



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título del proyecto:
Módulo demostrativo automático con control IoT para embotelladoras de agua
Línea de Investigación:
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
Campo amplio de conocimiento:
Ingeniería, industria y construcción
Autor/a:
Edison Noe Buenaño Buenaño
Tutor/a:
PhD. Maryory Urdaneta Ing. Wilmer Albarracin Mg

Quito – Ecuador

2024

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, PhD. Mayory Urdaneta con C.I: 1759316126 en calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Módulo demostrativo automático con control IoT para embotelladoras de agua.

Elaborado por: Edison Noe Buenaño Buenaño, de C.I: 1804570636, estudiante de la Maestría en Electrónica y Automatización, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 31 de agosto de 2024



PhD. Mayory Urdaneta

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Ing. Wilmer Albarracin Mg, con C.I: 1713341152 en calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Módulo demostrativo automático con control IoT para embotelladoras de agua.

Elaborado por: Edison Noe Buenaño Buenaño, de C.I: 1804570636, estudiante de la Maestría en Electrónica y Automatización, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 31 de agosto de 2024



Ing. Wilmer Albarracin Mg,

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, Edison Noe Buenaño Buenaño con C.I: 1804570636, autor/a del proyecto de titulación denominado: Módulo demostrativo automático con control IoT para embotelladoras de agua. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y Automatización,

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 31 de agosto de 2024

Firma

Tabla de contenidos

APROBACIÓN DEL TUTOR	2
DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE	4
INFORMACIÓN GENERAL	1
Contextualización del tema	1
Problema de investigación	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	3
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	3
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
1.1. Contextualización general del estado del arte	4
1.2. Proceso investigativo metodológico	5
CAPÍTULO II: PROPUESTA	7
2.1 Fundamentos teóricos aplicados	7
2.2 Descripción de la propuesta	11
2.3 Matriz de articulación de la propuesta	17
2.4 Análisis de resultados. Presentación y discusión.	19
2.4.1 Presentación de resultados	19
2.4.2 Validación del impacto del prototipo	28
2.4.3 Prefactibilidad de la implementación	32
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1. Componentes del prototipo.....	12
Tabla 2. Matriz de articulación	17
Tabla 3. Pruebas de los tiempos de llenado	28
Tabla 4. Pruebas en el sistema giratorio para tapas	29
Tabla 5. Pruebas en el sellado de tapas.....	30
Tabla 6. Descripción de perfil de validadores.....	30
Tabla 7. Escala de evaluación.....	31
Tabla 8. Detalle de costos en maquinaria.....	33
Tabla 9. Detalle del calendario de inversiones del proyecto	34
Tabla 10. Detalle de inversión para trabajadores.....	35
Tabla 11. Inversión y financiamiento del proyecto.....	36
Tabla 12. Estimación de ingresos del proyecto (ventas).....	36
Tabla 13. Presupuesto de gastos	37
Tabla 14. Analisis del financiamiento	37
Tabla 15. Valor actual neto	38
Tabla 16. Relacion beneficio costo	38
Tabla 17. Periodo real de recuperación.....	39
Tabla 18. Tasa interna de retorno	39

Índice de figuras

Figura 1. Estructura para el desarrollo de la propuesta se basa en la siguiente metodología.....	6
Figura 2. Estructura de fundamentos teóricos.....	7
Figura 3. Diagrama de funcionamiento del sistema.....	12
Figura 4. Banda Transportadora.....	19
Figura 5. Motor de banda transportadora.....	19
Figura 6. Plato giratorio y sensor capacitivo.....	20
Figura 7. Sensor de agua para seguridad.....	20
Figura 8. Bomba de agua y Electroválvula.....	21
Figura 9. Reservorio de agua.....	21
Figura 10. Caja de control con pantalla HMI.....	22
Figura 11. Fuente de alimentación y controlador lógico programable.....	22
Figura 12. Programación del PLC Logo en Logosoft Confort.....	23
Figura 13. Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 1.....	23
Figura 14. Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 2.....	24
Figura 15. Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 3.....	24
Figura 16. Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 4.....	25
Figura 17. Programación del HMI en Kinco DTools parte 1.....	25
Figura 18. Programación del HMI en Kinco DTools parte 2.....	26
Figura 19. Programación del HMI en Kinco DTools parte 3.....	26
Figura 20. Programación del HMI en Kinco DTools parte 4.....	27
Figura 21. Programación del HMI en Kinco DTools parte 5.....	27
Figura 22. Programación del HMI en Kinco DTools parte 6.....	28
Figura 23. Pruebas de los tiempos de llenado.....	29
Figura 24. Pruebas de traslado de botellas.....	30
Figura 25. Pruebas de sellado de tapas.....	31

