el camino, mi gratitud a todos Ustedes.

Ricardo Pallo

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mis padres por haberme ayudado en el proceso de preparación universitaria desde la niñez hasta estos días por enseñarme siempre que las cosas con un poco de dedicación y esfuerzo se puede llegar a conseguir siempre teniendo en cuenta los valores y principios enseñados en casa, y a mis hermanos por el apoyo incondicional y cariño que han tenido conmigo.

Byron Llanqui

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi esposa, quien con su apoyo incondicional hemos formado un gran equipo para poder construir metas y cumplirlas.

A mis padres por ser esos pilares muy fundamentales dentro de mi vida personal, quienes con su esfuerzo y dedicación me han apoyado en cada paso que doy.

También a mis hermanas, por quienes he aprendido a apreciar lo valioso que es la familia y las bases importantes de superación para poder cumplir objetivos.

Ricardo Pallo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE LLENADO DE BOTELLAS PARA LA EMPRESA SPRING WATER

Autores:

Llanqui Gavilanes Byron Leonardo

Pallo Macias Ricardo Xavier

RESUMEN

La empresa Spring Water tiene como actividad principal la industrialización del embotellado de agua, este segmento del mercado ha incrementado su demanda cada año, sin embargo la baja calidad y reacción a los requerimientos del cliente por parte de las industrias, están frenando el crecimiento, por tal razón esta empresa con el objetivo de ser competitivo en el mercado, detecta la necesidad de modernizar sus procesos de fabricación, enfocados en la mejora de calidad y de incremento de volumen de producción. Este proyecto nace para dar solución a la problemática presentada con la implementación de un sistema automatizado del proceso de embotellado de agua, donde con la investigación técnica y demográfica se diseñará un sistema electromecánico, que permita alcanzar los resultados requeridos.

La implantación del sistema automático, permite a los operadores tecnificarse, reducir esfuerzos innecesarios, bajar tiempos de fabricación, disminuir costos, controlar las cantidades de llenado, garantizando al cliente calidad en el producto final.

Palabras clave: agua embotellada, automatización, control automático.

ABSTRACT

The company Spring Water has as its main activity the industrialization of bottled water, this market segment has increased its demand every year, however, the low quality and reaction to customer requirements by the industries are slowing growth, for this reason, this company to be competitive in the market detects the need to modernize its manufacturing processes, focused on improving quality and increasing production volume. This project was born to solve the problems presented with the implementation of an automated system for the water bottling process, where with the technical and demographic research, an electromechanical system will be designed to achieve the required results.

The implementation of the automatic system allows the operators to become more technified, reduce unnecessary efforts, reduce manufacturing times, reduce costs, control the filling quantities, and guarantee the quality of the final product to the client.

Keywords: bottled water, automation, automatic control

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
4.1. Beneficiarios Directos del proyecto	5
4.2. Beneficiarios Indirectos del proyecto	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
5.1. Planteamiento del problema	6
5.2. Preguntas de investigación	6
5.3. Delimitación del problema	6
5.3.1. Delimitación espacial	6
6. OBJETIVOS.....	7
6.1. Objetivo General	7
6.2. Objetivos específicos.....	7
7. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
8.1. Consumo de Agua	9
8.2. Agua embotellada.....	10
8.3. Proceso de producción.....	11
8.3.1. Filtro Ciclón.....	11
8.3.2. Filtro Sedimentos.....	11

8.3.3.	Filtro de Carbón Activado	12
8.3.4.	Desinfección Ultravioleta	12
8.3.5.	Desinfección Ozono	12
8.3.6.	Limpieza de recipientes	13
8.3.7.	Embotellado.....	13
8.4.	Máquina de Llenado	13
8.4.1.	Tipos de Maquinas de llenado	13
8.4.1.1.	Llenadora Lineal.....	14
8.4.1.2.	Partes de la llenadora lineal	15
8.4.1.3.	Llenadora Rotativa	16
8.5.	Automatización de procesos	17
8.5.1.	Tipos de control automático	18
8.5.1.1.	Control Discreto	18
8.5.1.2.	Control Análogo	18
8.5.2.	Sensores Eléctricos	19
8.5.2.1.	Sensores capacitivos.....	19
8.5.2.2.	Sensores fotoeléctricos	19
8.6.	Luces piloto.....	20
8.7.	Temporizador	21
8.8.	Sistemas neumáticos	22
8.9.	Circuitos neumáticos.....	22
8.9.1.	Compresor	22
8.9.2.	Actuadores neumáticos de doble efecto	23
8.10.	Electroválvula.....	23
8.10.1.	Electroválvula 5/2.....	24
8.11.	Solenoide	24
8.12.	Alarma de llenado.....	25
8.13.	Diseño de embotelladora	25
8.13.1.	Tanque de depósito de agua purificada	25
8.13.1.1.	Cálculo de espesor de lámina de tanque depósito de agua purificada.....	25
8.13.1.2.	Manifold de llenado.....	26
9.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
9.1.	Metodologías de investigación.....	27
9.1.1.	Investigación cualitativa.....	27

9.1.2.	Investigación Cuantitativa	28
9.1.3.	Métodos de investigación	28
9.1.4.	Hipótesis del proyecto	29
9.1.5.	Preguntas científicas	29
9.2.	Plan de recolección de la información.....	29
9.3.	Plan de procesamiento de la información.....	30
9.4.	Selección de alternativas de diseño	31
9.4.1.	Automatización de embotellado de agua.....	31
9.4.2.	Procesos de construcción.....	32
9.4.3.	Corte de chapa metálica.....	32
9.4.3.1.	Corte por Laser	32
9.4.3.2.	Corte por plasma.....	32
9.4.3.3.	Oxicorte	32
9.4.3.4.	Cizallamiento.....	33
9.4.4.	Selección de corte.....	33
9.4.5.	Suelda de acero AISI 304	33
9.4.5.1.	Proceso de soldadura TIG.....	33
9.4.5.2.	Proceso de soldadura SMAW	34
9.4.5.3.	Proceso de soldadura MIG	34
9.4.6.	Selección de proceso de soldadura	35
9.4.7.	Selección de material de aporte	35
9.5.	Diseño.....	36
9.5.1.	Especificaciones	37
9.5.1.1.	Tanque de depósito de agua purificada	37
9.5.2.	Cálculos de espesor de placa de tanque	38
9.5.3.	Cálculos de Velocidad de llenado.....	38
9.5.3.1.	Estructura soporte	39
9.5.3.2.	Análisis de resistencia de estructura.....	39
9.5.3.3.	Cilindro neumático	41
9.5.3.4.	Electroválvula	41
9.5.3.5.	Válvula 5/2	41
9.5.3.6.	Luces piloto	41
9.5.3.7.	Contactador	41
9.5.3.8.	Interruptor M	41

9.5.3.9. Cilindro doble efecto	41
9.5.3.10. Compresor Selección del compresor.....	42
9.5.3.11. Línea de aire.....	43
9.5.3.12. Tablero de control.....	43
9.6. Ensamble.....	44
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
10.1. Implementación del sistema de llenado de agua en la empresa.....	45
10.2. Medición de tiempo de ciclo de llenado	45
10.3. Medición de consumo de carga eléctrica	46
10.4. Ventajas de la implementación	48
11. PRESUPIESTO DEL PROYECTO	49
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
12.1. Conclusiones.....	50
12.2. Recomendaciones	51
13. REFERENCIAS	52
14. ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de control de embotellado de agua	11
Figura 2. Purificación de agua	12
Figura 3. Diagrama de proceso de producción embotellada.....	13
Figura 4. Tipos de llenadoras	14
Figura 5. Llenadora Lineal	15
Figura 6. Partes de llenadoras de líquido.....	16
Figura 7. Llenadora rotatoria	16
Figura 8. Modelo estructural de un sistema automatizado	17
Figura 9. Modelo de sistema de control	18
Figura 10. Sensores de presión	19
Figura 11. Característica de sensor fotoeléctrico.....	20
Figura 12. Luz piloto verde	20
Figura 13. Luz piloto naranja	21
Figura 14. Temporizador eléctrico	21
Figura 15. Compresor.....	22
Figura 16. Cilindros de Doble Efecto	23
Figura 17. Electroválvula Neumática	23
Figura 18. Electroválvula 5/2	24
Figura 19. Válvula solenoide.....	24
Figura 20. Ubicación de la Envasadora Spring Water.....	27
Figura 21. Diagrama de proceso de información.....	30
Figura 22. Proceso TIG	33
Figura 23. Proceso SMAW.....	34
Figura 24. Proceso MIG	35
Figura 25. Diagrama de Schaefer	36
Figura 26. Diseño de Embotelladora	36
Figura 27. Tanque depósito de agua purificada.....	37
Figura 28. Tensión de Von Mises.....	39
Figura 29. Factor de seguridad	40
Figura 30. Tablero de control	44
Figura 31. Tiempos de llenado	45
Figura 32. Sistema de llenado automático en la empresa SPRING WATER	56

Figura 33. Sistema eléctrico para el llenado de botellas.....	56
Figura 34. Sistemas electromecánicos integrados en la embotelladora de agua.....	57
Figura 35. Cilindros de doble efecto.....	57
Figura 36. Instalación del sistema eléctrico.....	58
Figura 37. Pruebas del funcionamiento de la máquina.....	58
Figura 38. Funcionamiento de la máquina	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nomina Spring Water.....	5
Tabla 2. Habitantes del cantón Pujilí.....	5
Tabla 3. Sistema de tareas y actividades en relación a los objetivos planteados.....	8
Tabla 4. Criterios de evaluación.....	31
Tabla 5. Evaluación de alternativas.....	31
Tabla 6. Resumen de análisis de resistencia.....	40
Tabla 7. Tipos de compresores.....	42
Tabla 8. Parámetros de compresor.....	42
Tabla 9. Producción de llenado según el volumen de los embaces.....	43
Tabla 10. Consumo del compresor.....	43
Tabla 11. Datos de tiempo de llenado.....	45
Tabla 12. Consumo de energía eléctrica.....	46
Tabla 13. Consumo de la máquina.....	47
Tabla 14. Costo del consumo total.....	48
Tabla 15. Ventajas de implementación del sistema automático de llenado.....	48
Tabla 16. Presupuesto para el desarrollo de la máquina.....	49

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Implementación de un sistema automático de llenado de botellas para la empresa SpringWater.

Fecha de inicio:

Mayo del 2022

Fecha de finalización:

Agosto del 2022

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Unidad académica que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social

Equipo de trabajo:**Tutor del Proyecto:**

MSc. Johnatan Israel Corrales Bonilla

Postulante:

Byron Leonardo Llanqui Gavilanes
Ricardo Xavier Pallo Macias

Área de conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos

Núcleo Disciplinar:

Depende del tema – Rediseño
Conversión de Energía
Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación
Control y Automatización

2. INTRODUCCIÓN

El agua es definida como un recurso natural renovable, es un elemento vital para todo ser viviente, los seres humanos lo consumen en diversas formas, en la actualidad tanto para hidratación o como ingrediente de comidas, se consume agua envasada. En el mundo el consumo de agua embotellada tiene una tasa al alza del 12% cada año (Qhizhpe, 2019).

En los centros urbanos el agua se distribuye por tubería, en un sistema centralizado, sin embargo, el usuario no se siente garantizado en cuanto a la potabilidad, siendo este un factor que potencia el consumo masivo de agua embotellada y el aumento de ventas del mismo (Da Cruz, 2006).

Las dificultades que se presentaron en la distribución de agua potable en la mayoría de ciudades de Ecuador, genero un crecimiento exponencial en el comercio del agua embotellada, con un gran atractivo para los productores como lo es el bajo costo de la materia prima, provocando una ola de nuevos emprendedores en este sector, con diversidad de marcas, las presentaciones del producto que tiene más demanda son las de envases de 500cc y bidones 5 galones. La rápida expansión de este negocio en el país, origino gran cantidad de informalismo, y la ausencia de marcas con registro sanitario y que cumplan con las regulaciones sanitarias mínimas, como consecuencia los consumidores han presentado reclamos por problemas de salud al consumir este producto, ante esto las autoridades empiezan a ejercer mayo controles en la aprobación y de permisos de funcionamiento de etas plantas de embotellado. (Lavayen, 2011).

En Ecuador el ente que regula y controla el agua embotellada y sus plantas de industrialización es la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARSA), se registra alrededor de 175 plantas de embotelladoras en el país, según datos (ARSA, 2019).

El proceso de embotellado consta como primer paso obtener la materia prima o agua de la red pública, la que es almacenada, y sigue un tratamiento de purificación, pasando por una serie de filtros como el Filtro de Arena, en los que se detiene sólidos en suspensión, para pasar al Filtro de Carbón activado, con la finalidad de eliminar olores y sabores de la componentes orgánicos, también es necesario conducir al líquido por los Filtros Pulidores, en donde se retiene cualquier partícula de carbón presente en el agua, el siguiente paso es con Luz Ultravioleta se inhibe la reproducción de bacterias, que pudieron quedar de los pasos anteriores, obteniendo agua a un 99% pura, finalmente se aplica una fuente de Ozono, para impedir la formación de microorganismos y mantener el estado de pureza, se lo realiza en un tanque mezclador donde

se inyecta O3. Finalmente, el agua tratada es embotellada, en el proceso denominado llenado, donde ingresan los recipientes limpios y estériles, se procede al llenado de los envases y por último se procede a cerrado y sellado (Lavayen, 2011).

El constante crecimiento de esta industria implica que los procesos sean cada vez más productivos y modernos, una de los caminos es la automatización de procesos, así lo afirma (Soler, 2019) diciendo que la automatización industrial se refiere a la aplicación de tecnologías para tener el control de sus parámetros y poder monitorearlos, programando para que operen automáticamente con la menor intervención de la mano humana en el proceso.

Este proyecto se enfoca en la implementación de la automatización del proceso de embotellado de la empresa Spring Water, motivado por los antecedentes mencionados y por la necesidad que presenta la empresa en el progreso, eficiencia y competitividad en el mercado. Dicho sistema facilitara las operaciones, permitiendo que el líquido se llene en tiempos determinados según su volumen, evitando así pérdidas y ayuda a cumplir con los estándares de calidad que debe tener el agua embotellada cumpliendo con las demandas de los clientes.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Una de las empresas embotelladoras del sector de la PYMES es Spring Water, su dirección a expresado su necesidad de crecimiento y de competitividad, en la actualidad en sus procesos de producción aún se tiene máquinas manuales, y ante el requerimiento del mercado de mayor producción, se plantea el proyecto de la implementación de la automatización del proceso de embotellado.

La automatización de un proceso industrial presenta ventajas tales como incremento de la productividad, reducción de tiempos de producción, flexibilidad de la maquinaria, garantiza la calidad del producto y optimiza materia prima (Aguilar, 2017).

Con el avance de la tecnología y el conocimiento técnico en cuanto a mecánica y electrónica, herramientas que permiten un trabajo de automatización en plantas industriales, alcanzando resultados que impactan directamente en la calidad, incremento de demanda, y la tecnificación del beneficiario (Collay & Luzuriaga, 2017).

Con el uso de controladores electrónicos y cambios de sistemas mecánicos, es posible la modernización y automatización del proceso de embotellado de la empresa de caso de estudio a la cual los estudiantes de la carrera de electromecánica están capacitados y formados para realizar el proyecto.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos del proyecto

Dentro de dichos beneficiarios del proyecto se encuentra el personal de la empresa Spring wáter, ubicada en el cantón Pujilí- Cotopaxi

Tabla 1. Nomina Spring Water

Hombres	Mujeres	Total
3	4	7

Fuente: Llanqui B, Pallo. R.,

4.2. Beneficiarios Indirectos del proyecto

Son los pobladores del cantón de Pujilí- Cotopaxi

Tabla 2. Habitantes del cantón Pujilí

Hombres	Mujeres	Total
36.319	32.736	69.055

Fuente: INEC 2020

En la presente tabla, se evidencia que hay un total de 69.055 beneficiarios indirectos del proyecto, que comprende a la población del cantón de Pujilí.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Planteamiento del problema

El consumo de agua embotellada a nivel mundial tiene tasa del 12% cada año, por su parte Ecuador el consumo de agua embotellada es del 22% en los hogares, cifra que año va creciendo, sin embargo, uno de los factores que lo detiene es la falta de calidad de gran parte de las industrias que lo producen desde la información de etiquetado, como fecha de caducidad, registro sanitario, lote, son parámetros que no dan la entera confianza (Molina, Pozo, & Serrano, 2018)

La empresa Spring Water, es una embotelladora del cantón Pujilí, dentro de sus procesos a un tiene sistemas manuales de producción. Ante el incremento de la demanda del mercado, se ve en la necesidad de cumplir con este requerimiento, mediante la automatización de sus procesos de producción como el embotellado en específico, y con esta estrategia mejorar la calidad, establecer cantidades estándar y reducir costos de producción. Con la automatización de estos procesos se pretende modernizar la planta, tecnificar a los operadores, garantizar la calidad del producto, alcanzar volúmenes de producción con mayor rentabilidad, para poder competir dentro del segmento de mercado de bebidas.

5.2. Preguntas de investigación

¿Cuáles son las formas de producción de la empresa Spring Water, en base al embotellamiento de agua?

5.3. Delimitación del problema

5.3.1. Delimitación espacial

El presente proyecto será realizado y desarrollado en el cantón Pujilí, de la provincia de Cotopaxi, el cual será implementado en la planta purificadora y embotelladora Spring Water ubicada en el cantón.

5.3.2. Delimitación temporal

La investigación y desarrollo del proyecto se efectuará en el periodo de abril- agosto del 2022

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Implementar un sistema automático de llenado de botellas en la empresa Spring Water, para la disminución de los tiempos del proceso y la reducción de costos de producción.

6.2. Objetivos específicos

- Recopilar información sobre el proceso de automatización de embotellado de agua que facilite la selección de criterios para el diseño de la máquina.
- Diseñar un sistema de llenado de botellas para tres boquillas mediante control por tiempo, que reemplace el sistema manual existente.
- Instalar el sistema de llenado de botellas automático en la planta procesadora de agua.
- Verificar el funcionamiento del sistema automático mediante los resultados obtenidos.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Tabla 3. Sistema de tareas y actividades en relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividades	Resultados	Descripción
Recopilar indagación bibliográfica sobre el proceso de automatización de embotellado de agua que facilite la selección de criterios para el diseño de la máquina.	Revisión bibliográfica sobre los procesos de automatización para máquinas embotelladoras de agua	Definir las características y factores de calidad que tiene que tener el embotellado y las velocidades del proceso.	Se lo realizará con búsqueda de información en artículos científicos, proyectos de grado y posgrado, revisiones sistemáticas y libros, con el fin de seleccionar el
Diseñar un sistema de llenado de botellas para tres boquillas mediante control por tiempo, que remplace el sistema manual existente.	Selección de los parámetros de diseño. Diseño de máquina junto a sus sistemas de automatización.	Precisar las dimensiones, componentes y estructura de cada sistema. Diseño de la máquina, mediante planos.	Guiarse en las recomendaciones de la información como: planes de funcionamiento, revistas técnicas, artículos, entre otros, con temas similares al sistema automatizado en desarrollo. Cálculos correspondientes a los componentes de la máquina. Software para diseño
Instalar el sistema de llenado de botellas automático en la planta procesadora de agua.	Ensamblaje del sistema de llenado, con cada uno de sus componentes.	Prototipo de la máquina embotelladora de agua	Corriente, materia prima, botellas y manual de funcionamiento.
Verificar el funcionamiento del sistema semiautomático mediante los resultados obtenidos.	Puesta en marcha de la embotelladora.	Verificar el funcionamiento del sistema semiautomático mediante los resultados obtenidos.	Puesta en marcha de la embotelladora.

Fuente: Llanqui B, Pallo. R.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Consumo de Agua

La calidad y la disponibilidad del agua, es un tema que cada vez va tomando mayor fuerza a nivel mundial, debido a que ya existen países con crisis de suministro de agua hacia sus habitantes, pues han experimentado agotamiento del recurso y contaminación superficial y subterránea, se espera que estos problemas se agraven y generen conflictos mayores, debido al incremento de población, la contaminación ambiental y efectos del calentamiento global (Gössling, 2006).

Las grandes organizaciones mundiales de comercio y finanzas, promueven al agua como una mercancía digna, frente a las demandas sociales de considerarla como un Derecho Humano, sin embargo, se abre cada vez más el camino de la primera idea, dando paso a la industrialización y comercialización del agua embotellada (Velásquez & Dinarés, 2011).

En Ecuador el consumo de agua potable por muchos años fue lo más común, en la actualidad este consumo va disminuyendo por una parte asociada a la calidad que presenta el agua de suministro público, y va en aumento el consumo de agua embotellada, en estudios realizados se confirma que el 63 % califica al agua potable de calidad regular, y solo el 37% afirma tener una calidad buena, mostrando una tendencia grande al disgusto de la calidad del agua potable (Arellano & Lindao, 2019).

Es factible y prudente analizar la relación de consumo de agua embotellada y el consumo de agua potable, en el primer caso los consumidores están relacionadas a las ciudades grandes, más a las clases económicas de mayor capacidad, mientras que la segunda se da más en ciudades pequeñas, a pesar de que no confían plenamente, sin embargo, su capacidad económica les obliga a inclinarse por el de menor costo. La calidad del agua potable y el consumo de botellones de agua tienen una correlación lineal perfecta (Arellano & Lindao, 2019).

En un proyecto de dosificación de líquido de una embotelladora, (Loyola & Chavez, 2015), proceso manual anterior, son que las pérdidas de líquido se reducen en 33% y los tiempos de llenado también disminuyeron.

8.2. Agua embotellada

El agua embotellada en los últimos 30 años ha pasado hacer uno de los productos que más dinero mueve en el mundo, tan solo después del petróleo y el café, así lo afirma el autor Herráiz (2006).