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

En un entorno tecnológico avanzado, es esencial investigar el progreso del conocimiento en la innovación industrial de instalaciones para la purificación y embotellado de agua (Waheed et al., 2023). Esto se logra mediante la exploración de sistemas modernos y tecnologías disruptivas, liderando la transformación industrial (Goodrich & Hall, 2024). La reindustrialización es clave para fomentar la inversión en desarrollo e investigación (I+D), mejorando la eficiencia de los procesos industriales y creando nuevos productos (Tembekar, 2023). Este enfoque promueve la adopción de tecnologías avanzadas, incrementando significativamente la competitividad global (Jan et al., 2022a). Gracias al avance tecnológico y su mayor accesibilidad en costos, ha crecido la tendencia de automatizar procesos previamente manuales. Esto mejora la calidad y productividad del sistema, reduciendo costos al automatizar tareas repetitivas.

En la industria contemporánea, la automatización ha transformado la producción y el envasado de diversos productos, incluyendo el sector del agua embotellada (Arowolo et al., 2024). Los sistemas automatizados y flexibles de embotellado de agua han surgido como soluciones eficientes para la producción a gran escala, permitiendo una mejor adaptación a las dinámicas cambiantes del mercado y manteniendo altos estándares de calidad (Rodríguez-Maese et al., 2024).

En las últimas décadas, la demanda de agua purificada para consumo humano ha crecido exponencialmente (Rouse et al., 2024). Este fenómeno presenta un desafío significativo para las empresas proveedoras, que deben enfrentar la dificultad de satisfacer un mercado en constante expansión (Jan et al., 2022b). El rápido crecimiento puede generar problemas como la sobreexplotación de recursos mecánicos y técnicos en el esfuerzo por satisfacer la demanda creciente (Arowolo et al., 2024). A largo plazo, esto podría afectar la eficiencia de la producción debido a fallos en las máquinas o a la falta de equipamiento en las empresas más pequeñas del sector de purificación y distribución de agua (Coetzer et al., 2020).

Los sistemas de embotellado automatizado y flexible integran todas las etapas del proceso, desde el tratamiento inicial del agua hasta el envasado final (k & Mahadevaswamy, 2018). Estos sistemas se adaptan rápidamente a diferentes formas y tamaños de botellas y a diversas capacidades de producción (Gericke et al., 2019). Esta versatilidad los hace ideales para las empresas que desean ofrecer una amplia gama de productos y adaptarse de manera pronta a las preferencias inconstantes de los consumidores (Nurhasan et al., 2018). Este informe describe

detalladamente el proceso de creación de la maqueta, incluyendo los materiales utilizados y los métodos aplicados (Natividad & Palaoag, 2019). Además, se presenta un presupuesto detallado del proyecto y se concluye con anexos relacionados con los softwares utilizados y su funcionalidad (Murge et al., 2020).

Problema de investigación

Dado el déficit de investigaciones tecnológicas en el ámbito industrial y la falta de desarrollo de autómatas programables en entornos modernos, es crucial implementar estrategias innovadoras para generar conocimiento y evaluar los beneficios de la automatización en las líneas modernas de producción de embotellado de agua. Es esencial desarrollar métodos de recopilación de datos utilizando sistemas automatizados, SCADA e IoT para complementar los estudios prácticos existentes, ya que estos datos son estrictamente necesarios en la toma de decisiones (Yousif & Abdalgader, 2022), por lo tanto, la investigación se centra en comparar sistemas automatizados de embotellado de agua con sus versiones convencionales (Kiangala & Wang, 2019), con el objetivo de optimizar procesos mediante herramientas tecnológicas, promoviendo así la modernización de las fábricas de embotellado de agua y permitiéndoles competir eficazmente a nivel global (Waheed et al., 2023).

La automatización tiene un impacto profundo en la industria global. Permite a las empresas aumentar la productividad y eficiencia al reemplazar tareas manuales repetitivas con procesos automatizados (Yuchen et al., 2024). Este cambio reduce costos laborales, minimiza errores humanos y mejora la calidad del producto final, particularmente en los sistemas automatizados de agua (Wu & Liu, 2024). Además, la automatización integra tecnologías modernas, como la inteligencia artificial y sistemas autómatas, en los procesos industriales (Fazlollahtabar, 2024). Estas tecnologías analizan grandes volúmenes de datos en tiempo real, permitiendo decisiones más informadas y optimización de la producción (Mahboob et al., 2024).

En la provincia de Santa Elena, no se han desarrollado investigaciones en manufactura y tecnología industrial en los sistemas de purificación y llenado de agua. Con el crecimiento significativo de las empresas, es necesario presentar métodos de producción modernos, reflejados en este estudio.

Objetivo general

Desarrollar un módulo demostrativo automático con control IoT para embotelladoras de agua.

Objetivos específicos

- Contextualizar los fundamentos teóricos referentes al módulo demostrativo automático y la mejora de sus procesos en plantas embotelladoras de agua.
- Diagnosticar la situación actual de los sistemas de embotelladoras de agua y sus procesos.
- Diseñar un sistema moderno automático con control IoT para embotelladoras de agua y los beneficios en el mejoramiento de los procesos productivos y el control de estos.
- Validar el funcionamiento por expertos en el tema, demostrando la funcionalidad y validez del mismo.

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

Los beneficiarios son las empresas dedicadas a comercialización de agua, de esta manera estableciendo un estudio de línea base para la mejora de los procesos y de esta manera mejorar los procesos productivos, y siendo un sistema optimo que se pueda replicar y aplicable en el medio local, cuidando los costos de producción, costos de inversión en la maquinaria.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Contextualización general del estado del arte

La automatización industrial implica controlar la actividad y el progreso de los procesos sin la intervención constante de un operador humano (Zahariev et al., 2024). Esto requiere el uso de varios periféricos, software de aplicación, unidades remotas, sistemas conectados de comunicación, entre otros, que permiten al operador acceder completamente al proceso y visualizarlo en una pantalla de computadora (Pathak et al., 2024).

Además, utilizan sistemas o componentes informáticos para monitorear maquinaria y procedimientos en la industria, eliminando la necesidad de operadores humanos (Huang et al., 2024). En otras palabras, al hablar de sistemas de automatización industrial, nos referimos a elementos que permiten eliminar o minimizar la intervención humana en los procesos industriales, los cuales están formados principalmente por sistemas cableados o programados (Dinlersoz & Wolf, 2024).

En el sistema, el hardware incluye dispositivos inteligentes interconectados en un gabinete, mientras que el software en el concentrador de información recopila datos continuamente en tiempo real y los comunica a la nube para su monitoreo por medio de una aplicación web (Zapata & Urdaneta, 2024). La nube utiliza algoritmos avanzados para analizar datos, generar alarmas, históricos, además de ofrecer interfaces de usuario amigables mediante dashboards de alta calidad (Quinaloa-Ramirez & Albarracín-Guarochico, 2024).

La implementación de sistemas de procesos controlados por autómatas en los sectores productivos implica el uso de dispositivos automatizados, como los controladores lógicos programables (PLC) (Folgado et al., 2024), de esta forma se supervisa y gestiona de manera eficiente los procedimientos de producción en diversas industrias. Estos sistemas permiten optimizar tareas y tomar decisiones en tiempo real, mejorando así la productividad y la calidad de los productos fabricados (Lo et al., 2024).

Un sistema de embotellamiento de agua automática flexible posee varios componentes cada uno con su función e importancia por lo que es de gran relevancia conocer todos sus lo que realizan (Costa et al., 2022). Como primer punto se investigó el número y tipo de componentes que conforman el sistema que se plantea de esta forma una tabla con los componentes y las características (Goecks et al., 2024).