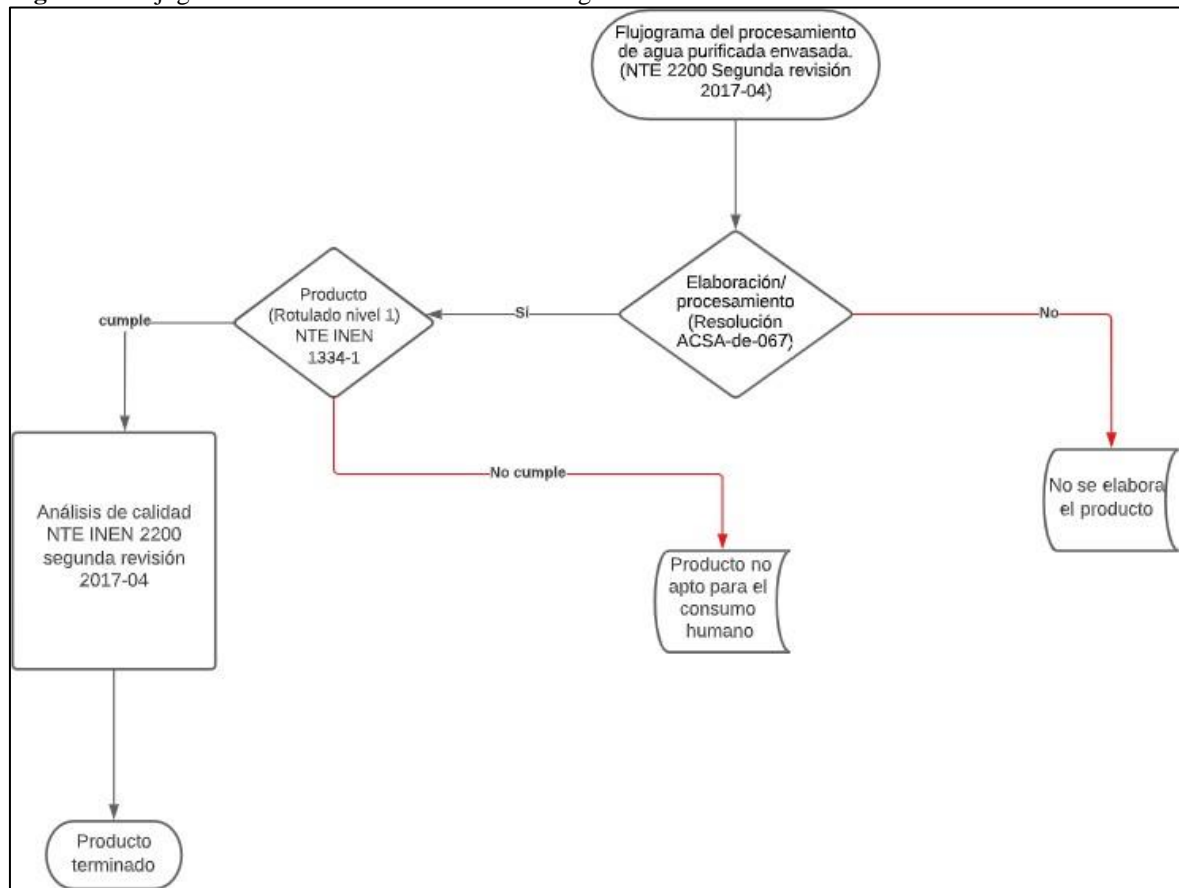
Las ventas de agua embotellada crecen sin parar en el mundo, referenciando a inicios del siglo en tres años se vendió el doble en millones de dólares, productos que las grandes y tradicionales empresas ya lo tienen en su gama de ofertas, como son Nestlé, Coca Cola, entre otras, las que han industrializado con su valor agregado característico, el uno enfocado en la salud y el otro en imagen y sabor (Clarke & Barlow, 2004).

El origen de este tipo de agua, inicia desde los manantiales, pozos, suministro público, las cuales son tratadas y luego envasadas en botellas o bidones de plástico, es un elemento indispensable en los hogares de todo el mundo, y preferido siempre que garantice la calidad del producto

Para el procesamiento del agua embotellada, el líquido es tomado de la red pública, y pasada por procesos industriales de filtraciones progresivas y desinfectadas con luz ultravioleta y ozono, hasta que quede lista para el consumo humano (Mendoza, 2012).

Para la elaboración del agua embotellada, se sigue regulaciones y normativas, en primera instancia la norma NTE INEN 2200 de agua purificada, envasada y requisitos, también la RESOLUCIÓN ARCSA-DE-067-2015-GGG, son parte del primer control, donde se debe cumplir los requisitos enunciados por estas normas para la producción del producto. También se tiene que cumplir requisitos de etiquetado, haciendo referencia a la norma NTE INEN 1334-

1 cuarta Edición 2014-02 Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano. Además, es requisito que se permita la auditoria del ARCSA, para análisis físico químicos y microbiológicos y así el producto pueda estar apto para la venta y consumo humano (García & al, 2020).

Figura 1. Flujograma de control de embotellado de agua

Fuente: (García & al, 2020)

8.3. Proceso de producción

En la producción industrializada del embotellamiento de agua, se sigue los siguientes pasos para obtener el producto final.

8.3.1. Filtro Ciclón

Este es el primer paso en la producción de agua embotellada, se toma el agua del suministro y se pasa por filtros ciclón, donde se separa sólidos como arenillas, al tener una carcasa transparente se puede verificar el flujo y proceso, la capacidad del elemento filtrante o malla es de 150 micras (Hoffman & Stein, 2002).

8.3.2. Filtro Sedimentos

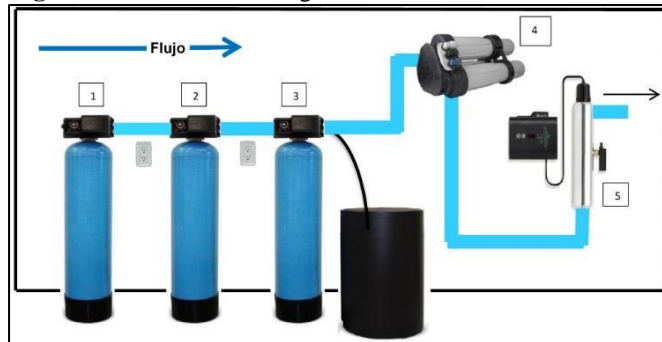
En este paso el líquido pasa por dos etapas de filtrado. El uno por elementos filtrantes de capacidad de retención hasta 30 micras, de material poliéster laminado, donde se retiene sedimentos, y el otro filtro con doble capa de material de filamentos de polipropileno, con

capacidad de retención de 5 micras (Quintero , Agudelo, & et al, 2010).

8.3.3. Filtro de Carbón Activado

El flujo de agua tratada, pasa por un cilindro de carbono con estructura microporosa, de área extensa, para mayor retención, siendo posible capturar moléculas de las sustancias disueltas en el líquido, de esta forma se eliminan sustancias orgánicas disueltas en el agua que provocan malos olores, y colores, además de sustancias derivadas del petróleo, herbicidas y orgánicos clorados. La capacidad de retención en esta etapa es de 0,5 micras (Mendoza, 2012).

Figura 2. Purificación de agua



Fuente: (Movergy, 2021)

8.3.4. Desinfección Ultravioleta

Finalizado los procesos de filtración, pasamos a la desinfección del producto, con un método de aplicación de luz ultravioleta, el cual toma contacto con los microorganismos, penetrando su membrana y destruyendo el ácido nucleico (DNA), parte genético de todo organismo vivo, de esta forma se alcanza la esterilización del 99,9 % de bacterias y virus patógenos, garantizando que la producción de agua sea enteramente estéril (Rossel, Rossel, Ferro, Ferro, & Zapana, 2020).

8.3.5. Desinfección Ozono

El último proceso de tratamiento del agua, es la desinfección por el proceso de Ozono, consiste en la aplicación de un generador de ozono (O₃), directamente al producto y a las zonas aledañas a la de producción. Gracias a sus propiedades antisépticas que lo convierten en útil para la desinfección de agua (Martínez, 2019).

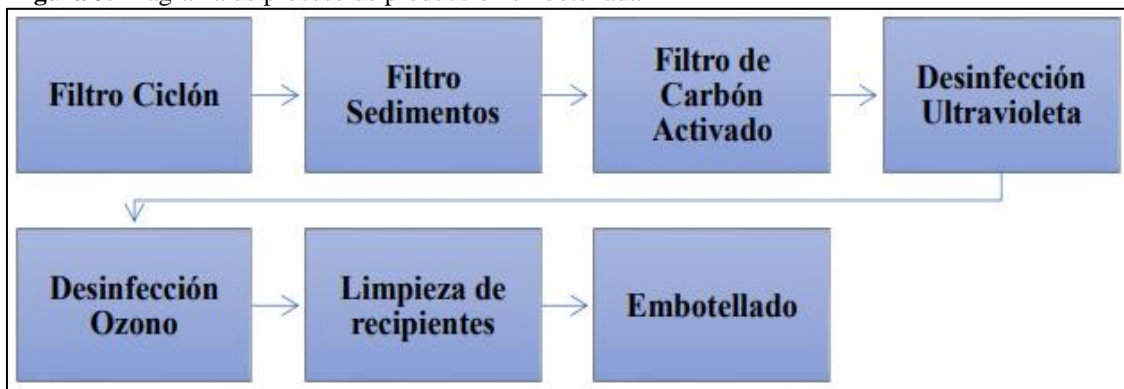
8.3.6. Limpieza de recipientes

Los recipientes tanto bidones como botellas son limpiados mediante un procedimiento de desengrasado con sustancias biodegradables y lavado con detergentes y soluciones cloradas, para garantizar en todo momento la sanidad en el producto. Para terminar un enjuague con agua purificada (Paredes & Yáñez, 2021).

8.3.7. Embotellado

Con todos los materiales listos tratados y desinfectados se procede al embotellamiento, donde por medio de tuberías y flujo a presión determinada se llena los recipientes en volúmenes requeridos, finalmente se sella los recipientes con proceso en caliente (Cando & Guerra, 2019).

Figura 3. Diagrama de proceso de producción embotellada



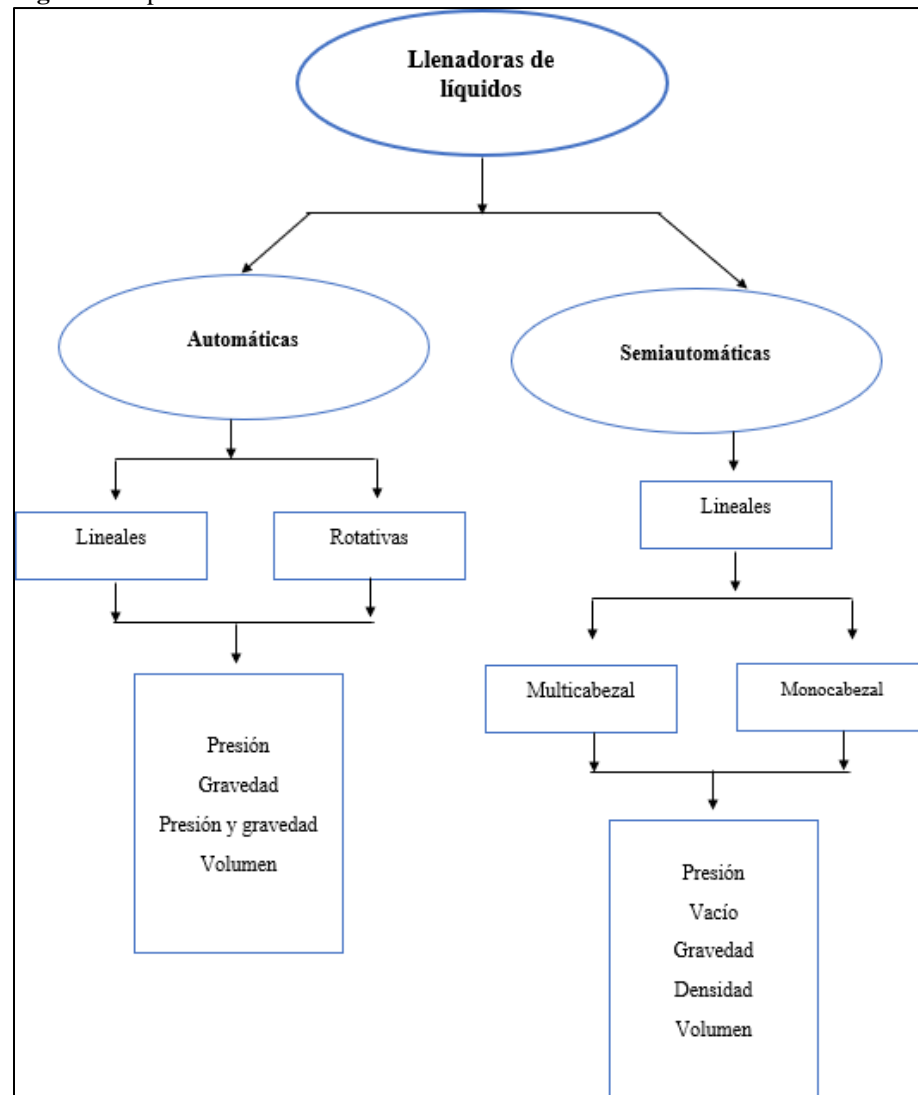
Fuente: Llanqui B, Pallo. R

8.4. Máquina de Llenado

Toda máquina de llenado se define como aquella que su función es introducir un producto dentro de un envase, sean estos líquidos, sólidos y gaseosos, nos centramos en la llenadora de líquidos, la cual se clasifica en llenadoras semiautomáticas y automáticas (Lavayen, 2011)

8.4.1. Tipos de Maquinas de llenado

Dentro de los dos grandes grupos de la clasificación sigue tipos de máquinas como se ve en el esquema de la figura siguiente:

Figura 4. Tipos de llenadoras

Fuente: (Lavayen, 2011).

8.4.1.1. Llenadora Lineal

Las llenadoras lineales, pueden ser automáticas y semiautomáticas, la primera son las que están completamente automatizadas, es decir ni influye la mano del hombre para manipular el proceso de producción.

Se caracterizan por que el llenado se lo realiza con la ayuda un transportador de posición y un bloque de válvulas llenadoras, el accionamiento de las válvulas puede ser manual en el caso de la semiautomática, y de accionamiento electroneumático en sistemas automáticos. Estos pueden ser de dos tipos, monocabezal y multicabezal, el mono cabezal está compuesta por una sola válvula y el multicabezal compuesta por más de una válvula de llenado de líquido en los envases (Vacas & Figueroa, 2021).

Según el tipo de producto las llenadoras lineales pueden ser de presión, vacío, gravedad, densidad y volumen.

Figura 5. Llenadora Lineal

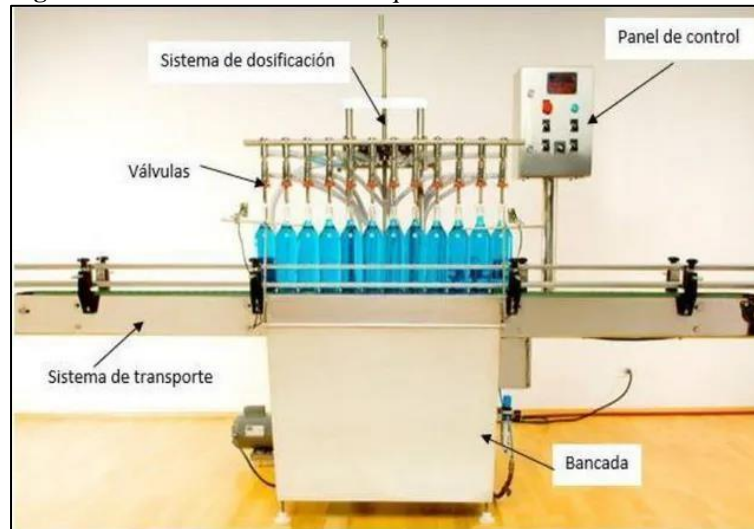


Fuente: (Comaq, 2017)

8.4.1.2. Partes de la llenadora lineal

Las llenadoras lineales según (Toapanta, 2015) se componen de las siguientes partes:

- a) Sistemas de dosificación, es donde se almacena el agua tratada, y lista para su envase, pueden ser tanques de alimentación por gravedad o por sistemas de bombeo.
- b) Cabezal de válvulas, son las válvulas que permiten el paso del líquido que se va a depositar en el envase, su control puede ser manual o automático
- c) Panel de control, donde se encuentran los circuitos eléctricos para el control del sistema de llenado.
- d) Bancada, es la estructura de la máquina, y soporta mecánicamente a todo el sistema de llenado.
- e) Sistema de posicionamiento, es donde se posiciona los recipientes a ser llenados, son manuales, semiautomáticos y automáticos.

Figura 6. Partes de llenadoras de líquido

Fuente: (Toapanta, 2015).

8.4.1.3. Llenadora Rotativa

El sistema que aplica para el llenado de líquido es de tipo carrusel, donde involucra al bloque de válvulas y sistema de posicionamiento, los cuales se sincronizan junto con el tanque de almacenamiento de agua tratada para ejecutar la operación, por lo general este tipo de máquinas son automáticas, y pueden ser llenadoras por gravedad, presión y gravedad y por volumen (Campoverde, 2010).

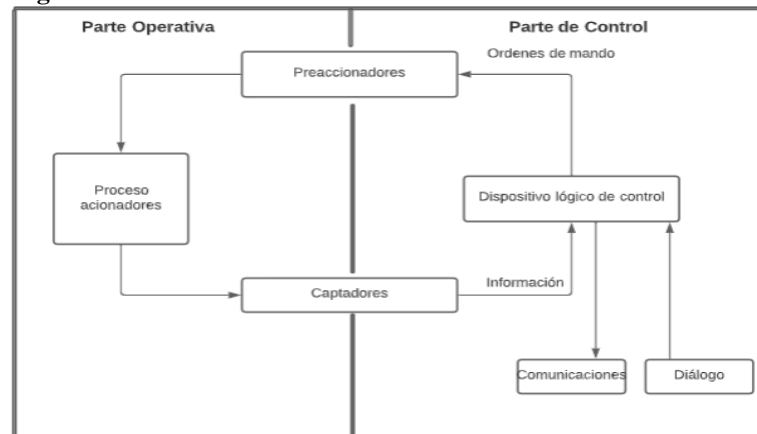
Figura 7. Llenadora rotatoria

Fuente: (Especialities INC. Maquinaria, 2020)

8.5. Automatización de procesos

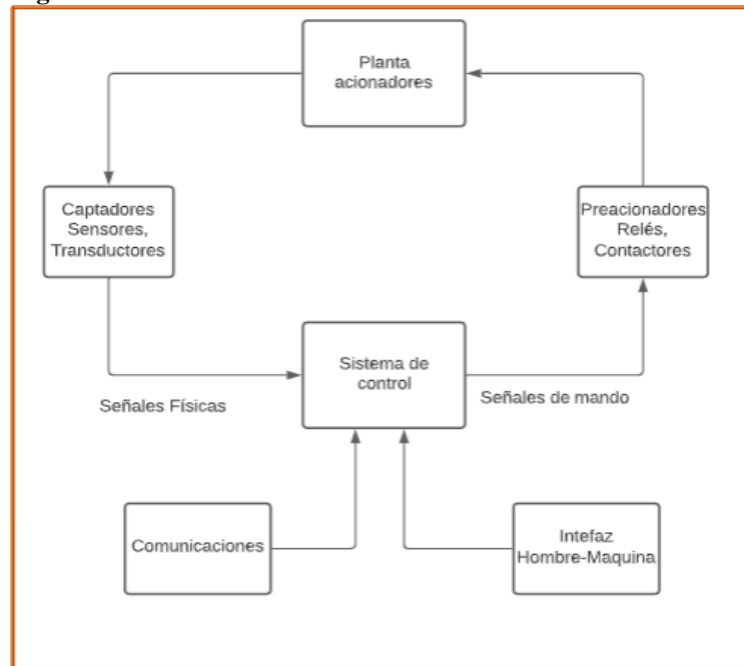
La automatización se define como una ciencia y técnica, que agrupa un conjunto de disciplinas teóricas y tecnológicas que intervienen en el diseño, construcción y aplicación de los sistemas automáticos, tiene una relación estrecha entre las matemáticas, estadísticas, informática e ingeniería. Por su estructura se clasifica en dos partes la operativa y la de control, la primera formada por un conjunto de dispositivos, maquinas, sistemas diseñados para cumplir una determinada función, que aporta con el producto final fabricado, y la segunda el control o mando que independiente del sistema se encarga de realizar las coordinaciones de las operaciones de la parte operativa (Moreno, 2001).

Figura 8. Modelo estructural de un sistema automatizado



Fuente: (Moreno, 2001)

El control de procesos industriales tiene una variedad de componentes y tecnologías, y son aplicables a sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos, entre otros, integra elementos capaces de coordinar funciones entre sí. Según la tecnología de los sistemas de control estos pueden ser de Lógica cableada y Lógica programada (Aguilar, 2017).

Figura 9. Modelo de sistema de control

Fuente: (Aguilar ,2017)

8.5.1. Tipos de control automático

El control automático se clasifica en: Discreto y sistemas de control análogos,

8.5.1.1. Control Discreto

El control discreto en plantas industriales, está relacionado con una secuencia, que tiene una lógica booleana de respuestas, en la que un evento es función de los resultados de las actividades precedentes, las entradas son: contactores, relees, pulsadores de arranque y parada, reset, conmutadores, interruptores de nivel, flujo, temperatura, presión, alarmas. Las salidas son: contactores de motores, contactores de accionamiento de carga y equipos eléctricos.

Es necesario de un conmutador que cambie a manual, para manejar acciones inesperadas o problemas presentados, sin poner en riesgo la operación integral del proceso productivo (Luque, 2015).

8.5.1.2. Control Análogo

En los procesos productivos este control toma las señales análogas, se asigna al transmisor como un lazo que recepción las señales de corriente eléctrica proveniente de un sensor análogo, que indica el valor medido, la convierte en una señal estándar y la envía hacia el controlador, y como salida entrega una señal estándar de control hacia el actuador (Giraldo &

Giraldo, 2009).

8.5.2. Sensores Eléctricos

Los sensores eléctricos son dispositivos que transforman una variable física en una eléctrica, en forma de señal eléctrica o pulso como voltaje, corriente, y pueden censar un sin número de cantidades físicas, como temperatura, tiempo, presión, masa, entre otros.

Figura 10. Sensores de presión



Fuente: (Área tecnológica, 2019)

8.5.2.1. Sensores capacitivos

Este dispositivo está constituido por dos conductores, separados por un material dieléctrico, almacenan cargas al ser aplicado una tensión entre los dos conductores, la relación entre estas cargas y la tensión se le conoce como capacitancia, este valor depende del tipo de aislante y la distancia entre los conductores (Howard, 2019).

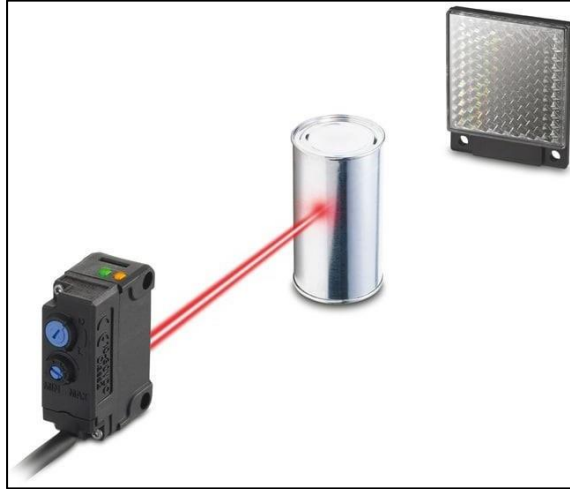
8.5.2.2. Sensores fotoeléctricos

Estos son dispositivos que pueden detectar materia, según el material, la materia refleja la luz, con, lo que se puede determinar la distancia, la aplicación es de gran importancia en la industria, como el caso de sensores inductivos, en instrumentos de medición, etc. (Sánchez, 2018) Se compone de lo siguiente:

- Adaptado de luz, este emite luz ya sea led para censar.
- Detector de luz, es un fotodiodo que recibe la luz de un emisor, y la procesa para determinar la distancia entre el cuerpo censado,
- Circuito lógico, este cumple la función de convertir la señal de luz en una señal eléctrica, y también la amplifica para que sea medida.

- Dispositivo de salida, la salida es una señal lógica de valores bajos de corriente y voltaje, esta debe ser amplificada para ser medida.

Figura 11. Característica de sensor fotoeléctrico



Fuente: (Área tecnológica, 2019)

8.6. Luces piloto

Las luces piloto son instaladas para indicar el proceso de alguna línea o tablero, indican a su vez la presencia la evidencia del contacto y la presencia de corriente de acuerdo a las funciones que implica cada proceso, es decir muestra si un motor esta energizado o des energizado (S. Electric, 2015).

- **Luz verde:** Muestra cuando se abre un contacto según la posición del componente mecánico perteneciente al sistema que se está controlando.

Figura 12. Luz piloto verde



Fuente: (Essentra Components, 2019)

- **Luz roja:** Luces que están colocadas en la fase de llegada, con una corriente de 5 -15mA y una tensión de 100-230 V.

Figura 13: Luz piloto roja

Fuente: (Essentra Components, 2019)

- **Luz naranja:** Indica si un valor se aproxima a un valor limite que aún es admisibles, seutiliza específicamente en ciclos automáticos.

Figura 13. Luz piloto naranja

Fuente: (Essentra Components, 2019)

8.7. Temporizador

Un elemento del control es el timer o temporizador, el que se lo define como un relé que controla la apertura o cierre de un circuito eléctrico, para una determinada aplicación de una maquina o sistema, como variable de control es el tiempo, es decir que controla el accionamiento de un mecanismo cada cierto tiempo, según lo programado. Su funcionamiento se da por el accionamiento de un relé que genera un campo magnético, que provee de energía y poder activar o desactivar un mecanismo (Materiales de Laboratorio, 2010).

Figura 14. Temporizador eléctrico

Fuente: (Grainger, 2019).

8.8. Sistemas neumáticos

Los sistemas neumáticos son una fuente para generar fuerza, a través de actuadores neumáticos, se lo define como una tecnología que aprovecha las propiedades del aire comprimido para transmitir energía para accionar mecanismos, al ser el aire compresible al aplicarle una fuerza, este devuelve la misma por reacción cuando se le permite generando el movimiento inducido (FESTO, 2000).

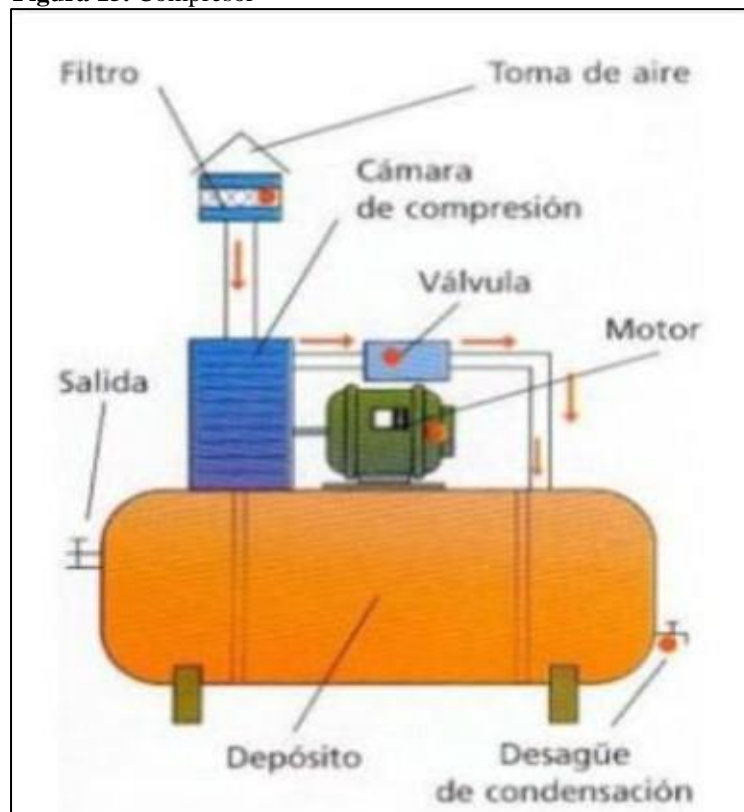
8.9. Circuitos neumáticos

Es un sistema asociado o en red, por el cual se distribuye un flujo de aire comprimido, y consta de elementos básicos, como el compresor, líneas de tubería, válvulas y actuadores.

8.9.1. Compresor

Los compresores de aire son la fuente de generación de aire comprimido, que es utilizado en los circuitos neumáticos, los que generan presión a las líneas, y permite que los actuadores trabajen y cumplan su función, transformando la energía eléctrica en energía mecánica, el compresor tiene un motor eléctrico, a través del cual la transforma en presión y lo almacena en un tanque (Luna, 2019).

Figura 15. Compresor



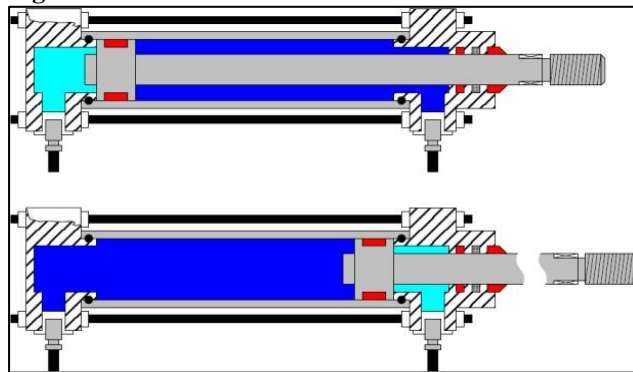
Fuente: (Escalera & Rodríguez, 2016)

8.9.2. Actuadores neumáticos de doble efecto

En la presente investigación nos enfocamos en los actuadores lineales de doble efecto, los que detallamos a continuación:

Son conocidos como cilindros de doble efecto porque realizan dos carreras la de avance y de regreso al aplicar la fuerza del aire comprimido, ya que poseen dos cámaras de aire que le permiten ejecutar estos movimientos (Escalera & Rodríguez, 2016).

Figura 16. Cilindros de Doble Efecto



Fuente: (Escalera & Rodríguez, 2016)

8.10. Electroválvula

Es un elemento básico de un circuito Neumático, se trata de una válvula con accionamiento eléctrico, y sirve para activar los actuadores neumáticos como los cilindros. Se clasifican en monoestables y biestables. La estable es la que tiene una posición de reposo estable, es decir permanece en una posición hasta que reciba otra señal de accionamiento, estas pueden ser normalmente abiertas, que es cuando en su posición estable permite pasar los fluidos hacia los actuadores, o es normalmente cerrada cuando en su posición estable no permite el paso del fluido. La biestable son las que no tienen una única posición de reposo estable (Rojas & Valencia, 2018).

Figura 17. Electroválvula Neumática



Fuente: (Escalera & Rodríguez, 2016)

8.10.1. Electroválvula 5/2

Las electroválvulas 5/2 son vía de acción indirecta. Son de tipo corredora y en vez de muelle poseen un accionamiento adicional, su funcionamiento es el de controlar el cilindro de doble efecto y las demás válvulas. El material del cuerpo es de aluminio, la corredora del embolo cuenta con la junta elastomérica blanda (Gemu, 2018).

Figura 18. Electroválvula 5/2



Fuente: (Gemu, 2018)

8.11. Solenoide

Las válvulas solenoides son dispositivos que operan eléctricamente, utilizados para el control del flujo en posición completa abierta o cerrada. Esta válvula se cierra por gravedad, acción de un resorte o por presión y es abierta por la acción de un embolo operador por el accionar magnético de una bobina energizada (Danfoss, 2015).

Figura 19. Válvula solenoide



Fuente: (Gemu, 2018)

8.12. Alarma de llenado

El sistema de alarmas se utiliza al empezar las fases de depósito en los recipientes hasta llegar al volumen necesario sin superar el nivel establecido según la cantidad del contenido, una vez llegado al límite se enciende una lámpara para detener el proceso (Tabares, Hernández, & Arbelaez, 2007).

8.13. Diseño de embotelladora

La embotelladora consta de las siguientes partes:

- Tanque depósito de agua purificada.
- Manifold de llenado
- Sistema de control

8.13.1. Tanque de depósito de agua purificada

Este tanque es el que recibe el agua tratada y purificada, por tanto, se dimensiona el volumen que el proceso lo requiere, se calcula la resistencia mecánica, con la sollicitación expuesta por proceso y siguiendo las normativas que rigen a plantas alimentarias para la selección del material.

8.13.1.1. Cálculo de espesor de lámina de tanque depósito de agua purificada

El cálculo del espesor del tanque de depósito o cámara de tostado, se lo realiza en función a su volumen y la densidad del producto. Se tiene la siguiente ecuación:

$$t_d = 4,9D_0 * (H - 0,3) * G/Sd \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

t_d = Espesor de placa

D_0 = Diámetro de cilindro

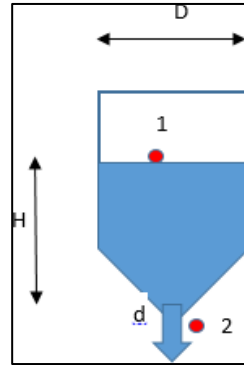
H = Longitud de cilindro

G = Gravedad específica del contenido

Sd = resistencia mecánica del material

8.13.1.2. Manifold de llenado

En el manifold se distribuye los flujos de agua para el llenado en recipientes, el dimensionamiento se sigue según las leyes de Bernoulli, con la ecuación:



$$P_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g H_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g H_2 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$Q = V * A \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

P= presión

V= Velocidad

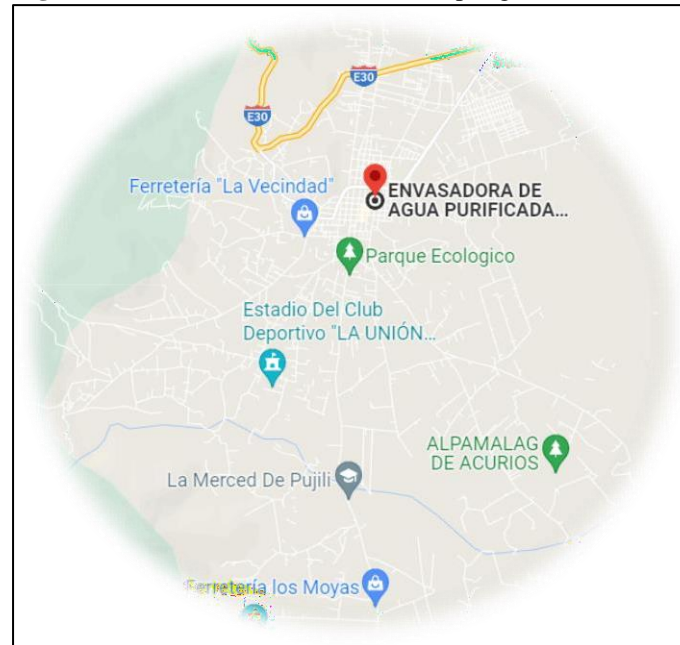
ρ = densidad

Q = Caudal

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación del presente proyecto se desarrolla en el Cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, la planta tiene un área de construcción de 400 m², distribuidos entre almacenes, oficinas y producción.

Figura 20. Ubicación de la Envasadora Spring Water



Fuente: (Google Maps)

9.1. Metodologías de investigación

En el presente proyecto de investigación se aplica una metodología mixta, de carácter cualitativo y cuantitativo.

9.1.1. Investigación cualitativa

La metodología cualitativa parte de fundamentos muy diferentes a los de la Cuantitativa se elige el estudio cualitativo por las características explicativas y enfoque exploratorio, que permite complementar los resultados cuantitativos o generar tesis en campos poco empleados en las investigaciones (Ugalde & Balbastre, 2013).

Los datos obtenidos de la investigación cualitativa son amplios y llenos de información, ya que los investigadores prestan atención a detalles más profundos, debido a la proximidad y el contacto que hay entre el caso de estudio y el investigador (Gill & Johnson, 2010).

La observación es una técnica fundamental de esta metodología, inclusive en el contexto científico, ya que se ha demostrado que no existe separación entre objeto y sujeto, pues las condiciones de observación son las que determinan lo observado (Chavarraia, 2011)

Se aplicará la herramienta de la observación directa, y de búsqueda de información bibliográfica por medio de fuentes científicas, para dar solución al problema de estudio, que es la automatización del proceso de embotellado, para mejorar la productividad.

9.1.2. Investigación Cuantitativa

La investigación cuantitativa se relaciona inmediatamente con la ciencia, tomando tres aspectos con ejes, que son las unidades de lenguaje, leyes científicas y método, esto marca una tendencia en preferir el estudio cuantitativo, pues está muy ligado el vínculo entre ciencia, método científico y cuantificación que muchas veces pasa por alto los resultados de la praxis (Chavarraia, 2011).

La teoría enunciada y publicada son la referencia principal para una investigación cuantitativa, el enfoque que se sigue es el de confirmar la validez o aplicación de cierta ley o teoría, se sigue una estructura para estudiar el fenómeno, la que se deriva de las herramientas usada (Ugalde & Balbastre, 2013).

Según (Pita & Pértegas , 2002), es aquella que recoge y analiza datos para encontrar la solución a un problema de estudio, por otro lado (Cárdenas, 2018) indica que se basa en el positivismo lógico, con la finalidad de relacionar leyes que expliquen la realidad, identifica tendencias, comparación de grupo, relaciones entre variables.

Para el desarrollo de la investigación se sigue principios físicos y científicos, los que son medibles con experimentación y toma de datos.

9.1.3. Métodos de investigación

En el proyecto que se desarrolla se sigue una investigación científica, de tipo deductivo, indica que el procedimiento racional va desde lo general a lo particular, la característica es que las conclusiones se toman como verdaderas si las premisas de origen también son verdaderas, confirmando así que el pensamiento deductivo nos lleva de lo general a lo particular. Aplicado a fenómenos que ocurre en una población, se puede concluir que también tiene el mismo

comportamiento en un solo individuo parte de esta población.

Aplicamos este método en nuestro tema de investigación, recolectando información del sector de las industrias de embotellado de agua, focalizar esta problemática y solución, llevándolo a una particular de la empresa Spring Water, empresa embotelladora de nuestro caso de estudio, con soluciones a la medida de las situaciones reales.

9.1.4. Hipótesis del proyecto

Implementar la automatización del sistema de llenado, en la línea de embotellado, para obtener mayor productividad en el proceso y disminuir costos de producción en la empresa Spring Water.

9.1.5. Preguntas científicas

En base a los objetivos planteados se estructuró las siguientes preguntas científicas que se presentan a continuación:

- ¿Cómo identificar las necesidades en los procesos de producción de la empresa SpringWater?
- ¿Qué parámetros y alternativas de diseño son requeridas dentro de la empresa en base a las necesidades determinadas?
- ¿Cuál es el diseño y los componentes seleccionados basados en la disponibilidad económica, tecnológica, comercial que cumpla con las necesidades de demanda?
- ¿Cómo se puede implementar la automatización del llenado en la línea de producción de embotellado de la empresa Spring Water?
- ¿De qué manera se debería implementar la automatización del sistema de llenado durante el proceso en la línea de producción?

9.2. Plan de recolección de la información

Se aplica para la recolección de información la técnica de la observación directa, teniendo como lugar de aplicación las instalaciones y proceso de embotellado de la empresa, así como la toma de opiniones del personal de producción y directivo. Análisis de datos históricos de producción y financieros, con el objeto de encontrar el origen del cuello de botella y las hipótesis de solución.

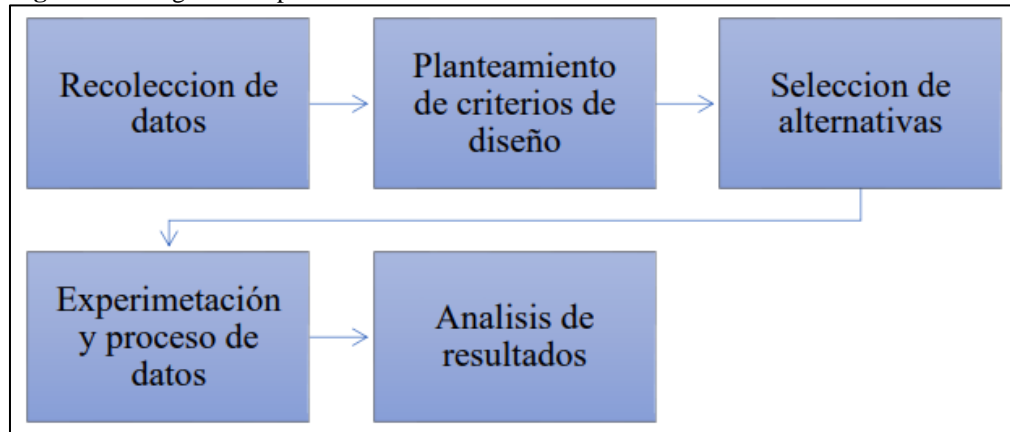
De la misma forma se investiga información de documento científicos de temas relacionados y que aporten con datos para la resolución del problema.

9.3. Plan de procesamiento de la información

Para el procesamiento adecuado de la información se van a seguir varios lineamientos entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

- Recolección y Análisis de los datos que se obtienen durante la visualización de manera directa en el proceso convencional de llenado de la planta embotelladora Spring Water.
- Plantear los criterios de diseño, luego del análisis de los datos de observación, mediante la evaluación ponderada, con la finalidad de estimar los parámetros esenciales que enfoquen en la solución de la mejora del proceso con la automatización de la máquina.
- Para la selección de alternativas, fundamentando en la factibilidad que tiene el mercado nacional y la inversión
- Analizar los datos obtenidos en las pruebas experimentalmente de tal manera que permita seleccionar las mejores opciones y obtener conclusiones claras para el diseño e implementación.

Figura 21. Diagrama de proceso de información



Fuente: Llanqui B, Pallo. R

9.4. Selección de alternativas de diseño

9.4.1. Automatización de embotellado de agua

Alternativa 1. Control con PLCs

Es uno de los sistemas más usados por la industria para automatizar sus líneas de producción, con grandes ventajas productivas, la desventaja es el costo de inversión, el cual es muy alto y se requiere de una gran capacidad adquisitiva para iniciar estos proyectos.

Alternativa 2. Control manual

Es un control prácticamente manual, en cual se tiene desventajas de productividad, los costos son mínimos, tanto en adquisición de los componentes como en la puesta a punto.

Alternativa 3. Control con temporizador

Esta alternativa es usana de las opciones más tomadas por las PYMES, gracias a sus costos bajos, accesibilidad de componentes, y factibilidad de montaje, además los resultados productivos son significativamente superiores.

Tabla 4. Criterios de evaluación

Criterios para la evaluación	Puntuación
No cumple	1
Poco	2
Cumple	3
Cumple satisfactoriamente	4

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Se Evalúa las alternativas con ponderaciones, para determinar la mejor opción de nuestro diseño de máquina y solución de la problemática, según se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5. Evaluación de alternativas

Alternativas Propuestas							
Criterios	Pond.	1ra Alternativa		2da Alternativa		3ra Alternativa	
		Punt.	Pond.	Punt.	Pond.	Punt.	Pond.
Eficiencia	25%	4	0,25	1	0,0625	3	0,1875
Productividad	25%	4	0,25	1	0,0625	3	0,1875
Mantenimiento	10%	3	0,075	3	0,075	4	0,1
Costo	25%	1	0,0625	4	0,25	4	0,25
Impacto	10%	4	0,1	1	0,025	4	0,1
Total	100%		0,7375		0,475		0,825

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Se selecciona la alternativa 3, que es la que tiene mayor puntaje de la evaluación, es decir que es más viable utilizar el control por tiempos o temporizadores, ya que ayuda a la reducción de costos e implantación.

9.4.2. Procesos de construcción

Los procesos de construcción para la elaboración de la máquina son los que se detalla a continuación.

9.4.3. Corte de chapa metálica

Para conformar una pieza de chapa metálica hay que tener en cuenta el tipo de maquinaria a usar, la experiencia de las constructoras, y las aplicaciones de la pieza terminada. Los diferentes procesos son los siguientes: corte por láser, corte por plasma, corte por agua a presión, oxi corte, cizallado, punzonado. (T. Avance, 2108).

9.4.3.1. Corte por Laser

Es una de las técnicas más modernas de la metalmecánica, se trata de un proceso térmico, donde la energía del láser produce radiaciones luminosas, con espejos deflectores, se reduce el diámetro del haz, aumentando temperatura y potencia, con este procedimiento se produce el corte sobre metales, las ventajas son la rapidez, exactitud y calidad del corte altas, las desventajas son en cuanto a costos, los que son elevados, además la disponibilidad no es muy común.

9.4.3.2. Corte por plasma

Este también es proceso térmico, donde se funde el material base, se consigue con un calentamiento concentrado y provocando un arco eléctrico, se concentra así una gran cantidad de energía cinética, alcanzando el corte. Este ya es un proceso de gran aplicación, sin embargo, el coste aun es considerable.

9.4.3.3. Oxicorte

Es otro proceso térmico, donde se aplica calor con oxígeno y gas combustible, hasta llegar a temperaturas de fusión del material y obtener el corte. Este es muy usado, sin embargo, la

calidad de corte es muy baja, y demande de costos de consumibles.

9.4.3.4. Cizallamiento

El corte por cizallamiento consiste en la aplicación de cargas elevadas aplicadas a dos cuchillas que se desplazan entre sí, consiguiendo el cizallamiento del material, es uno los más comunes, y no se requiere de consumibles. La desventaja es que está limitado a grandes espesores de corte.

9.4.4. Selección de corte

Del análisis de los procesos presentados, y considerando que nuestras placas son de bajo espesor, se elige el que tenga bajos costos y buena calidad de corte, como es el proceso de cizallado, además de ser factible por ser parte de la pequeña industria del país.

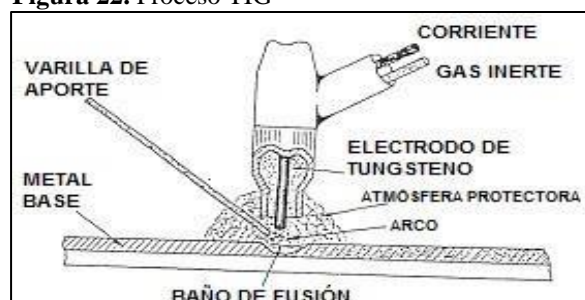
9.4.5. Sueda de acero AISI 304

El material de base para construcción de nuestra maquina es el acero inoxidable AISI 304, el cual se puede soldar con los procesos de soldadura como: TIG, SMAW, MIG.

9.4.5.1. Proceso de soldadura TIG

Las siglas de este proceso provienen del inglés *Tungsten Inert Gas*, que significa soldadura por tungsteno con gas inerte, es muy adecuado para soldar materiales de acero inoxidable, normalmente usa argón para proteger la atmosfera circundante, genera cordones de gran calidad sin escorias, ni proyecciones, el electrodo no tiene revestimiento y no es consumible, sin embargo, se suele usar varillas de material de aporte. Es un procedimiento que implica experiencia en el operador, sin embargo, es el más recomendado para uniones de materiales inoxidables (Inox Metal, 2020)

Figura 22. Proceso TIG

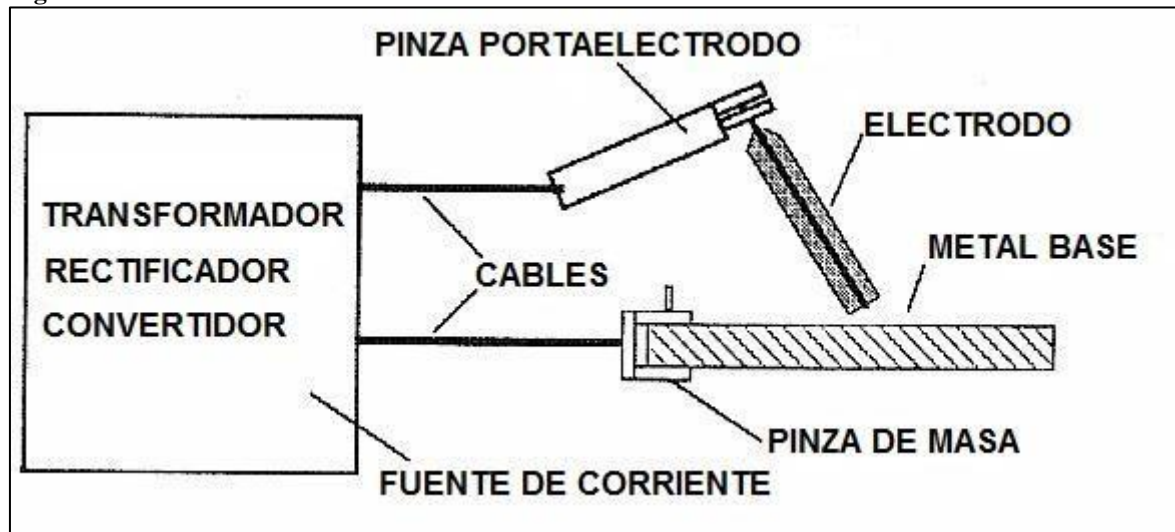


Fuente: (Inox Metal, 2020).