El IoT está avanzando rápidamente y tiene aplicaciones en múltiples sectores como energía, medio ambiente y medicina (Zapata & Urdaneta, 2024). Actualmente, es común encontrar dispositivos controlables remotamente a través de internet, utilizados para control o monitoreo

mediante sensores integrados (Albarracín-Guarochico et al., 2024). La enseñanza sobre automatización y control remoto de dispositivos físicos con tecnología iot representa un desafío universitario global, en línea con el desarrollo de la industria 4.0 y las necesidades educativas actuales (Chilan et al., 2024).

1.2. Proceso investigativo metodológico

Para llevar a cabo la investigación, es fundamental considerar las técnicas y procedimientos adecuados para formular y resolver problemas en empresas embotelladoras de agua. En esta fase, se implementan acciones destinadas a identificar y analizar minuciosamente el problema planteado en la investigación, tomando como referencia la provincia de Santa Elena. Este proceso incluye la aplicación de técnicas de observación y recolección de datos.

El enfoque de investigación de este trabajo es cuantitativo y se caracteriza por la recolección y análisis de datos de variables y el análisis de este, programación de equipos y medición de tiempos en los procesos de plantas embotelladoras de agua (Pilcher & Cortazzi, 2024). Por lo que se plantea un estudio detallado y eficiente; en este sentido se recolectan datos numéricos de los fenómenos que se estudian y sus variables se analizan de manera descriptiva. Tiene el propósito de establecer respuesta al problema planteado mediante cada una de sus fases y es un proceso riguroso y secuencial.

Una vez definido el enfoque de la investigación y considerando la utilización de datos cuantitativos, el presente estudio persiguió un diseño experimental. Según los autores (Hernández & Mendoza, 2018) el diseño experimental refiere a estudios observacionales donde se realizan intervenciones deliberadas en las variables, los fenómenos son observados en su ambiente natural y luego analizados para obtener conclusiones.

De acuerdo con el tipo de investigación definido se utiliza un diseño de Investigación descriptiva la cual explora la conexión entre la optimización de equipos embotelladoras de agua y entender cómo las actividades, procedimientos o recursos y la automatización se relacionan en el marco de la investigación y mejoran los recursos utilizados.

En la figura 1 se evidencia los procedimientos metodológicos y se definen como las operaciones diseñadas para recolectar datos que estén alineados con los objetivos de la investigación y el diseño previamente establecido. Estos procedimientos deben estar estandarizados conforme al diseño del estudio y a la operacionalización, conocidas como indicadores válidos (Baena Paz & elibro.net., 2014).

Figura 1.

Estructura para el desarrollo de la propuesta se basa en la siguiente metodología



Para los métodos y las técnicas utilizadas para validar la propuesta se utiliza la observación directa, esta técnica implica la observación directa del fenómeno bajo estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018). Donde es fundamental que el observador no sea detectado para evitar influir en el comportamiento de los sujetos. Se utiliza para recopilar información diversa en diferentes contextos, y se han identificado variaciones entre algunas formas de observación debido a su extensa aplicación histórica. Se llevó a cabo una observación sistemática de los fenómenos, situaciones y eventos ocurridos en el prototipo y pruebas de error, con el propósito de obtener la máxima información posible y determinar que el proyecto planteado es eficiente y cumple las especificaciones necesarias para su producción (Baena Paz & elibro.net., 2014).

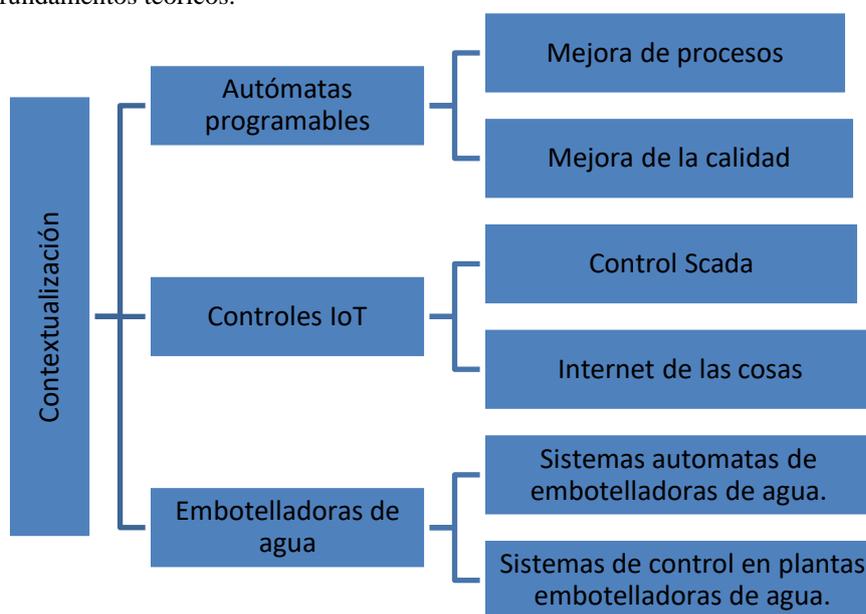
CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