9.4.5.2. Proceso de soldadura SMAW

Este proceso usa un electrodo sólido revestido para la unión del metal base, para soldar materiales de acero inoxidable se usan electrodos que tengan una composición similar al del material, se debe elegir variables como de corriente, voltaje y velocidades de avance de cordón, para conseguir una óptima suelda, la desventaja es que no se tiene una protección de la atmósfera de la soldadura, por tanto, la calidad es baja, así como la confiabilidad de la unión soldada.

Figura 23. Proceso SMAW

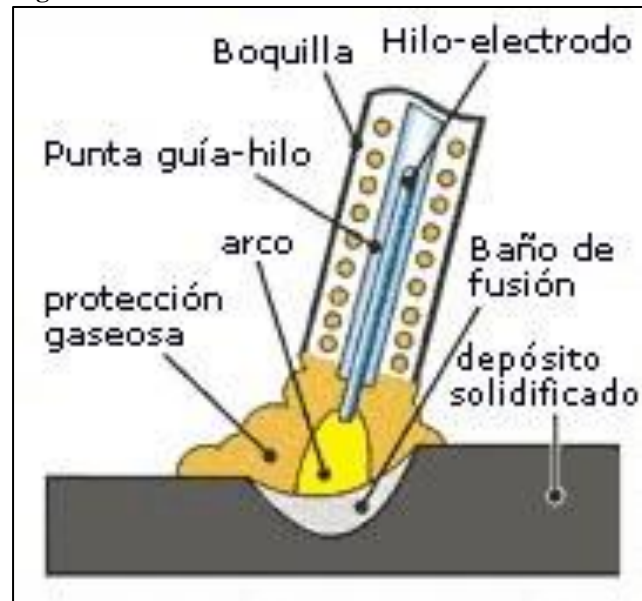


Fuente: (Inox Metal, 2020)

9.4.5.3. Proceso de soldadura MIG

Procedimiento de soldadura que proviene de las siglas en inglés *Metal Inert gas*, utiliza protección gaseosa para proteger la atmósfera, se forma un arco eléctrico entre el material base y el electrodo continuo consumible, sin revestimiento, el gas usado es argón o helio.

Para la aplicación en aceros inoxidables se recomienda la transferencia de material por spray de arco, que proporciona una penetración de cordón mucho más profunda. Este proceso tiene mucho más variables que manejar que las dos anteriores, como son el amperaje, voltaje, pendiente de corriente, velocidad de alimentación del alambre, velocidad y pulsos, además de la selección de un alambre con la composición del material base, lo cual es muy costoso.

Figura 24. Proceso MIG

Fuente: (Inox Metal, 2020).

9.4.6. Selección de proceso de soldadura

Con los antecedentes presentados, y las recomendaciones tanto de investigaciones técnicas como de especialistas técnicos, se selecciona el proceso TIG, por ser el de mayor garantía para la unión de materiales de acero inoxidable.

9.4.7. Selección de material de aporte

Para la selección del material de aporte es indispensable conocer la composición química tanto del material base como del material de aporte, con esta información se aplica en el diagrama de Schaeffler, donde se podrá determinar la estructura del metal base, metal de aporte y del depósito soldado, y por tanto las características mecánicas del cordón de soldadura.

La composición química del acero 304 se lo obtiene el Cr equivalente y Ni equivalente, con la ecuación:

$$C_{req} = \%Cr + \%Mo + 1,5\%Si + 0,5Nb$$

$$C_{req} = 18 + 0 + 1,5 * 0,75 + 0,5 * 0 = 19,12$$

$$N_{req} = \%Ni + 30 * \%C + 0,5\%Mn$$

$$N_{req} = 8 + 30 * 0,08 + 0,5 * 2 = 11,4$$

Estos valores se ingresan en el diagrama de Schaeffler

Ahora analizamos el material de aporte, el seleccionado es el ER308L

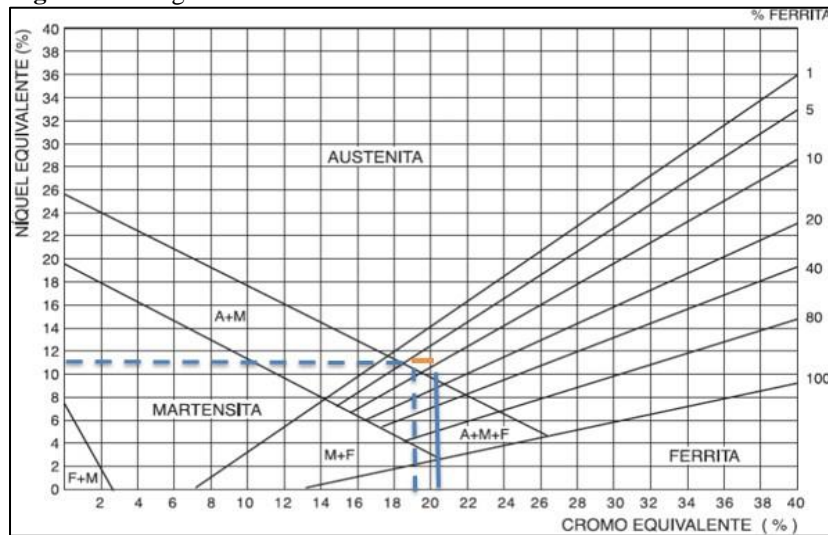
$$C_{req} = \%Cr + \%Mo + 1,5\%Si + 0,5\%Nb$$

$$C_{req} = 19,7 + 0 + 1,5 * 0,35 + 0,5 * 0 = 20,22$$

$$N_{ieq} = \%Ni + 30 * \%C + 0,5\%Mn$$

$$N_{ieq} = 9,82 + 30 * 0,02 + 0,5 * 1,83 = 11,33$$

Figura 25. Diagrama de Schaefer



Fuente: Llanqui B, Pallo. R

9.5. Diseño

Según la metabólica seleccionada y aplicada, se consideró las especificaciones generales mediante necesidad requeridas por todo el personal de la empresa Spring Water

Figura 26. Diseño de Embotelladora



Fuente: Llanqui B, Pallo. R

9.5.1. Especificaciones

Para el diseño del equipo automatizado se estableció las siguientes indicaciones y especificaciones, empezando por el tanque de depósito de agua tratada.

Este elemento forma parte de la máquina y es el que se encuentra en contacto con el agua purificada el cual tiene que cumplir con las normas establecidas para el proceso de alimentos.

9.5.1.1. Tanque de depósito de agua purificada

- Capacidad, 0,9 metros cúbicos
- Geometría cilíndrica, con cono al extremo inferior, y tapa sellada superior, material AISI 304.
- Cómodo mantenimiento.
- Cilindro con un diámetro 600 y longitud de 800mm

Figura 27. Tanque depósito de agua purificada



Fuente: Llanqui B, Pallo. R

9.5.2. Cálculos de espesor de placa de tanque

De acuerdo a las especificaciones del diseño anteriormente mencionadas, se debe tener en cuenta que el material a usarse debe ser acero AISI 304, por normativa de máquinas y equipos.

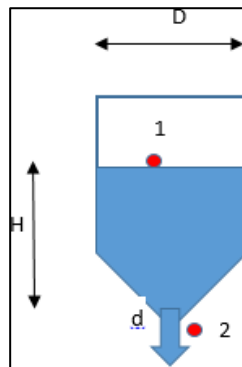
$$t_d = 4,9D_0 * (H - 0,3) * G/Sd$$

$$t_d = 4,90 * 270 * (400 - 0,3) * 1/573000$$

$$t_d = 0,9mm$$

Por tanto, el espesor mínimo de 1 mm, se selecciona una placa de 3 mm por rigidez estructural.

9.5.3. Cálculos de Velocidad de llenado



Considerando que la $V_1 = 0$ y $P_2 = 0$ se tiene de la ecuación 1, lo siguiente:

$$V_2 = \sqrt{\frac{2}{\rho} * (P_1 + \rho gh)}$$

$$V_2 = 3,7m/s$$

$$Q = V * A = V * D^2 * 3,14/4 = 0,00042 m^3/s$$

$$Q = 25 m^3/min$$

De acuerdo a las especificaciones del diseño anteriormente mencionadas, se debe tener en cuenta estos datos

9.5.3.1. Estructura soporte

La estructura de soporte para la máquina, al ser parte de una planta alimenticia, es obligatorio el uso de materiales inoxidables.

La estructura consiste de una bancada en forma de mesa, que es donde reposa el tanque, los mecanismos de llenado de agua.

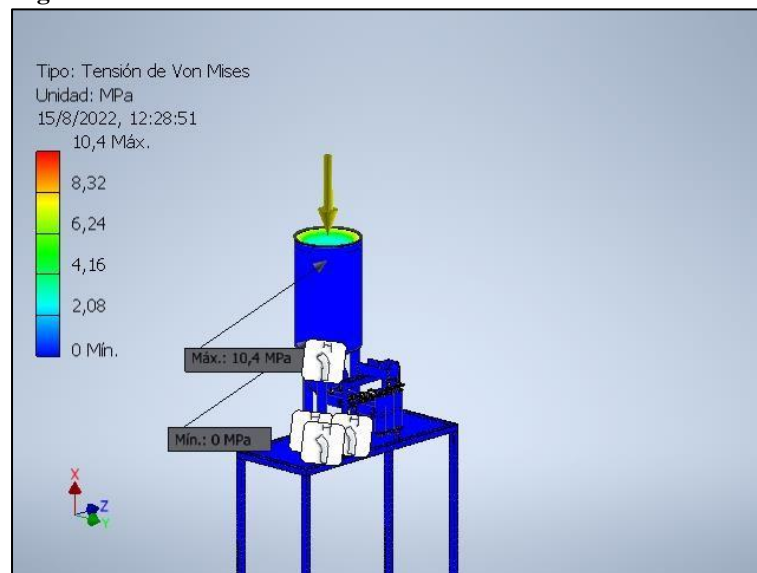
Consta de patas y travesaños de tubo de 1 pulgada de espesor de 3 mm

9.5.3.2. Análisis de resistencia de estructura

Para analizar la resistencia de la estructura de la máquina aplicamos una simulación de cargas en el software AUTODESK INVENTORS.

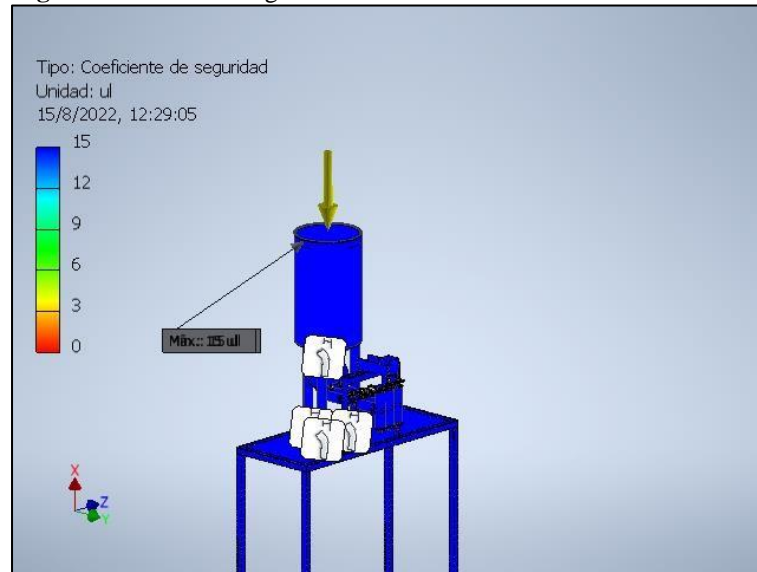
- Aplicamos cargas, la más representativa es el peso del agua del tanque, con fuerza de 270 N
- Obtenemos la Tensión de Von Mises, se obtiene 10,4 Mpa

Figura 28. Tensión de Von Mises



Fuente: Llanqui B, Pallo. R

- Factor de seguridad, el valor obtenido es de 15, lo que nos indica, que se tiene una alta confiabilidad, del diseño.

Figura 29. Factor de seguridad

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

- El resumen de resultados se muestra en la siguiente tabla

Tabla 6. Resumen de análisis de resistencia

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	4971100 mm ³	
Masa	36,7732 kg	
Tensión de Von Mises	0 MPa	10,3971 MPa
Primera tensión principal	-2,80945 MPa	9,9006 MPa
Tercera tensión principal	-10,5392 MPa	1,87127 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0961453 mm
Coeficiente de seguridad	15 su	15 su
Tensión XX	-5,43784 MPa	4,47026 MPa
Tensión XY	-2,84533 MPa	2,09587 MPa
Tensión XZ	-2,10519 MPa	2,71467 MPa
Tensión YY	-10,3884 MPa	9,73489 MPa
Tensión YZ	-3,97222 MPa	3,93021 MPa
Tensión ZZ	-10,5375 MPa	9,89607 MPa
Desplazamiento X	-0,0961453 mm	0,000000000000000223964 mm
Desplazamiento Y	-0,00184391 mm	0,00160878 mm
Desplazamiento Z	-0,00167165 mm	0,00176842 mm
Deformación equivalente	0 su	0,0000478987 su
Primera deformación principal	-0,000000572973 su	0,0000423372 su
Tercera deformación principal	-0,0000448056 su	0 su
Deformación XX	-0,0000262898 su	0,0000276099 su
Deformación XY	-0,0000174822 su	0,0000128774 su
Deformación XZ	-0,0000129347 su	0,0000166794 su
Deformación YY	-0,0000430051 su	0,0000411049 su
Deformación YZ	-0,000024406 su	0,0000241479 su
Deformación ZZ	-0,000044014 su	0,0000417786 su
Presión de contacto	0 MPa	9,23901 MPa
Presión de contacto X	-6,27011 MPa	5,8616 MPa
Presión de contacto Y	-7,12732 MPa	7,13972 MPa
Presión de contacto Z	-6,61541 MPa	7,03167 MPa

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

9.5.3.3. Cilindro neumático

El cilindro que se usa es de dimensiones de diámetro 50 mm y de carrera 10mm, de dobleefecto

9.5.3.4. Electroválvula

Para el control de la apertura del cilindro se requiere una electroválvula neumática 5-2 biestable de 24 voltios.

9.5.3.5. Válvula 5/2

Se utilizó una válvula de dos posiciones y cinco vías, para control del cilindro de doble efecto.

9.5.3.6. Luces piloto

Las luces piloto utilizadas para indicar las líneas del tablero según el procedimiento fueron, luz de color verde que indica el llenado de los embaces y la luz naranja que va acorde al tiempo de espera en el proceso de embotellado.

9.5.3.7. Contactador

Para abrir y cerrar el circuito de carga en la máquina embotelladora se utilizó un contactador

9.5.3.8. Interruptor M

Para los efectos que se producen mediante a circulación de corriente en el sistema electromecánico de la máquina se utilizó un interruptor magnético.

9.5.3.9. Cilindro doble efecto

Se utilizo un cilindro de doble efecto para producir el movimiento en dos sentidos requerido para el procedimiento de embotellado.

9.5.3.10. Compresor Selección del compresor

Tabla 7. Tipos de compresores

Presión	Capacidad	Tipo
Menos de 60 psi (4 kg/cm ²)	-----	Una etapa
60 – 100 psi (4-7 kg/cm ²)	Menos 300 cfm (8.5 m ³ /min)	Una etapa
60 – 100 psi (4-7 kg/cm ²)	Más 300 cfm (8.5 m ³ /min)	Dos etapas
Más de 100 psi (7 Kg/ cm ²)	-----	Dos, tres o cuatro etapassegúr la demanda específica.

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Cálculo de la potencia del compresor

$$\frac{Hp}{4.45cfm} = 3.084 Pe(r^{0.1415} - 1)$$

$$r = \frac{4.45psi + 12.9psi}{12.9psi}$$

$$r = 1.34$$

$$Hp = 3.084 \frac{in^2}{ft^2} * 12.9psi * (1.34^{0.1415} - 1) * \frac{1185 cfm}{4.4 cfm}$$

$$Hp = 160$$

La capacidad del compresor es de 4 bares de funcionamiento mínimo, de volumen de 4,4cfm, y alimentación de 110 Voltios, motor de 2hp

Tabla 8. Parámetros de compresor

	Características del compresor
Potencia	160 Hp
Capacidad	4 bares
Volumen	4.4cfm

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Tabla 9. Producción de llenado según el volumen de los embaces

PRODUCCIÓN DE EMBOTELLADO				
ML DE BOTELLAS	TIEMPO DE LLENADO	BOTELLAS LLENADAS EN UN MINUTO	BOTELLAS LLENADAS EN 1 HORA	BOTELLAS LLENADAS EN UN DIA
600 ml	12,47 seg	4	240	1680
625 ml	12,55 seg	4	240	1680
1000 ml	19,09 seg	3	180	1260

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Tabla 10. Consumo del compresor

Descripción	Cantidad	Potencia W/h	Potencia KW/h	Horas de uso	Consumo al día	Consumo al mes	Consumo al año
Compresor	1	3300	3,30	5	16,50 kW/h	330,00 kW/h	3960 kW/h
Costo a cancelar en dólares					\$1.47	\$29,70	\$380,00

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

9.5.3.11. Línea de aire

La línea de aire requerida es de 1/2 pulgada, con acoples roscados NPT

9.5.3.12. Tablero de control

El tablero de control se diseña en función de las cargas del sistema y los elementos del control de automatización, los que son:

- Pulsador de paro de emergencia
- Pulsador de puesta en marcha
- Selector de modo automático /manual
- Temporizador
- Relé
- Contactor

El conexionado se aprecia en los planos de circuitos eléctricos del anexo 4.

Figura 30. Tablero de control



Fuente: Llanqui B, Pallo. R

9.6. Ensamble

En el montaje de los equipos y elementos se debe realizar en planta, adecuándose a las condiciones físicas del sitio, en los planos de conjunto se especifican las posiciones de cada uno, ver anexo 3. Es importante verificar que las conexiones de tuberías y accesorios no estén tensadas ni presenten fugas, con pruebas de funcionamiento.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

10.1. Implementación del sistema de llenado de agua en la empresa

La implementación del sistema de llenado automático se la realiza dentro del proceso de embotellado, reemplazando el método manual, el cual se lo cenía ejecutando, dentro de la implementación se distingue el tiempo de llenado medido y las ventajas sobre el método tradicional.

10.2. Medición de tiempo de ciclo de llenado

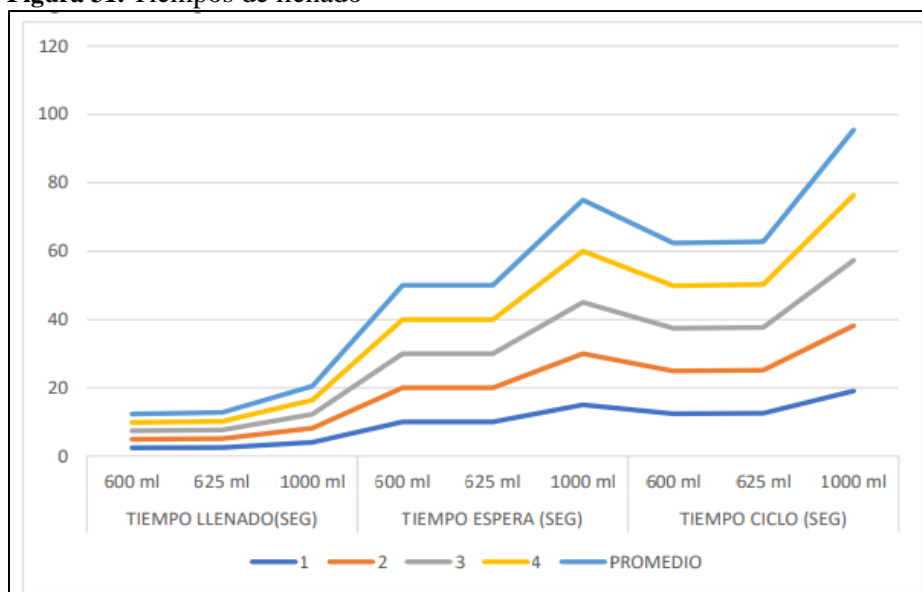
Se implementa este sistema para llenado de embaces desde los 600 ml, 625 ml y 1000ml, en estos productos realizamos las mediciones de tiempo en cada etapa del ciclo de llenado, obteniendo los siguientes resultados, presentados en la tabla.

Tabla 11. Datos de tiempo de llenado

N°	TIEMPO LLENADO(SEG)			TIEMPO ESPERA (SEG)			TIEMPO CICLO(SEG)		
	600 ml	625 ml	1000 ml	600 ml	625 ml	1000 ml	600 ml	625 ml	1000 ml
1	2,45	2,55	4,08	10	10	15	12,45	12,55	19,08
2	2,5	2,57	4,1	10	10	15	12,5	12,57	19,1
3	2,48	2,54	4,12	10	10	15	12,48	12,54	19,12
4	2,44	2,56	4,09	10	10	15	12,44	12,56	19,09
PROMEDIO	2,466	2,55	4,092	10	10	15	12,47	12,55	19,09

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Figura 31. Tiempos de llenado



Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Como se aprecia en la tabla 9 y en la figura 26 los tiempos de ciclo promedio del embotellado son de 12,47 segundos en la presentación de 600mml, de 12,55 segundos en la de 625 mml y de 19,09 segundos en la de 1000 mml.

De los datos obtenidos se tiene que la capacidad de proceso alcanzada es de 189 litros por hora, valor que indica una mejora sustancial contra los 120 litros por hora que se registraba antes de la implantación del proyecto.

10.3. Medición de consumo de carga eléctrica

La carga eléctrica más representativa es la del compresor, el cual hay que considerar que consume sumáximo al momento de carga

Tabla 12. Consumo de energía eléctrica

	Consumo(kwh)	tiempo(h)	costo(\$)
Consumo de sistema	0,9	1	0,08

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Tabla 13. Consumo de la máquina

EQUIPOS	CAN TI DAD	POTEN CIA KW	POTEN CIA W	HOR AS DE USO	VOLT AJE	INTENSI DAD	ENER GIA W/h
COMPRESOR	1	1,875	1875	5	110	17,045454 55	9375
TEMPORIZADOR ONDELAY (llenado)	1	1,65	1650	5	110	15	8250
ALARMA DE LLENADO	1	0,04	400	5	110	3,6363636 36	2000
LUCES PILOTO NARANJA	1	0,0022	0,02	5	110	0,0001818 18	0,1
LUCES PILOTO VERDE	1	0,0022	0,02	5	110	0,0001818 18	0,1
TEMPORIZADOR ONDELAY (ESPERA)	1	1,65	1650	5	110	15	8250

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

Tabla 14. Costo del consumo total

CONSUMO EN w/h	27875,2
CONSUMO AL DIA EN kw/h	27,8752
CONSUMO AL MES EN kw/h	557,504
CONSUMO EN DOLARES AL MES	50,17536

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

De los resultados de consumo energético, se aprecia que la hora de trabajo de la maquina tiene bajo costo con 0,09 dólares, lo que nos indica que es una maquina eficiente.

10.4. Ventajas de la implementación

El tiempo de llenado programado en el timer, permite reducir los movimientos del operador reduciendo significativamente el tiempo de espera, así como obteniendo un nivel de volumen uniforme en las botellas del producto.

Tabla 15. Ventajas de implementación del sistema automático de llenado

Sistema de Llenado Manual	Sistema de Llenado Automático	Ventajas
La operación de llenado se desarrolla manual mente, el operador abre la válvula hasta llenar el recipiente	El sistema está en la capacidad de activar el llenado y esperar para iniciar el próximo ciclo	Los tiempos de ciclo de llenado se reducen en 40%
El operario debe permanecer durante todo el proceso de llenado, en un solo recipiente	El operario se encarga del posicionamiento de los recipientes, ya no es necesario manipular los controles	Menos actividades del operador
La cantidad de líquido llenado en el recipiente depende de la habilidad del operador, con baja uniformidad en el nivel de volumen	El volumen de líquido es uniforme en todos los recipientes y con cantidades justas	La calidad del producto se potencia al tener cantidades completas y justas
Se registra demoras de producción, con una capacidad baja de litros por hora	Se evita demoras innecesarias, teniendo un flujo estable en la producción	Se incrementa la capacidad de producción de 120 litro/hora a 189 litro /hora

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto para el desarrollo del trabajo de estructura de la siguiente forma:

Tabla 16. Presupuesto para el desarrollo de la máquina

TIPO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO		
PARTES DE LA MAQUINA EMBOTELLADORA DE AGUA	DESCRIPCION DEL MATERIAL	COSTO (USD)
ESTRUCTURA DE LA MAQUINA	• Plancha de acero AISI 304,3 mm	200
	• Plancha de acero AISI304,1 mm	80
	• Tubos de 1 ½ de acero AISI 304	50
	• Fleje de acero AISI304,5 mm	100
	• Tubo cuadrado de 1 pulgada acero AISI 304	50
	• 1 contactor	40
	• 2 temporizadores ON DELAY	90
	• Un interruptor magneto térmico	50
	• Válvula 5/2 monoestable de actuación por solenoide y con retorno de muelle	120
	• Cilindro doble efecto	210
	• Compresor	360
	• Alquiler de cizalla	80
	• Discos de corte	30
	• Electrodo	50
	• Montaje de tubería	150
	• Montaje eléctrico	200
Costo total		1860

Fuente: Llanqui B, Pallo. R

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

- Se evidencia del proceso de investigación bibliográfica, que la automatización en procesos industriales impacta directamente con la productividad y mejora indicadores de la producción de plantas de manufactura, como lo es la empresa de caso de estudio Spring Water.
- La percepción y las necesidades de los operadores son muy necesarias para establecer la problemática de una empresa, además que son parte activa de las mejoras para solucionar las mismas.
- La implementación del sistema automático de llenado de agua purificada, con el control de un temporizador, permite a la empresa Spring Water, tener mayor capacidad de producción, con incremento del 57 % en litros por hora de embotellado.
- Los costos de producción por litro de agua embotellada se redujeron en 30%, por tanto, la hipótesis planteada al inicio de la investigación se cumplió con un gran margen.
- En el proceso de llenado se eliminó esperas innecesarias con la implementación del sistema automático de llenado, pues en el temporizador se programa tanto los tiempos de llenado como los de espera, generando una señal dirigida a una electroválvula, y activar un pistón neumático, el que permite el paso del flujo de agua. Con esto se alcanza un ritmo de trabajo armonioso para el operador, permitiéndole programar sus actividades de producción.
- Se obtiene gran impacto sobre el personal de operación al reducir movimientos repetitivos innecesarios, consiguiendo un bienestar y motivación en sus tareas diarios de producción de agua embotellada, permitiendo también mejorar el clima laboral entre los colaboradores de la empresa.
- Los conocimientos adquiridos en la carrera de Electromecánica de la institución, permitieron desarrollar este proyecto investigativo, con la aplicación técnica y de investigación de campo, se dio solución a la problemática de una empresa industrial, que es parte fundamental para la formación como ingeniero electromecánico del país.

12.2. Recomendaciones

- Se recomienda conocer la capacidad económica de las empresas de implementación, pues son los datos que nos ubican en la realidad de la situación de la empresa, y permite la factibilidad de llegar a un buen término en proyecto.
- Previo a la implantación del sistema automático de llenado, es indispensable la capacitación del personal, en cuanto a la operación, el mantenimiento y los riesgos de seguridad que implica el nuevo sistema.
- Para aumentar el porcentaje en la reducción de costes, tiempos de producción y posibles contaminaciones es recomendable que se continúe con la automatización completa de todo el proceso de embotellado en la empresa Spring Water.
- Es recomendable realizar los protocolos de limpieza y mantenimientos adecuados en la maquinaria con la finalidad de evitar deterioros, falla en los sistemas electromecánicos y contaminación en el producto final.

13. REFERENCIAS

- Howard, M. (2019). Comparación entre sensores de posición inductivos y capacitivos. Documento técnico. Obtenido de https://www.celeramotion.com/zettlex/wp-content/uploads/sites/7/2019/05/Comparaci%C3%B3n-entre-sensores-de-posici%C3%B3n-inductivos-y-capacitivos_rev_4.0.pdf
- Aguilar, A. (2017). Automatización del sistema de llenado de bidones plásticos para el control de válvulas y fajas transportadoras, para mejora de la cantidad de bebida gasificada en la embotelladora Oriental. *Universidad Nacional Tecnológica Lima Sur*.
- Arellano, A., & Lindao, V. (2019). Efectos de la gestión y la calidad del agua potable en el consumo del agua embotellada. *Novasinerгия*.
- Basantes, W. (2021). Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de fotocopiado industrial mediante el procesamiento de datos masivos para la empresa Cosup S.A. *Universidad Politécnica Nacional*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21523>
- Campoverde, H. (2010). Diseño e implementación de una máquina flexible para envasado de líquidos. *Tesis de ingeniería. Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2407/14/UPS-GT000134.pdf>
- Cando, V., & Guerra, C. (2019). Automatización del proceso de embotellado de galones de agua en la planta purificadora de agua Santa Isabel. *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16944>
- Cárdenas, J. (2018). Investigación cuantitativa. *trAndeS Serie de Material Docente*.
- Chavarraia, G. (2011). La dicotomía uantitativo / cualitativo: falsos dilemas en investigación social. *actualidades en Psicología*, 1-35.
- Clarke, T., & Barlow, M. (2004). La furia del oro azul. El desafío ante la privatización de los sistemas de agua en Latiniamerica. *Ecología social*.
- Collay, W., & Luzuriaga, J. (2017). Reconstrucción y automatización de una envasadora de agua en la cooperación Bimarch. *Escuel Politecnica del Chimborazo*.
- Comaq. (2017). *Lenadora de líquidos lineal*. Obtenido de Lenadora de líquidos lineal: <https://www.comaq.co/store/LLENADORAS-DE-L-QUIDOS/LLENADORAS-DE-L-QUIDOS-LINEAL/24>
- Da Cruz, J. (2006). Agua embotellada: signo de nuestro tiempo. *D3E - DESARROLLO, ECONOMÍA, ECOLOGÍA, EQUIDAD - América Latina*, 1-5.

- Danfoss. (2015). Válvula solenoide. *Manual del usuario válvulas solenoide*. Obtenido de https://inprocess.com.pe/datasheets/valvulas/valvulas-solenoides/Danfoss/Danfoss-Manual_Usuario.pdf
- Escalera, M., & Rodríguez, A. (2016). Actuadores neumáticos. *Academia*.
- Essentra Components. (2019). Soluciones de automatización y control. *Productos de Control*, 362-373. Obtenido de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/8215/09_Automation-and-Control_pdfs_Combined-Section_09_Automation-and-Control_Spanish.pdf
- FESTO. (2000). *Curso de Neumática para la Formación Profesional*. Bogotá.
- García, E., & al, e. (2020). Plantas purificadoras: Realidad del agua embotellada en Ecuador. *Dominiop de las Ciencias*, 692 - 705.
- Gemu. (2018). Electrovalvula . *Electrovalvula de metal NAMUR*, 1-4. Obtenido de https://www.gemu-group.com/gemu-cdn2/dokumente/2/db_8506_es.pdf
- Gill, J., & Johnson, P. (2010). *Research Methods*. Londres: SAGE.
- Giraldo , D., & Giraldo, E. (2009). Teoría de Control Análogo. *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/195d0871-36ee-4828-a484-6114a61f1961/content>
- Gómez, C., & De León, E. (2014). *Método Comparativo*.
- Gössling, S. (2006). Tourism and wate. *Tourism & Global Environmental Change*.
- Guzmán, M. (2016). Estudio del proceso de elaboración artesanal del Chocolate "La Pepa de Oro" " del cantón Vinces provincia de Los Ríos y sus usos en la pastelería. *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*.
- Hardy, F. (1961). *Manual de cacao*. Turrialba: Antonio Lehamann. Herráiz, N. (2006). Geopolítica del agua embotellada.
- Hoffman, A., & Stein, L. (2002). Gas cyclones and swirl tubes. IEC. (1975). *Normas de elementos electricos*. Quito.
- Iman, A., & Quillilli, J. (2019). *Elaboración y caracterización fisicoquímica y organoléptica de la pasta de caco*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Inox Metal. (2020). Soladoura de aceros inoxidables.
- Lavayen, R. (2011). Diseño de una llenadora rotativa para embotellado de agua natural sin gas. *SPOL*.
- Luna, J. (2019). Introducción al estudio de sistemas neumáticos y electroneumáticos.

ACADEMIA.

- Luque, M. (2015). Automatización, herramienta efectiva para la eficiencia energética.
- Martínez, G. (2019). Agua ozonizada, antecedentes, usos en medicina y bases preclínicas.
- Ozone Therapy Global Journal*, 9(1), 5-31. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7306842>
- Materiales de Laboratorio. (2010). Temporizador digital.
- Mendoza, K. (2012). Desarrollo de un plan de marketing estratégico para la empresa blue agua ultrapura, dedicada a la producción y comercialización de agua embotellada en Quito. *Universidad Católica del Ecuador*.
- Molina , A., Pozo, M., & Serrano, J. (2018). Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censo*.
- Morone, G. (2013). Métodos y técnicas de la investigación científica. *Accelerating the world's research*.
- Movergy. (2021). *Sistema de filtración*. Obtenido de Sistema de filtración: <https://movergy.mx/productos/tr/tren-filtrado-detail.html>
- Paredes , L., & Yáñez, J. (2021). Optimización del proceso de limpieza de botellas tipo pet y envasado de agua purificada de uso doméstico. *Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8278>
- Qhizhpe, G. (2019). *Las aguas purificadas y sus indicadores de la calidad físico-química*. Babahoyo: CIDEPRO Editorial.
- Quintero , L., Agudelo, E., & et al. (2010). Determinación de indicadores para la calidad de aguasedimeintos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos. *Gestión y Ambiente*, 13(3). Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25414>
- Rodríguez, F., & González, G. (2018). Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*.
- Rojas, L., & Valencia, J. (2018). Diseño, construcción y puesta a punto de un banco didáctico para prácticas de neumática, electroneumática y plc. *Universidad de Ibagué*.
- Rossel, L., Rossel, L., Ferro, M., Ferro, A., & Zapana, R. (2020). Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de aguapotable. 22(1), 68-77. doi: <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.537S>.
- Electric. (2015). Manual y catálogo del electricista. Obtenido de:

http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/6747/mod_resource/content/1/MANUAL%20COMPLETO%20SHCNEIDER.pdf.

- Sanchez, C. (2018). Control automático de nivel de llenado de bidones plasticos mediante plc Siemens 314C-2DP. *Universidad tecnológica de Lima Sur*.
- Serrano, L., & Martínez, X. (2017). *Máquinas Eléctricas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- SKF. (2019). *Hojas técnicas de Rodamientos SKF*.
- Smith, M. (1980). Publihing Qualitative Research. *American Educational Research*, 177-183.
- Soler, A. (2019). Automatización de una planta embotelladora con autómeta Schneider M241. *Universdidad Politécnica de Valencia*.
- T. Avance. (2108). Corte de chapa metalica.
- Tabares, H., Hernández, J., & Arbelaez, J. (2007). Automatización planta de embotellado, aplicando control borroso para la detección de alarma . *Scientia et Technica- Universidad Tecnológica de Pereira*, 285-290. Obtenido defile:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet AutomatizacionPlantaDeEmbotelladoAplicandoControlB-4784668.pdf
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.
- Toapanta, J. (2015). DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA Y DOSIFICADORA DE REFRESCOS PARA LA INDUSTRIA DE LÁCTEOS SANTILLÁN “PRASOL. *ESPOCH*.
- Ugalde, N., & Balbastre, F. (2013). InvestIgación cuantitativa e InvestIgación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de InvestIgación. *Ciencias Económicas*.
- Vacas, S., & Figueroa, J. (2021). Modelo de producción basado en la metodología lean manufacturing para el área de agua embotellada en la Empresa Emapa-I. *Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11040>
- Velásquez, E., & Dinarés, M. (2011). EL COMERCIO INTERNACIONAL DE AGUA EMBOTELLADA- LA HIDROMAFIA. *Universidad Autónoma de Barcelona*.

14. ANEXOS

Anexo 1. Sistema automático de llenado de botellas



Figura 32. Sistema de llenado automático en la empresa **SPRING WATER**



Figura 33. Sistema eléctrico para el llenado de botellas



Figura 34. Sistemas electromecánicos integrados en la embotelladora de agua



Figura 35. Cilindros de doble efecto

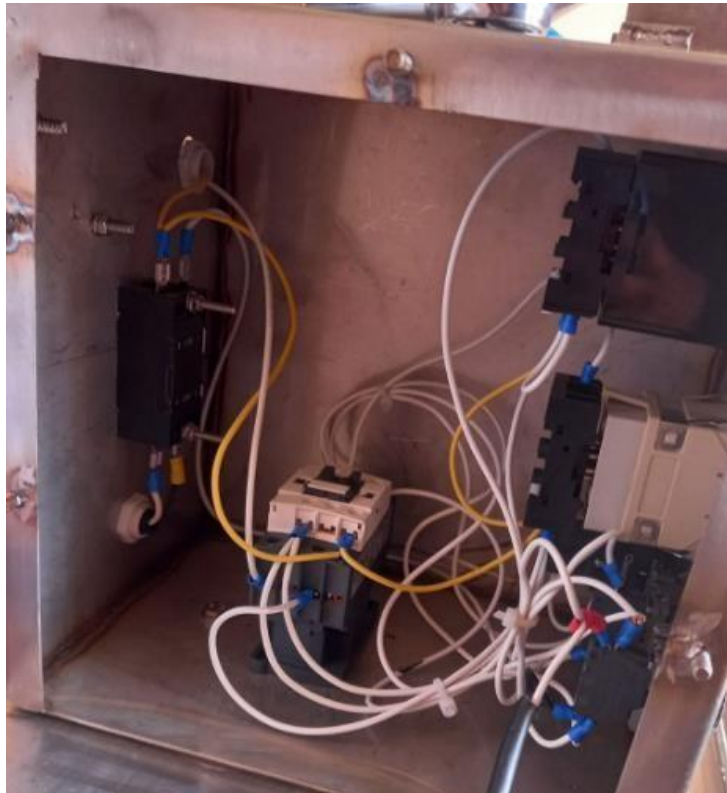


Figura 36. Instalación del sistema eléctrico



Figura 37. Pruebas del funcionamiento de la máquina



Figura 38. Funcionamiento de la máquina

Anexo 2. Manuales

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MÁQUINA EMBOTELLADORA DE AGUA PURIFICADA

Objetivos a cumplir del plan de mantenimiento

- Disminuir todas las fallas posibles de la máquina para la disminución de costes en mantenimientos.
- Alcanzar la calidad de la producción por medio del correcto mantenimiento de la embotelladora de agua purificada.
- Cumplir con lo establecido en las normas ISO 9001:2015 para el correcto mantenimiento y funcionamiento de la máquina, de tal manera que se minimice los tiempos y costos de la producción.
- Comprobar que todos los sistemas electromecánicos tengan un correcto funcionamiento, con el fin de evitar los fallos en el proceso.

Proceso para el mantenimiento de la maquina embotelladora de agua purificada.

El mantenimiento de la maquina embotelladora de la empresa Spring Water se lo realiza mediante un riguroso proceso periódico, con el objetivo de que el equipo este en óptimas condiciones para correcto funcionamiento durante todo el proceso de embotellado.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

**Introducción. - El sistema de llenado tiene las siguientes consideraciones
parapreservar los equipos y garantizar su perfecto funcionamiento**

Requisitos: Normas ISO 9001

Recursos: Equipos, equipos de soldadura, mano de obra, agentes desinfectantes, entre otros.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	FRECUENCIA
1. Limpieza de máquina	Limpieza de los equipos luego de cada operación, secar todas las partes, eliminar polvos	diaria
2. Revisión de pistones de llenado	Desmontar pistones de llenado, limpiar con liencillo, verificación de desgastes	mensual
3. Verificación de fugas	inspección de las conexiones de agua, verificar fugas, ajustar las uniones	semanal
4. Limpieza de tanque	desmontar conexiones y limpiar el interior del tanque, con soluciones jabonosas, verificar desgastes y adherencias	quincenal
5. Mantenimiento de cilindro neumático	Limpieza de carcasa y embolo, verificación de desgaste, limpieza de tomas de aire	trimestral
6. Mantenimiento de líneas de agua	Desmontar tuberías, limpiar superficie externa, en la parte interna limpiar con soluciones jabonosas, verificar desgastes y adherencias	semestral
7. Mantenimiento de líneas de agua	Desmontar tuberías, limpiar superficie externa, en la parte interna limpiar con aire, verificar desgastes y adherencias	semestral
8. Mantenimiento de tablero de control	Limpieza de los componentes, eliminar polvos, comprobar funcionamiento	mensual

MANUAL DE OPERACIONES Y FUNCIONAMIENTO DE LA EMBOTELLADORA

MANUAL DE OPERACIÓN

Introducción. - El sistema de llenado tiene las siguientes consideraciones para su óptima operación y funcionamiento.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
1. Energizar sistema	Conectar a distribución de energía eléctrica y encender el tablero eléctrico
2. Encender compresor	Revisar que se tenga presión de mínimo 4 bares para iniciar operación
2. Posicionar recipientes de llenado	Colocar los recipientes en la posición de llenado, bajo las tomas de agua, ajuste mesa de calibración de nivel
3. Apertura de válvulas	Verificar que las válvulas estén en modo abierto, para circulación del agua tratada
4. Seleccionar ciclo de llenado	Escoger el tiempo de llenado y de espera según el volumen del recipiente.
5. Setear modo automático	Colocar el mando en modo automático, desde el tablero de control
6. Iniciar operación	Pulsar botón de inicio y empezar con el llenado
7. Verificación de volumen de llenado	Pausar operación y comprobar que se cumpla los volúmenes de llenado planificado



**MANUAL DE LIMPIEZA Y
DESINFECCIÓN DE LA MÁQUINA
AUTOMATIZADA DE LLENADO DE
BOTELLAS.**

ARCSA

Realizado por Lienqui B-
Pallo R

Fecha 22-08-2022

INSTRUCTIVO

ACTIVIDADES Y CONSIDERACIONES EN LA DESINFECCIÓN Y LIMPIEZA DE LA MAQUINA

“ AUTOMATIZADA DE LLENADO DE BOTELLAS”

1. OBJETIVO

Determinar las actividades de desinfección y limpieza a considerar antes, durante y después del funcionamiento de la máquina embotelladora de agua purificada.

2. LIMPIEZA Y DESINFECCION

- Desinfectante biológico. – proceso químico que mata o erradica los microorganismos sin discriminación como las bacterias, virus y protozoos.
- Agua. – utilizado para la limpieza de la máquina como solvente.
- Agua destilada. – sustancia compuesta por H₂O sometida a un proceso de destilación en el que se eliminan las impurezas e iones del agua de origen.
- Jabón líquido. - se disuelve de forma más rápida en el lavado y no deja residuos facilita la limpieza.
- Paño o trapo. – servirá para el lavado y secado de la máquina.
- Objetos que sirve para limpiar las impurezas desechas por la máquina al realizar y terminar el proceso de funcionamiento.



**MANUAL DE LIMPIEZA Y
DESINFECCIÓN DE LA MÁQUINA
AUTOMATIZADA DE LLENADO DE
BOTELLAS.**

ARCSA

Realizado por Llanqui B-
Pallo R

Fecha 22-08-2022

**ACTIVIDADES Y FRECUENCIA EN LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN
A REALIZAR**

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

ACTIVIDADES	FRECUENCIA	PERSONA QUE REALIZA LA ACTIVIDAD
Desinfección interna del tanque (almacenador de agua purificada)	Diario	Personal responsable de la limpieza del equipo.
Limpieza en la estructura externa de la embotelladora	Diario	Personal responsable de la limpieza del equipo.
Limpieza de las boquillas de agua.	Diaria	Personal responsable de la limpieza del equipo.
Limpieza del área donde se ubica la máquina en la empresa.	Diario	Personal responsable de limpiar el área.
Limpieza de los sistemas eléctricos (polvo, insectos, etc.)	Al año	Persona encargada del mantenimiento eléctrico.



FICHA DE SEGURIDAD, RIESGOS Y MEDIDA PREVENTIVA DE UN EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE TRABAJO

LLENADORA DE BOTELLAS DE AGUA



CONSIDERACIONES PREVIAS AL USO DEL EQUIPO



¡LEA EL MANUAL DE OPERACIONES DEL EQUIPO!

Es necesario conocer el funcionamiento de la máquina antes de proceder a su funcionamiento. Solo los operarios que tengan familiaridad en el manejo y funcionamiento del equipo deben estar a cargo de la operación en el proceso.



¡LEA LAS FICHAS SEGURIDAD Y RIESGOS!

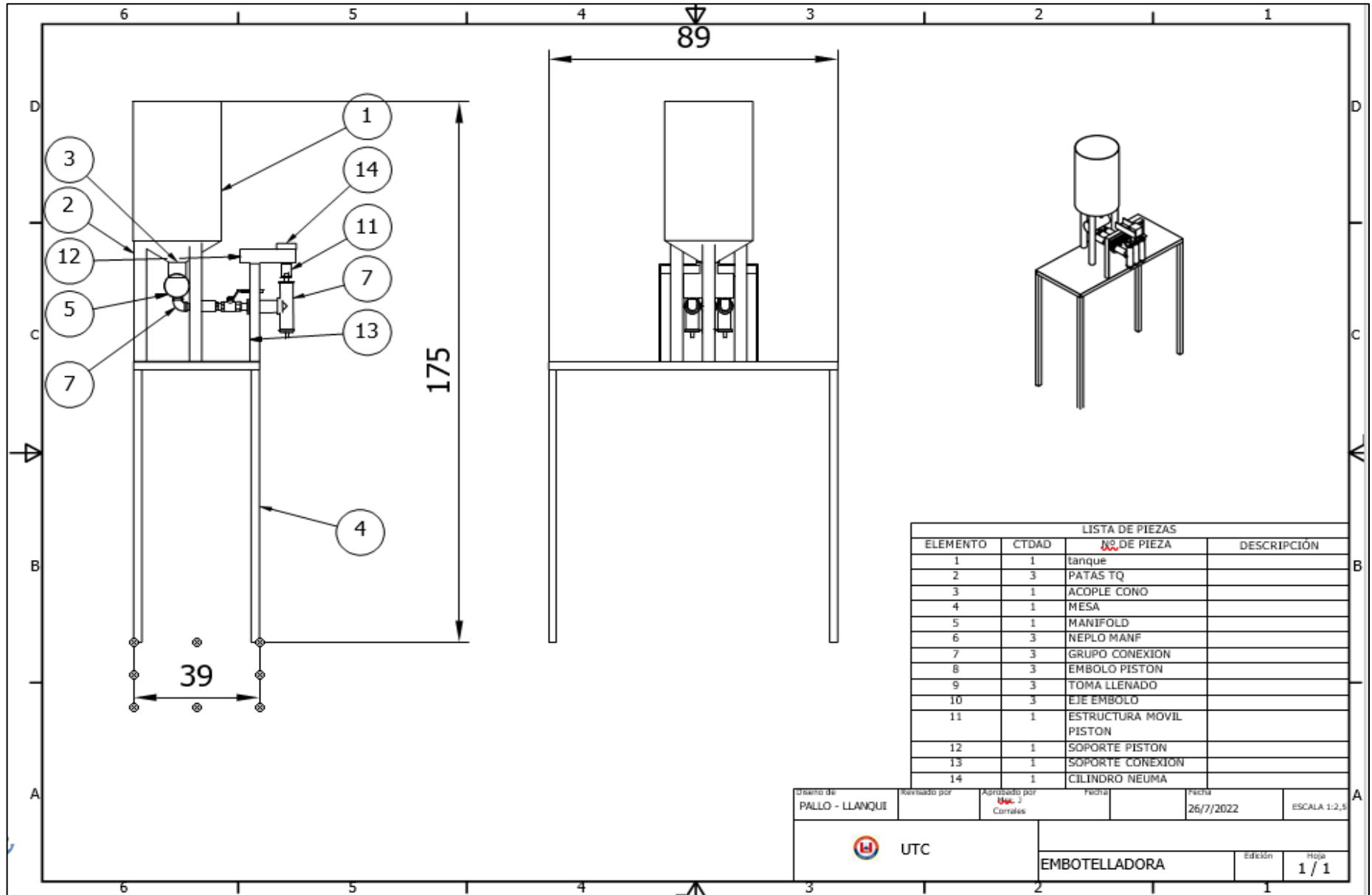
Es necesario conocer la sistematización de los productos antes de proceder a su uso. Tener en cuenta las medidas preventivas que son necesarias antes, durante y después del funcionamiento.