En la figura 2, se esquematiza a relación de las variables y las temáticas generatrices para indagar los conceptos fundamentales de las variables de estudio, de esta forma se enfatiza los conceptos principales para el desarrollo de este.

Como antecedentes la automatización es muy importante y da a notar que hay investigaciones en las cuales se ha mejorado los procesos productivos con la implementación de proceso automáticos (Zahariev et al., 2024). Consecuentemente, se analiza el nivel de automatización en el proceso de fabricación, identificando y verificando los factores que inciden en la funcionalidad del proceso y de esta forma relacionando con los insumos que intervienen en la realización de los procesos.

Figura 2.
Estructura de fundamentos teóricos.



- **La automatización como mejora de procesos**

Menciona Campilho & Silva, (2023) que la automatización se presenta como una herramienta esencial para la mejora de procesos al agilizar la ejecución de tareas, reducir errores y aumentar la eficiencia operativa. Al eliminar la carga de trabajo repetitiva y propensa a errores de los trabajadores, permite un uso más efectivo de los recursos humanos en tareas que requieren habilidades cognitivas únicas (Mamede et al., 2023). Además, la automatización proporciona datos en tiempo real que permiten tomar decisiones basadas en información precisa, lo que conduce a una toma de decisiones más informada y estratégica (Boina et al., 2023).

- **La automatización para la mejora de la calidad.**

(Azamfirei et al., 2023) enmarcan que la automatización se convierte en un recurso fundamental para elevar la calidad de productos y servicios. Al eliminar la influencia de factores humanos, como la fatiga o la variabilidad en la ejecución de tareas, la automatización asegura una consistencia y precisión sin precedentes (Zhao et al., 2023). Esto se traduce en una reducción significativa de defectos y errores, lo que directamente mejora la calidad final de los productos (Shang et al., 2023). Además, la automatización facilita un control más riguroso de los procesos, lo que permite detectar y corregir desviaciones en tiempo real, evitando así la producción de productos defectuosos (Boeschoten et al., 2023).

- **La automatización como mejora de tiempos de producción.**

La automatización se destaca como una herramienta esencial para mejorar los tiempos de producción de manera sustancial de la misma forma mencionan (Campilho & Silva, 2023), que, al delegar tareas repetitivas y laboriosas a sistemas automatizados, se reduce el tiempo requerido para completar una variedad de procesos. Estos sistemas pueden operar de manera continua, sin la necesidad de pausas o descansos, lo que significa que pueden mantener una alta velocidad de producción las 24 horas del día (Mamede et al., 2023). La automatización se ha vuelto crucial en la industria, integrándose en todos los procesos fabriles, especialmente en sectores exigentes como las empresas industriales (Quinaloa-Ramírez & Albarracín-Guarocho, 2024).

Además, la automatización aporta la capacidad de optimizar la secuencia de tareas y procesos, lo que conduce a una coordinación más eficiente y, en última instancia, a una producción más rápida (Quinteros et al., 2020). La programación precisa y la supervisión constante de sistemas automatizados garantizan una sincronización precisa y una ejecución sin interrupciones, lo que reduce los cuellos de botella y las ineficiencias que pueden surgir en procesos convencionales (Castro-Medicina & Albarracín-Guarocho, 2024).