MEDIDAS DE RIESGOS Y SEGURIDAD AL OPERAR LA MAQUINA EMBOTELLADORA

RIESGOS		MEDIDAS PREVENTIVAS	PROTECCION
	Riesgo de electrocución por contacto indirecto con el sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Poseer una conexión de instalación adecuada. - Utilizar el cableado de las especificaciones requeridas, teniendo siempre en cuenta una toma de tierra. - Llevar a cabo mantenimientos preventivos. - certificar que la máquina se encuentre totalmente desconectada del circuito eléctrico una vez que el departamento encargado notifique mantenimiento o limpieza de la máquina. 	-Utilizar guantes, gafas de protección.
	Riesgo de las partes móviles	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la inspección eléctrica y mecánica de la máquina lo que permitirá tener una mayor visualización para poder poner en marcha o en funcionamiento la producción. - Controlar el proceso de señales que otorga el timer de tiempo para que su promedio de embotellado sea de una sola medida. 	<ul style="list-style-type: none"> -Usar todo el equipo de protección personal. -Equipos de higiene para poder manipular parte interna y externa
	Riesgo de llenado.	<ul style="list-style-type: none"> - ¡Atención! No manipular sin autorización la parte del circuito ya que una vez configurada y puesta a prueba esta permite que la medida llenada sea estándar, caso contrario se tendría que parar la producción y realizar una nueva configuración, lo que permitirá el paro establecido de producción - El operador debe realizar la colocación de botellas de manera correcta para evitar que el líquido vital caiga afuera 	Solo personal autorizado tendrá acceso al área de producción. En caso de que antes reguladores como el ARCSA deberán acogerse a todos los parámetros para poder ingresar.

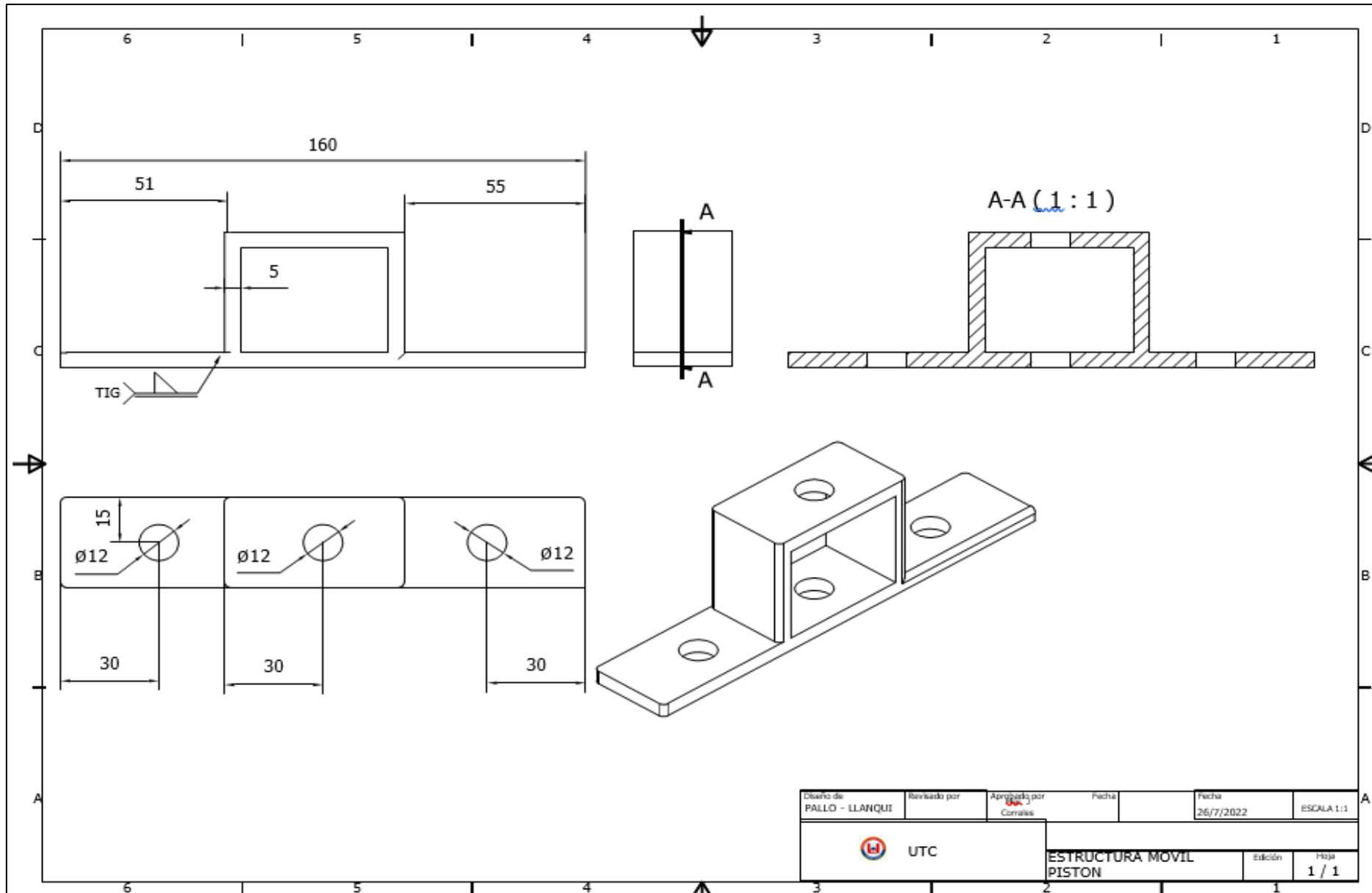


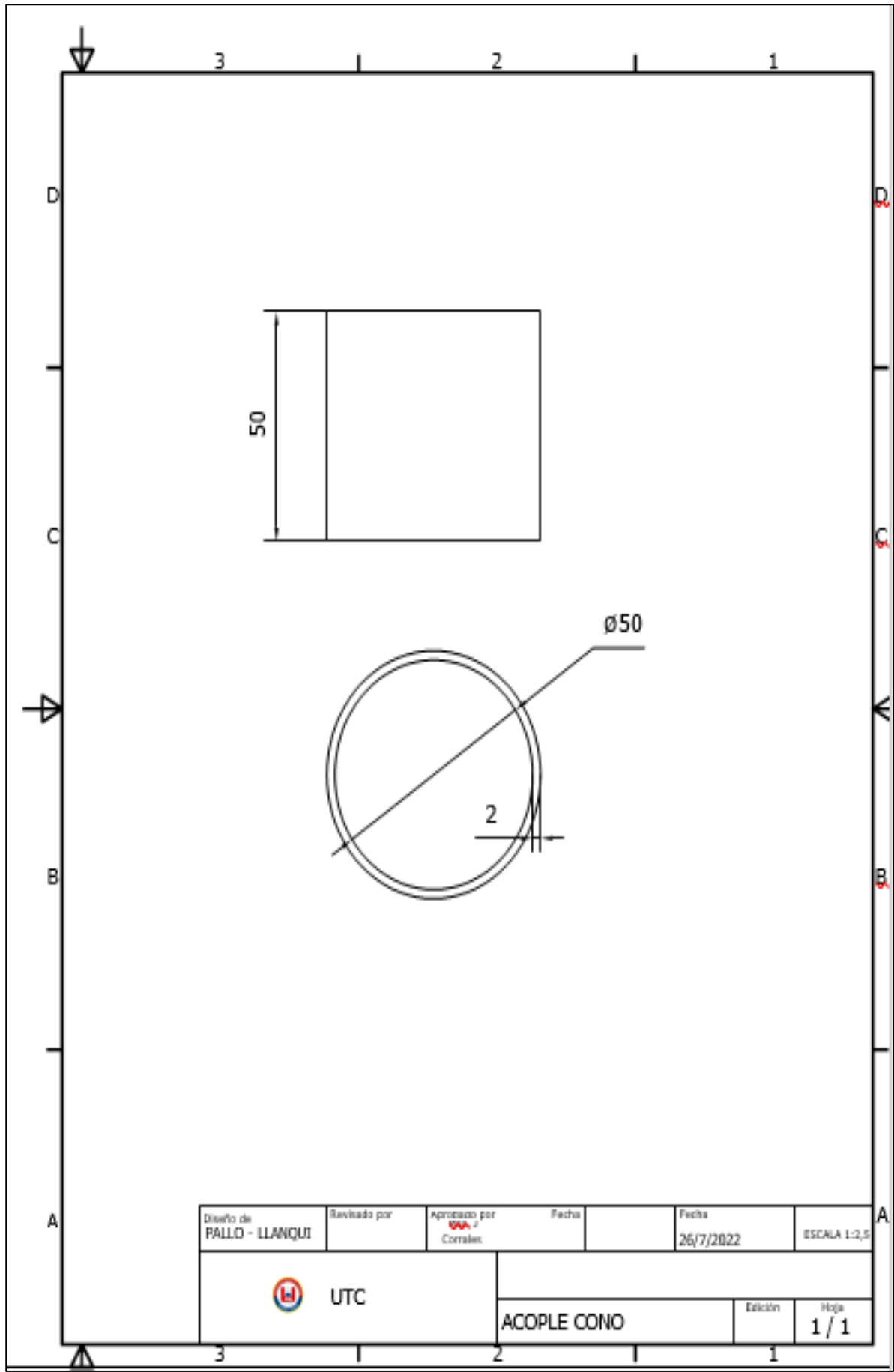
ANEXO 3: PLANOS




LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1		tanque
2	3		PATAS TQ
3	1		ACOPLE CONO
4	1		MESA
5	1		MANIFOLD
6	3		NEPLO MANF
7	3		GRUPO CONEXION
8	3		EMBOLO PISTON
9	3		TOMA LLENADO
10	3		EJE EMBOLO
11	1		ESTRUCTURA MOVIL PISTON
12	1		SOPORTE PISTON
13	1		SOPORTE CONEXION
14	1		CILINDRO NEUMA

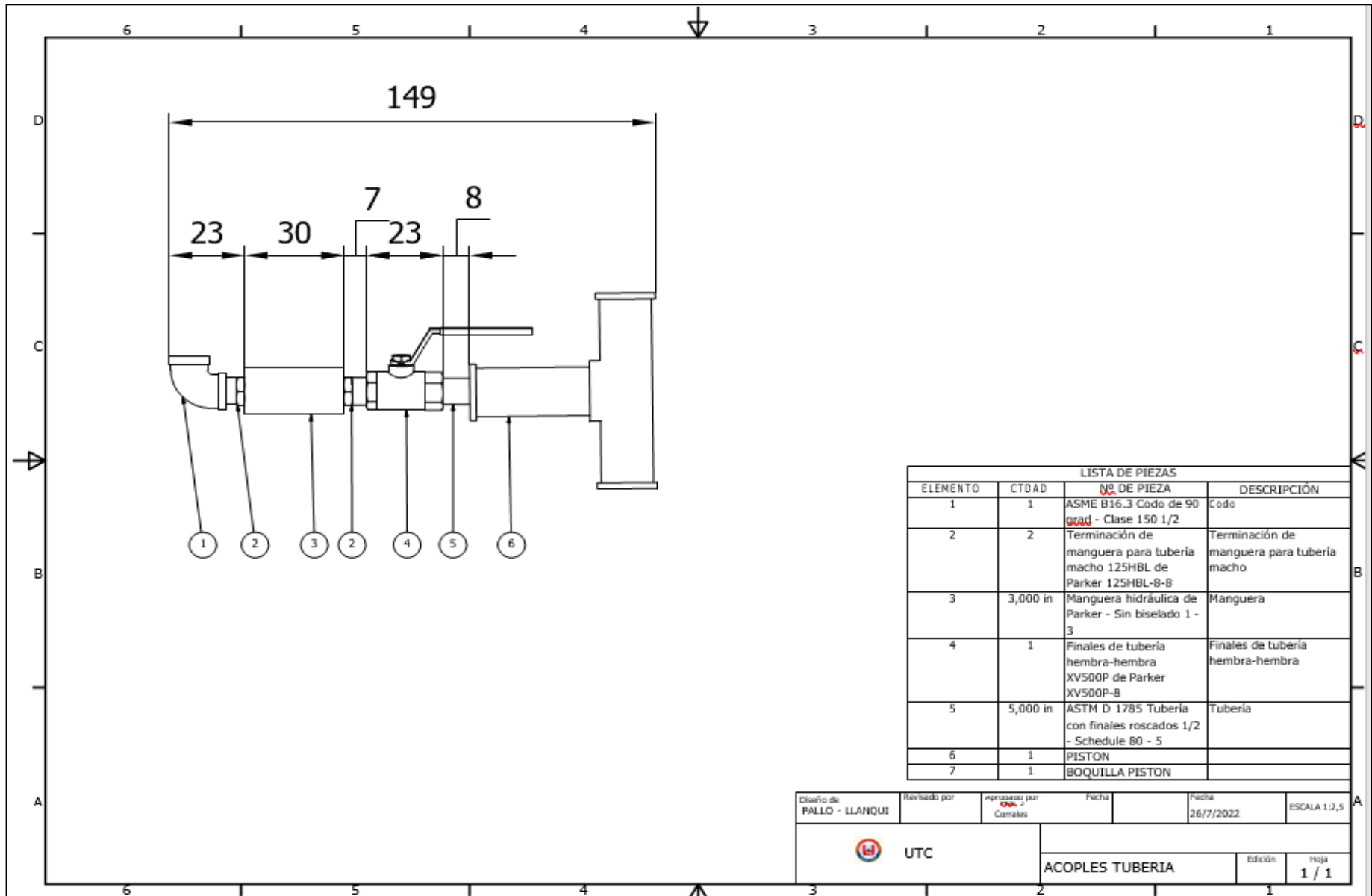
Diseño de PALLO - LLANQUI	Elaborado por UTC	Aprobado por UTC Corrales	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:2,5
			EMBOTELLADORA	
			edición	Hoja 1 / 1






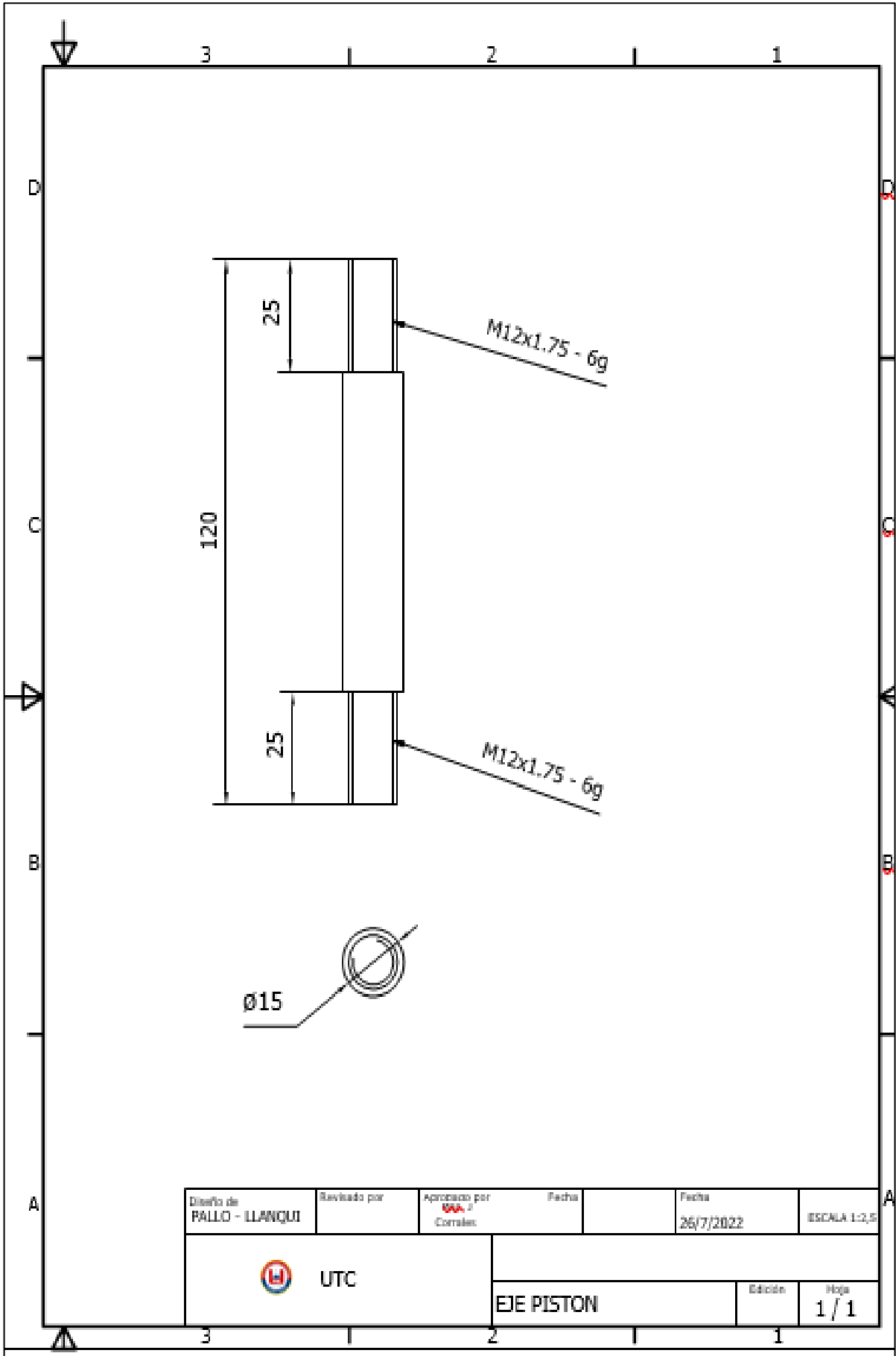
Diseño de FALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por UNA Corrales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:2,5
------------------------------	--------------	----------------------------------------	-------	--------------------	--------------

 UTC	ACOPLE CONO		Edición	Hoja
				1 / 1

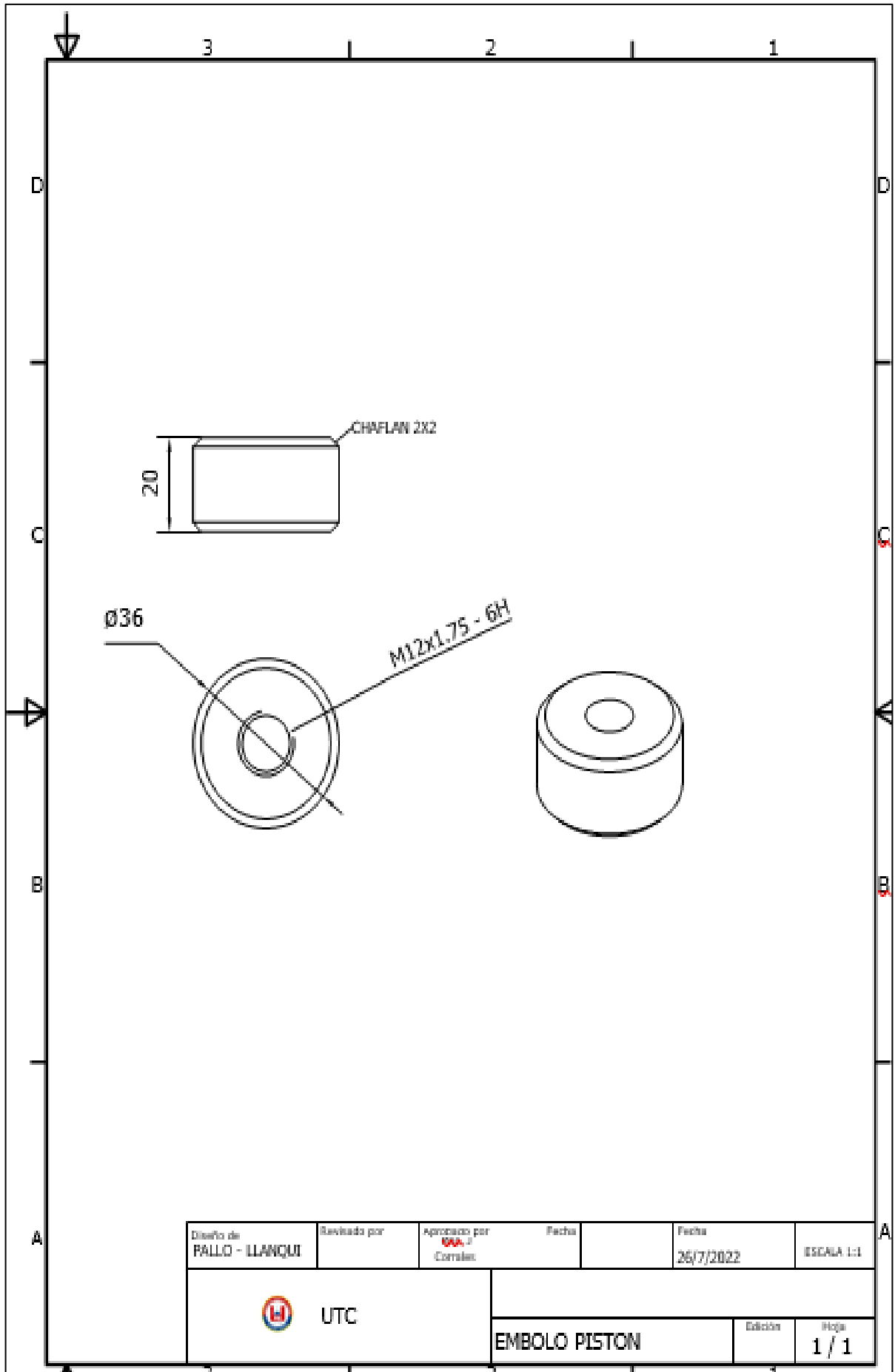



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	NO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	ASME B16.3 Codo de 90 grad - Clase 150 1/2	Codo
2	2	Terminación de manguera para tubería macho 125HBL de Parker 125HBL-8-8	Terminación de manguera para tubería macho
3	3,000 in	Manguera hidráulica de Parker - Sin biselado 1 - 3	Manguera
4	1	Finales de tubería hembra-hembra XV500P de Parker XV500P-8	Finales de tubería hembra-hembra
5	5,000 in	ASTM D 1785 Tubería con finales roscados 1/2 - Schedule 80 - 5	Tubería
6	1	PISTON	
7	1	BOQUILLA PISTON	

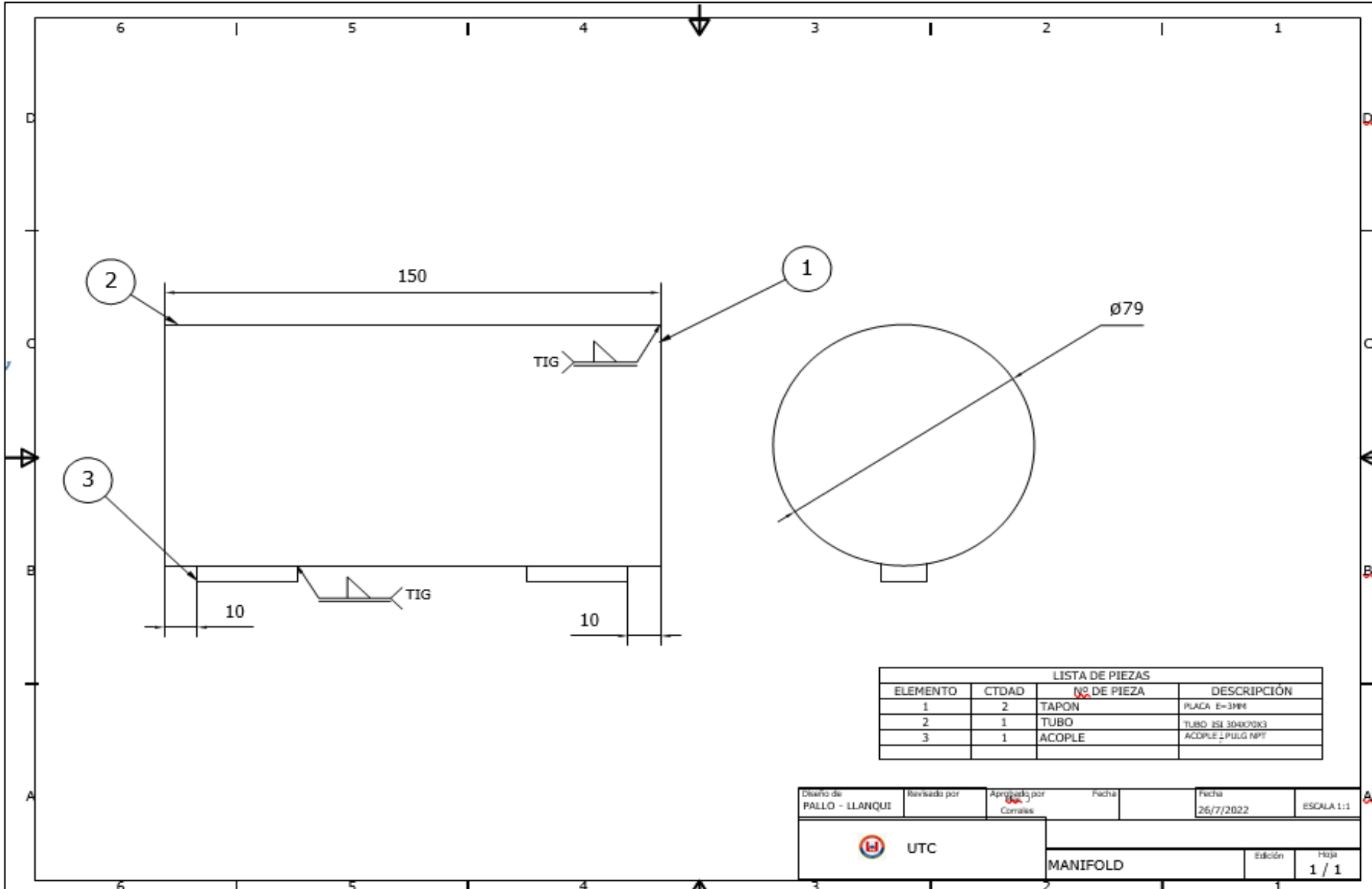
Diseño de PALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por UTC Comales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:2,5
 UTC			ACOPLES TUBERIA		Edución
					Hoja 1 / 1




Diseño de PALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por SA Corrales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:2,5
 UTC		EJE PISTON		Ección	Hoja
					1 / 1

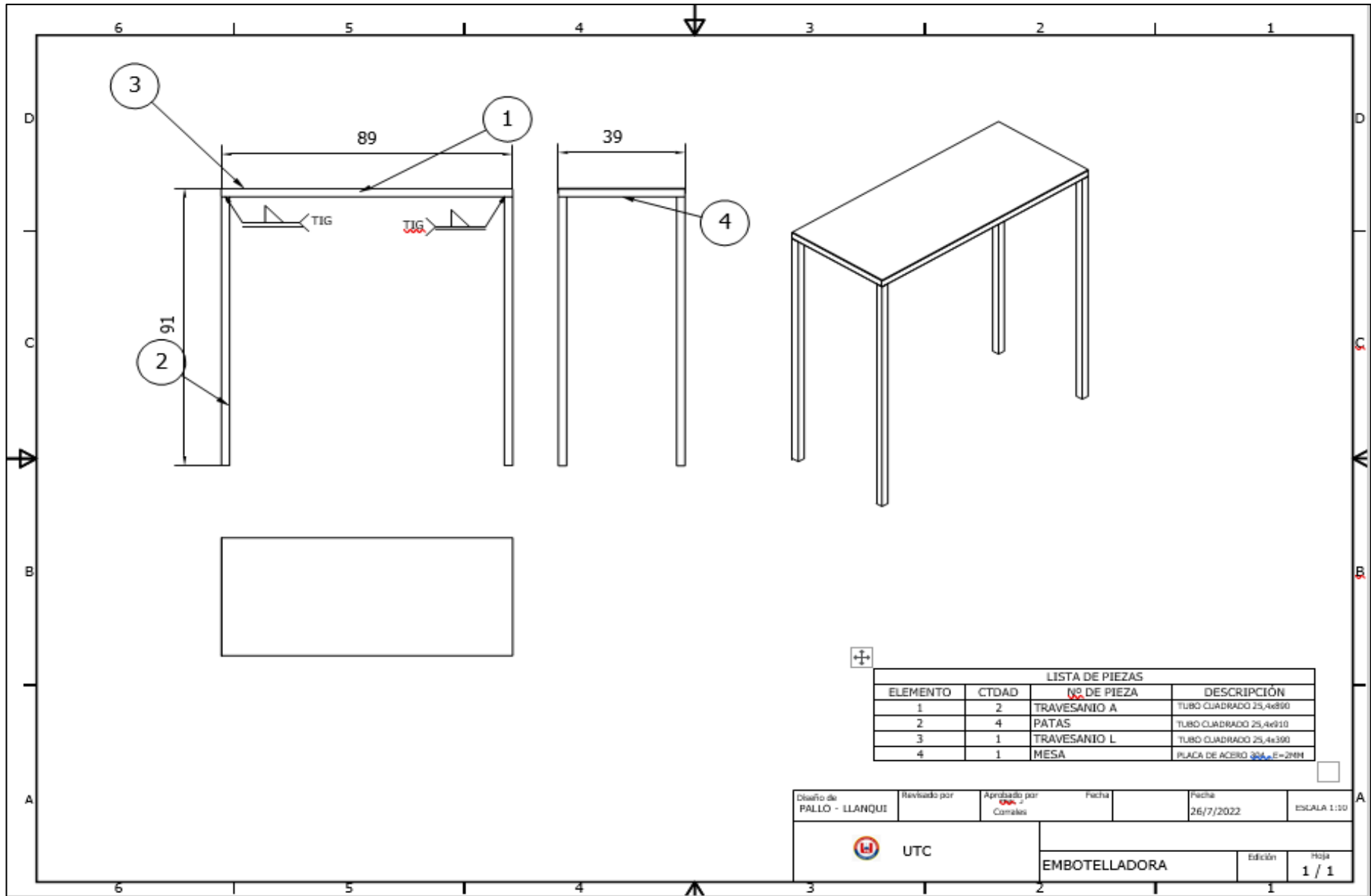


Diseño de PALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por UTC Corralán	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:1
 UTC					
			EMBOLO PISTON	Edición	Hoja 1 / 1



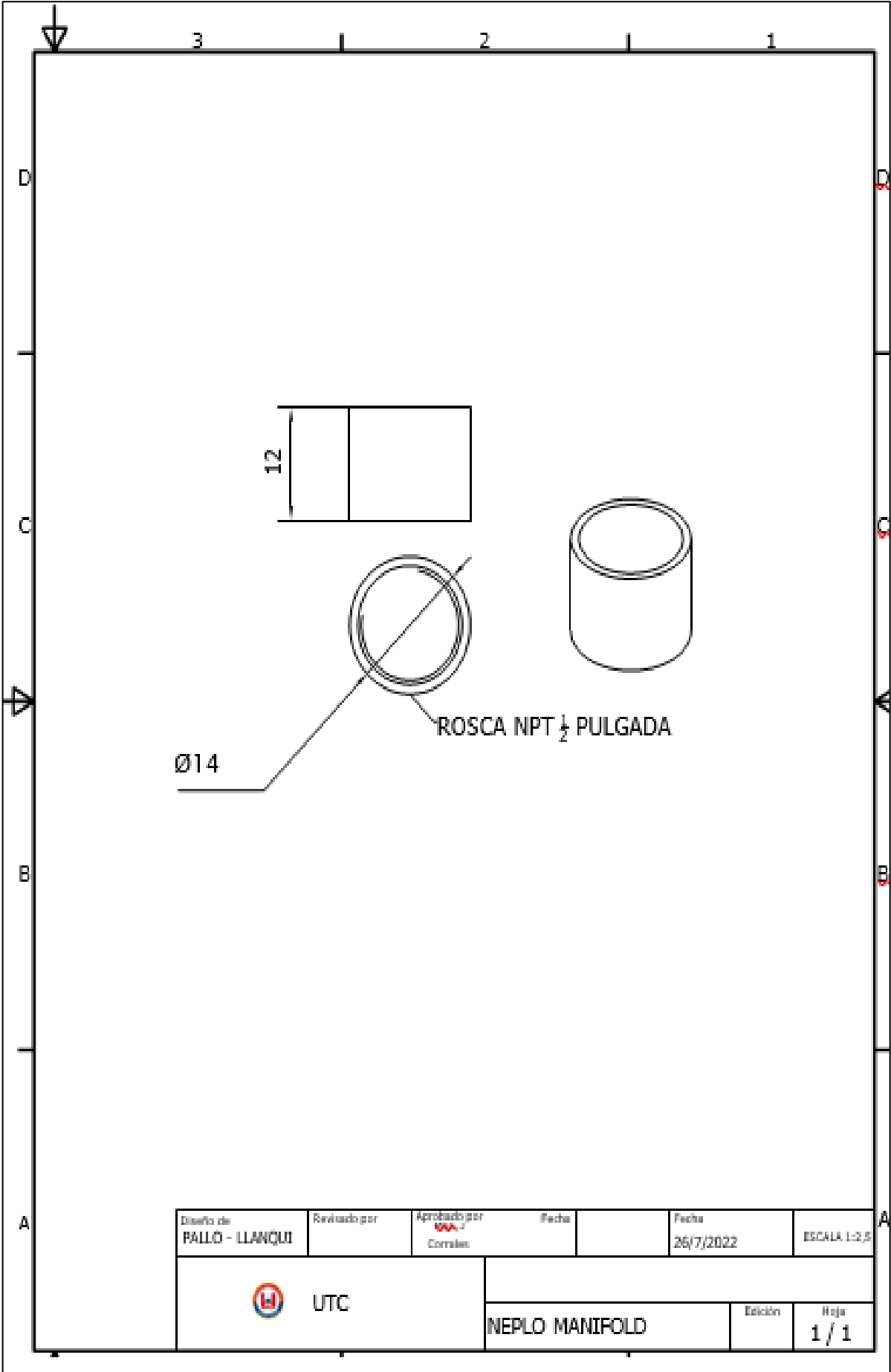
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	2	TAPON	PLACA E=3MM
2	1	TUBO	TUBO ISI 304070X3
3	1	ACOPLE	ACOPLE 1/2 PULG NPT

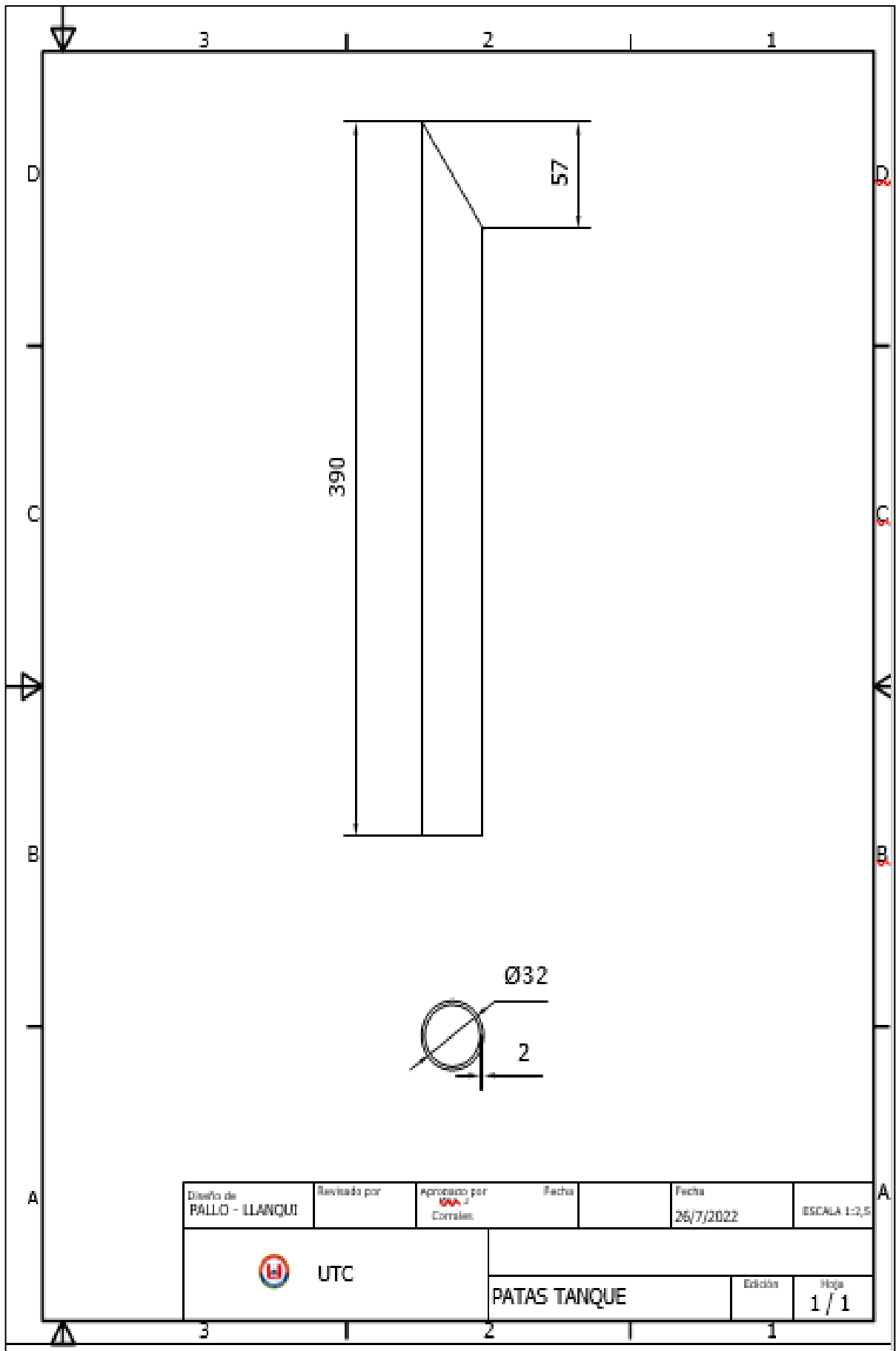
Diseño de PALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por Corrales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:1
 UTC			MANIFOLD		Edición
					Hoja 1 / 1



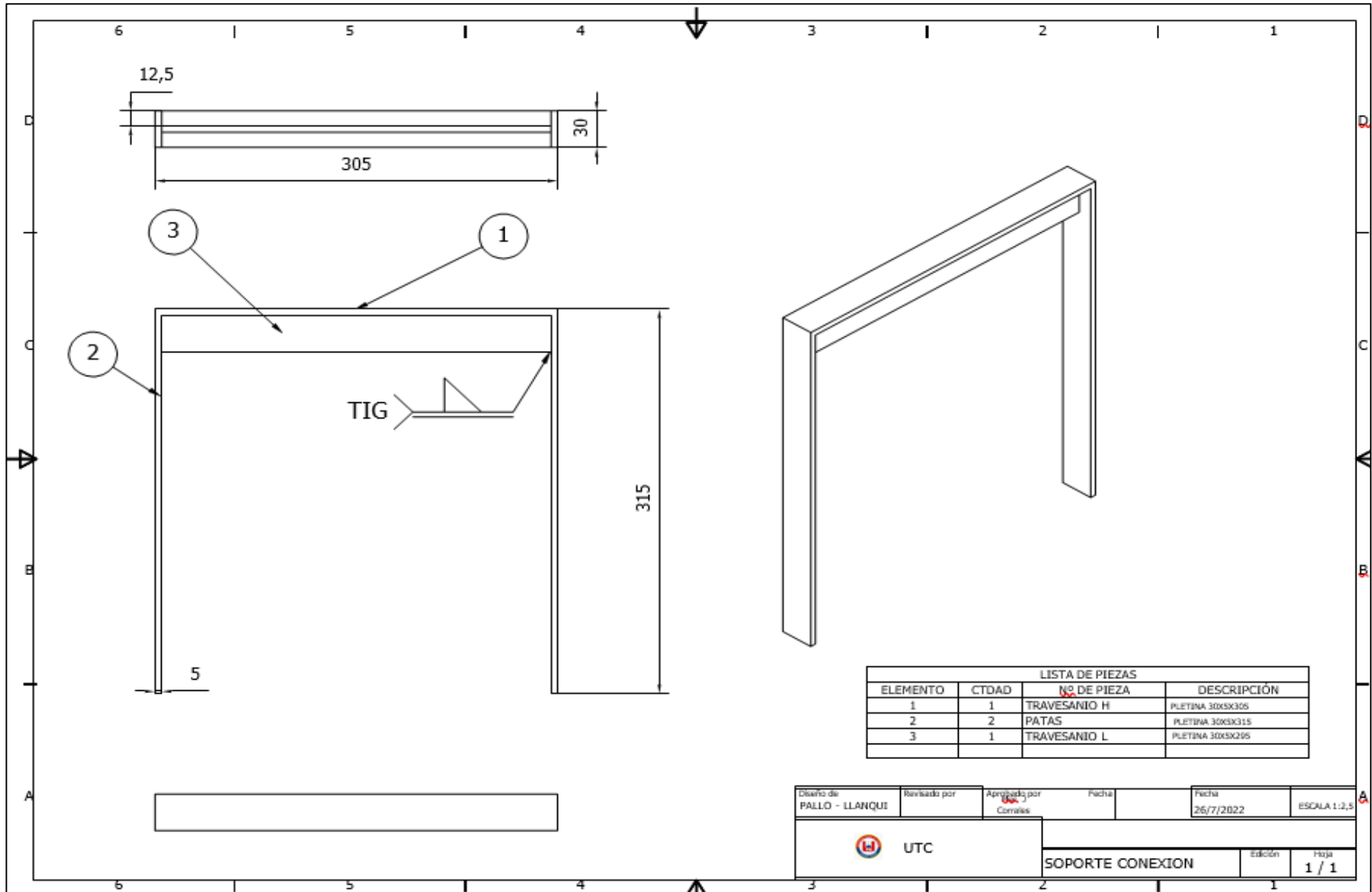
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	2	TRAVESANIO A	TUBO CUADRADO 25,4x890
2	4	PATAS	TUBO CUADRADO 25,4x390
3	1	TRAVESANIO L	TUBO CUADRADO 25,4x390
4	1	MESA	PLACA DE ACERO 304, E=2MM

Diseño de FALLO - LLANQUEI	Revisado por	Aprobado por CM Comales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:10
UTC			EMBOTELLADORA		Edición
					Hoja 1 / 1





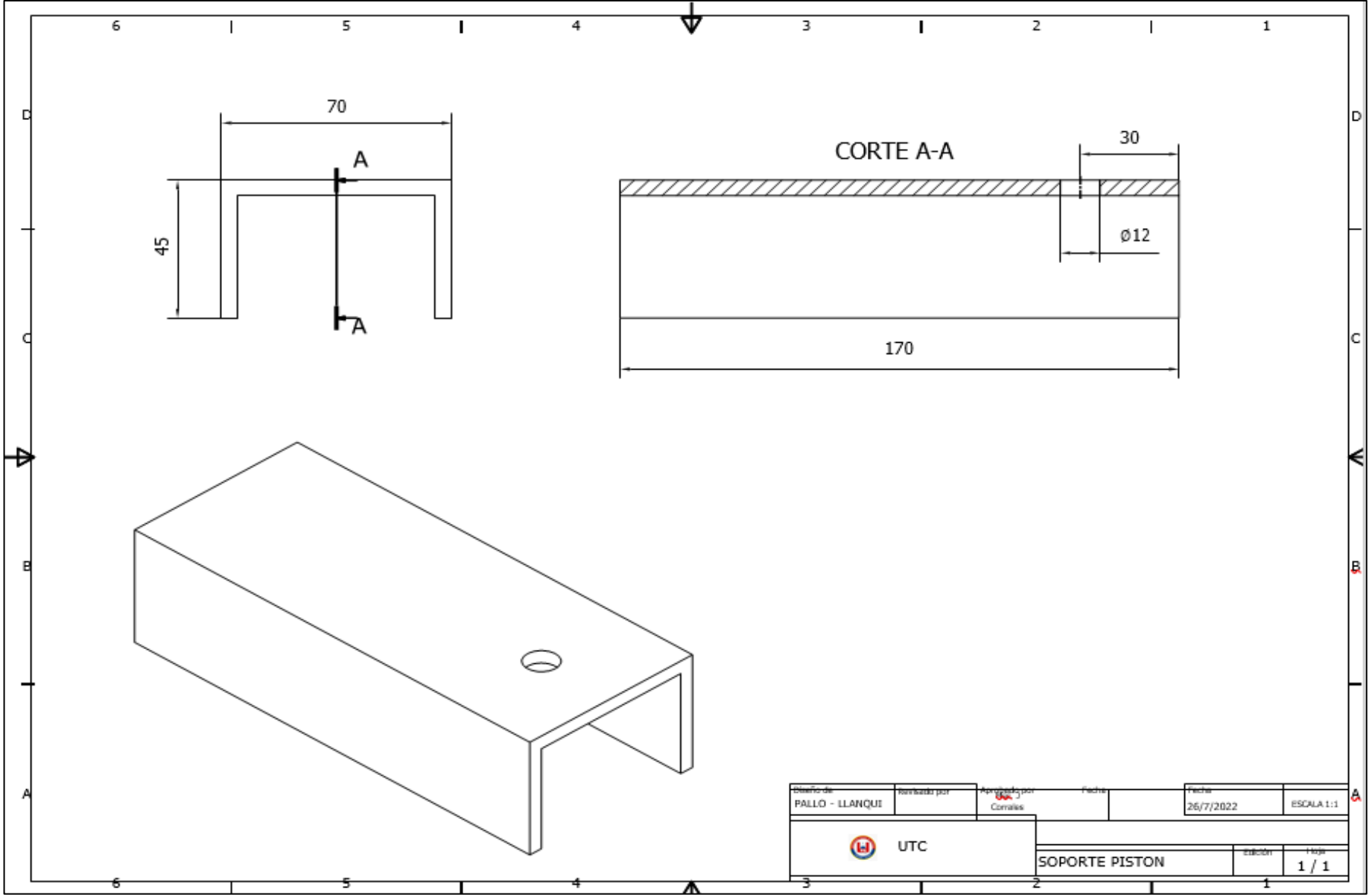
Diseño de PALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por UTC Corrales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:2,5
 UTC		PATAS TANQUE		Edición	Hoja
					1 / 1



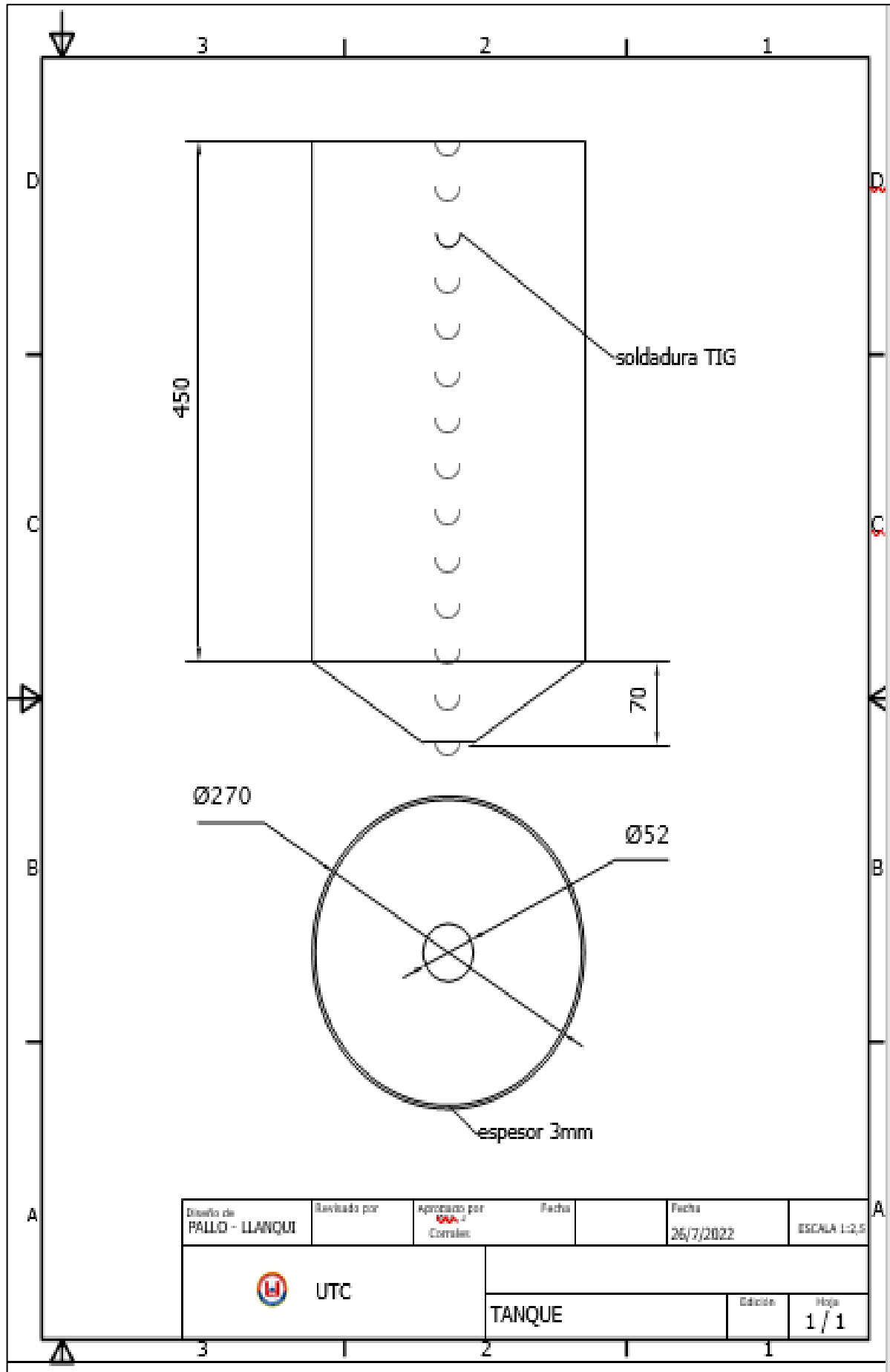
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	TRAVESANIO H	PLETINA 30X5X305
2	2	PATAS	PLETINA 30X5X315
3	1	TRAVESANIO L	PLETINA 30X5X295

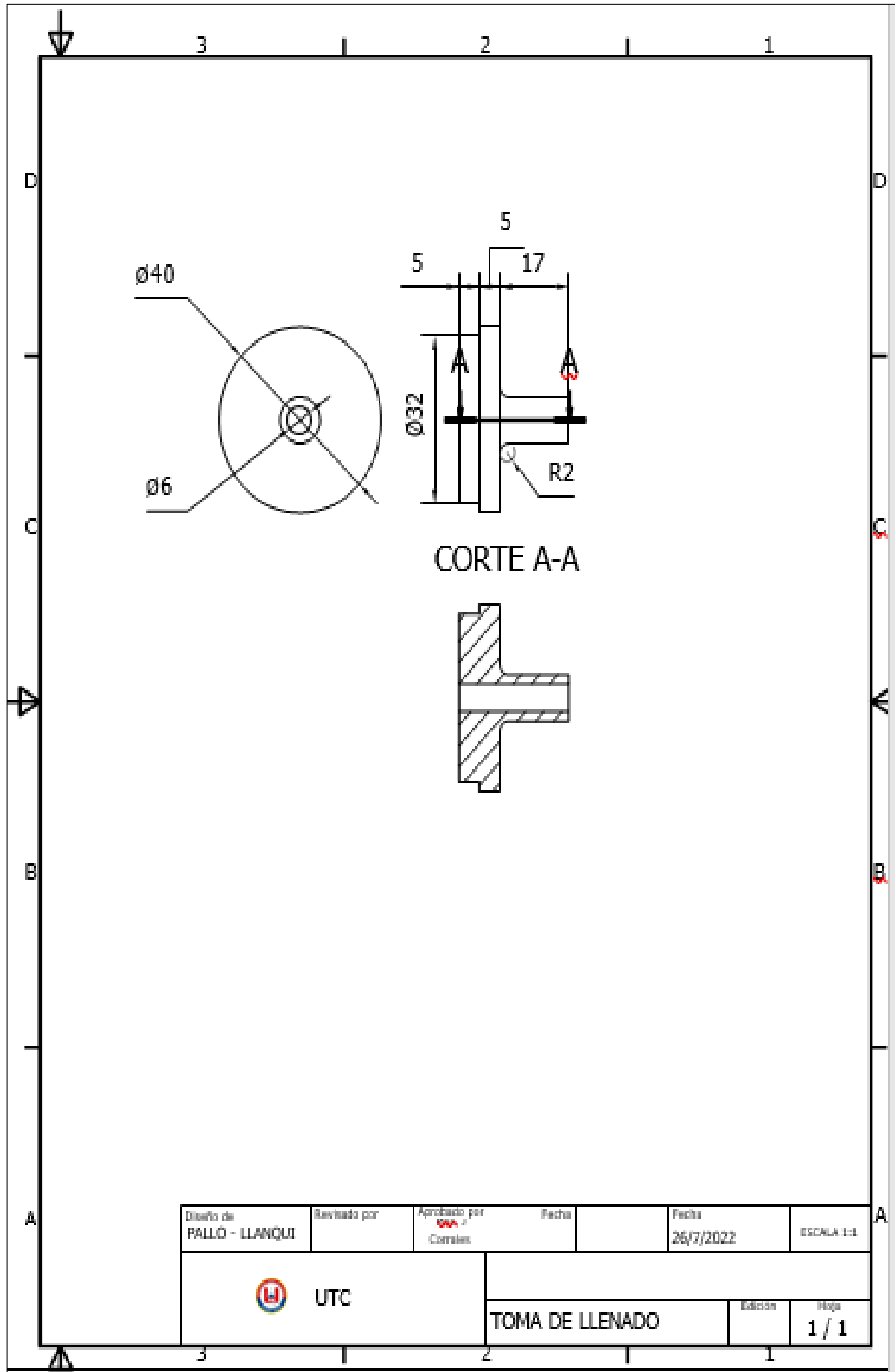
Diseño de PALLO - LLANQUE	Revisado por UTC	Aprobado por Corniles	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:2,5
			SOPORTE CONEXION		Edición
					Hoja 1 / 1




Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	ESCALA
PALLO - LLANQUI		Corralles		26/7/2022	1:1
 UTC		SOPORTE PISTON		Edición	Foja
					1 / 1

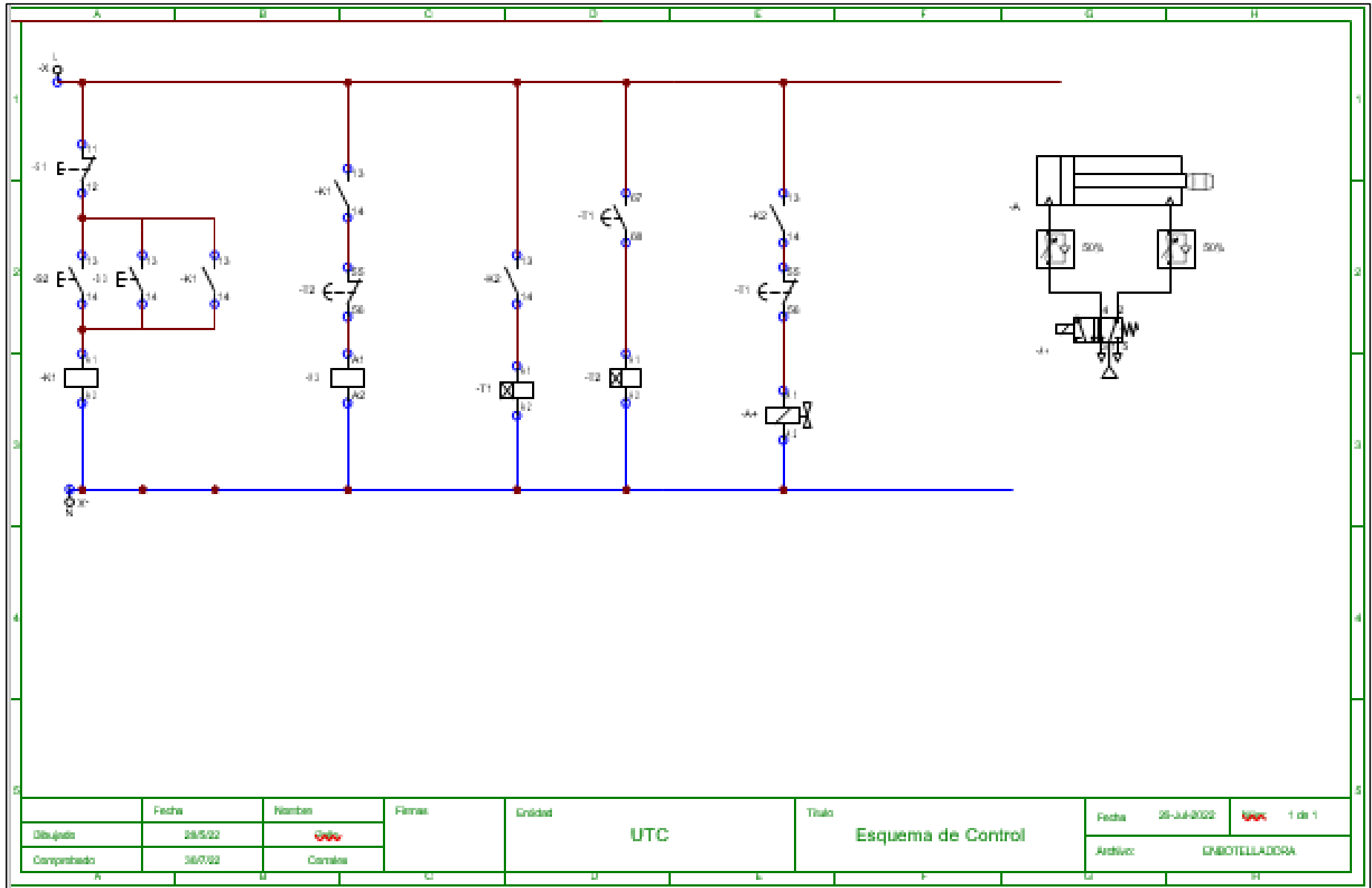


Diseño de PALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por UTC Corrales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:2,5
 UTC			TANQUE		Escala
					Hoja 1 / 1



CORTE A-A

Diseño de FALLO - LLANQUI	Revisado por	Aprobado por Corrales	Fecha	Fecha 26/7/2022	ESCALA 1:1
 UTC		TOMA DE LLENADO		Edición	Hoja
					1 / 1



	Fecha	Nombre	Firma	Grado	Título	Fecha	26-JUL-2022	1 de 1
Dibujado	26/5/22			UTC	Esquema de Control	Archivo:	EMBOTELLADORA	
Comprobado	26/7/22	Corrales						

Anexo 4. Curriculum Vitae



**UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI**



SIITH
Sistema Informático
Integrado de Talento
Humano



FICHA SIITH

DATOS PERSONALES:

TIPO	CI/PAS	NACIONALIDAD	APELLIDO	APELLIDO M	NOMBRE	FNAC	EST CIVIL	SEXO	GENERO
C		ECU	CORRALES	BONILLA	JOHNATAN ISRAEL	15/10/1990	CASADO/A	M	MASCULINO



SANGRE	DISCAPACIDAD	%	CONADIS	ETNIA	NACION INDIGENA
B+	NINGUNA		0 NOAPLICA	MESTIZO	NO APLICA

LUGAR NAC	RESIDENCIA	CONVENC	CELULAR	DIRECCION
LA MATRIZ	LA MATRIZ			SÁNCHEZ DE ORELLANA Y LEOPOLDO PINO

MAIL PERSONAL	MAIL INST
CORRALESJOHNATAN@GMAIL.COM	JOHNATAN.CORRALES5518@UTC.EDU.EC

DATOS ACADÉMICOS:

TITULO	NOMBRE	AREA	SUBAREA	PAIS	SENESCYT
MAESTRIA O EQUIVALENTE	MÁSTER EN GESTIÓN	INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	INGENIERÍA Y PROFESIONES AFINES	PORTUGAL	6201145490
MAESTRIA O EQUIVALENTE	INGENIRO EN MECATRÓNICA	INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	INGENIERÍA Y PROFESIONES AFINES	ECUADOR	1041141328457

CURSOS Y CERTIFICADOS:

TIPO	NOMBRE	INSTITUCION	HORAS	FECHA
WEBINAR	MARKETING DIGITAL	RED SOCIO EMPLEO	3	13/mayo/2020
CURSO	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES-PREVENCIÓN DE REIS	SEGURIDAD INDUSTRIAL POMPIER	8	02/enero/2020
CONGRESO	I CONGRESO DE INFORMÁTICA 2019	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	03/enero/2019
CURSO	CURSO ONLINE DE MONTAJE DE SISTEMAS DOMÓTICOS E IN	EUROINNOVA	150	16/mayo/2018
CURSO	SISTEMA DE CONTROL DELTAV NIVEL INTERMEDIO	SISTEMAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES	40	01/marzo/2016
RECONOCIMI ENTO	COLABORADOR MÁS DESTACADO DEL CENTRO DE SERVICIOS	SEIN	1	01/febrero/2016
CURSO	SISTEMAS DE CONTROL DELTAV NIVEL BÁSICO	SISTEMAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES	24	12/octubre/2015
CONFERENCI A	CHARLA DE ACTUACIÓN EN EMERGENCIAS	POMPIER	4	26/agosto/2015
CURSO	BÁSICO DE PRIMEROS AUXILIOS	POMPIER	8	11/junio/2015
SEMINARIO	RIESGOS DE INCENDIOS, PLAN DE EMERGENCIA, PROVENCI	INTERNACIONAL FIRE SECURITY	8	27/mayo/2015
PASANTIA	PASANTÍAS DEPARTAMENTO DE CÉLULAS INNOVADORAS	NOVACERO	1000	01/enero/2013

PUBLICACIONES DE LIBROS O REVISTAS:

TIPO	TITULO	PAG	EDIC	AÑO	ISBN
------	--------	-----	------	-----	------

EXPERIENCIA LABORAL:

TIPO	INSTITUCION	CARGO	CATEDRA	INICIO	FIN	REFERENCIA	TLF-REF
DOCENCIA UNIVERSITARIA	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CORPORATIVO EDWARDS DEMING	DOCENTE-TUTOR		21/07/2018	14/09/2019	GALO RENAM MORENO CUEVA	0996610535
LABORAL	A&M SYSTEMS	INGENIERO DE PROYECTOS		01/08/2017	31/10/2017	ANA BONILLA	0987497291
LABORAL	SISTEMAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES	INGENIERO DE PROYECTOS Y SERVICIOS		25/01/2015	30/06/2017	LUIS GUTIÉRREZ	0998029175

DATOS LABORALES INSTITUCIONALES:

ORGANICO	REL-LAB	SEDE	ESTADO	DEDICACION
LM DOCENTE CARRERA ELECTROMECAICA	DOCENTE	LA MANA	ACTIVO	EXCLUSIVA o TIEMPO COMPLETO

PUESTO OFICIAL	PUESTO EJERCE
DOCENTE OCASIONAL	DOCENTE OCASIONAL
FACULTAD	CARRERA
LM CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS	ELECTROMECAICA

CURRICULUM VITAE

INFORMACIÓN

Nombres y Apellidos: Ricardo Xavier Pallo Macias

Cédula de Identidad: 1250523030

Lugar y fecha de nacimiento: Quito, 15 de Noviembre del 1999

Domicilio: El Moral- Vía Valencia

Dirección: Principal a lado del minimarket la "Selecta"

Celular: 0997245404

Correo electrónico: ricardo.pallo3030@utc.edu.ec



ESTUDIOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta "Francisco De Orellana"

Secundaria: Irfeyal "Padre José María Velaz"

Tercer Nivel: Universidad Técnica de Cotopaxi "Carrera Ingeniería Electromecánica"

TÍTULOS

- Bachiller En Contabilidad.

IDIOMAS

- Español
- Suficiencia en el Idioma Inglés B1

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- Curso en prevención en riesgos laborales
- Curso de Auxiliar en Domótica - UTC La Maná
- Centro de Formación Artesanal "Centro Técnico Quevedo"

CURRICULUM VITAE

INFORMACIÓN

Nombres y Apellidos: Byron Leonardo Llanqui Gavilanes

Cédula de Identidad: 0550446116

Lugar y fecha de nacimiento: La Maná, 3 de julio de 1999

Domicilio: Recinto la Soledad

Dirección: Vía Tres Coronas

Celular: 0994585365

Correo electrónico: byron.llanqui6116@utc.edu.ec



ESTUDIOS

Primaria: Escuela Teniente Hugo Ortiz

Secundaria: Unidad Educativa La Maná

Tercer Nivel: Universidad Técnica de Cotopaxi "Carrera Ingeniería Electromecánica"

TÍTULOS

- Bachillerato General Unificado

IDIOMAS

- Español
- Suficiencia en el Idioma Inglés B1

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- Curso en prevención en riesgos laborales
- Curso de Auxiliar en Domótica - UTC La Maná
- Centro de Formación Artesanal "Centro Técnico Quevedo"

Anexo 5. Entrevista

1. ¿Cuál es su necesidad dentro de la empresa?

implementar un sistema automático para el llenado de botellas de agua

2. ¿Por qué desea realizar esta implementación automática de llenado de botellas?

porque estaría teniendo mayor producción y podría expandir más mi negocio.

3. ¿Cuáles serían los beneficiarios directos e indirectos de esta implementación?

Dentro de esta implementación los beneficiarios directos serán tres operadores de planta dos repartidores gerente y personal de ventas, mientras que los beneficiarios indirectos serían los habitantes del cantón Pujilí.

4. ¿Para cuantas botellas de llenado necesitaría implementar?

Se necesitaría para tres botellas de diferentes ml debido a la distribución mayoritaria en esos aspectos.

5. ¿De cuántos mililitros son las respectivas botellas que se emplea en la empresa?

son de 600, 625 y 1000 ml los que mayoritariamente se venden en el mercado.

6. ¿Cuál el porcentaje de producción que aspira incrementar?

Al hacerlo de manera automática estaría expandiendo la producción en un 40%, ya que de manera manual se demora más tiempo en el llenado.

7. ¿Cuántos años lleva la empresa realizando el embotellamiento de agua?

Estamos activos desde el 2006 y cada año tras año la empresa tiene la visión de ser una de las primeras comercializadora de agua del país.

8. ¿Le gustaría dejarle la opción de manera manual en caso de que presente fallas la implementación automática?

Claro porque así no tendría que parar la producción.

Anexo 6. Aval de traducción

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE LLENADO DE BOTELLAS PARA LA EMPRESA SPRING WATER** egresado de la Carrera de: Ingeniería Electromecánica, perteneciente a la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.


La Maná, mayo de 2022

Atentamente,



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5








Anexo 7. Original Urkund



Document Information

Analyzed document	EMBOTELLADORA-FINAL-CORRECCIÓNultima.pdf (D143297995)
Submitted	8/26/2022 8:23:00 PM
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / PROYECTO-MAYORGA JUAN-SOLIZ EDUARDO.pdf Document PROYECTO-MAYORGA JUAN-SOLIZ EDUARDO.pdf (D143264453) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.urkund.com	 17
W	URL: https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21523 Fetched: 8/26/2022 8:23:00 PM	 1
W	URL: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16944 Fetched: 8/26/2022 8:24:00 PM	 1
SA	ANGEL_OMAR_AGUILAR_ROMERO_TECNOLOGIA_ELECTRICIDAD_2016.docx Document ANGEL_OMAR_AGUILAR_ROMERO_TECNOLOGIA_ELECTRICIDAD_2016.docx (D23539248)	 1
W	URL: http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8278 Fetched: 8/26/2022 8:24:00 PM	 1
W	URL: https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/25414 Fetched: 8/26/2022 8:24:00 PM	 1
W	URL: http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11040 Fetched: 8/26/2022 8:25:00 PM	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS-CIYA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico AUTORES

Ricardo Xavier Pallo Macías Byron Leonardo Llanqui Gavilanes TUTOR: MSc. Johnatan Israel Corrales Bonilla LA MANÁ-ECUADOR MAYO-2022 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE LLENADO DE BOTELLAS PARA LA EMPRESA SPRING WATER.

ii DECLARACIÓN DE AUTORÍA Yo, Ricardo Xavier Pallo Macías y Byron Leonardo Llanqui Gavilanes, declaro ser autores del presente proyecto de investigación: Implementación de un sistema automático de llenado de botellas para la empresa Spring Water, siendo el MSc. JOHNATAN ISRAEL CORRALES BÓNILLA, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Ricardo Xavier Pallo Macías Byron Leonardo Llanqui Gavilanes CI: 1250523030 CI: 0550446116

iii

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título: IMPLEMENTACIÓN DE UN