- **La automatización y la mejora con los sistemas de monitoreo Scada en la toma de decisiones.**

La automatización, cuando se combina con sistemas de monitoreo SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), se convierte en una poderosa herramienta para la toma de decisiones informadas y efectivas (Kaittan & Mohammed, 2024). Los sistemas SCADA permiten la

supervisión en tiempo real de una amplia gama de procesos industriales, recopilando datos precisos sobre el rendimiento, el estado de equipos y variables clave (Bouraiou et al., 2024). Esto proporciona a los operadores y gerentes una visibilidad completa de lo que está ocurriendo en una instalación en cualquier momento, lo que les permite tomar decisiones fundamentadas en datos concretos (Kaundal et al., 2024).

Además, la integración de sistemas SCADA con la automatización permite la automatización de tareas de respuesta a eventos y la implementación de algoritmos avanzados para el control de procesos (AL Ghazo & Kumar, 2024). Esto significa que los sistemas pueden tomar decisiones automáticamente en función de los datos en tiempo real, optimizando los procesos (Nechibvute & Mafukidze, 2024).

- **Internet de las cosas**

La implementación del Internet de las Cosas (IoT) en plantas embotelladoras de agua está revolucionando la industria al permitir el monitoreo y la optimización en tiempo real de los procesos de producción (Bueno et al., 2024). Los sistemas IoT en estas plantas generalmente implican el uso de sensores avanzados y controladores para monitorear diversos parámetros, como la calidad del agua, la eficiencia de la producción y el rendimiento del equipo (Rodríguez-Sánchez et al., 2024). Se recomienda no solo monitorear, sino también controlar de manera remota con IoT en futuros proyectos agrícolas, promoviendo la innovación y la sostenibilidad económica y ambiental en las comunidades agrícolas (Fernández-Sarmiento et al., 2024).

Monitoreo de la Calidad del Agua: Los sistemas de monitoreo de la calidad del agua basados en IoT utilizan sensores para medir parámetros como el pH, la turbidez, la conductividad y la temperatura (Singh & Walingo, 2024). Estos sistemas pueden proporcionar datos en tiempo real, lo que permite tomar medidas correctivas inmediatas si la calidad del agua se desvía de los estándares establecidos (MDPI) (MDPI) (Jayaraman et al., 2024).

Optimización de la Eficiencia: Los dispositivos IoT pueden optimizar el consumo de energía al gestionar de manera más efectiva la asignación de recursos (Mu & Antwi-Afari, 2024). Por ejemplo, algunos estudios han desarrollado redes de sensores inalámbricos que utilizan algoritmos de programación para asegurar el uso sostenible de los recursos, reduciendo así el consumo de energía en los sistemas de monitoreo de la calidad del agua (MDPI).

Análisis de Datos y Toma de Decisiones: Los sistemas IoT a menudo incorporan análisis de big data y plataformas basadas en la nube para procesar la gran cantidad de datos recopilados (Yousif & Abdalgader, 2022). Este análisis ayuda en el mantenimiento predictivo del equipo,

reduciendo el tiempo de inactividad y asegurando una operación continua. Algoritmos avanzados, incluyendo el aprendizaje profundo, se utilizan para prever la demanda de agua y gestionar los sistemas de distribución de manera eficiente (Amador-Castro et al., 2024).

Integración del Sistema: La integración del IoT en las plantas embotelladoras de agua implica una combinación de hardware y software, incluyendo Controladores Lógicos Programables (PLC), unidades remotas y sistemas de comunicación (Jayaraman et al., 2024). Esta configuración permite a los operadores tener un control completo y visualizar todo el proceso de embotellado a través de pantallas de computadora, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo la intervención humana (Nurhasan et al., 2018).

Para más detalles y estudios de caso específicos, puedes referirte a artículos como "IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review" publicado en MDPI, que proporciona información exhaustiva sobre las aplicaciones y beneficios del IoT en los sistemas de monitoreo del agua (Zulkifli et al., 2022).

- **Sistemas automáticos de embotelladoras de agua.**

Los sistemas automatizados en plantas embotelladoras de agua utilizan tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia, la productividad y el control de calidad. Estos sistemas incluyen una variedad de maquinaria automatizada y software, como Controladores Lógicos Programables (PLC), sistemas SCADA y tecnologías IoT, que permiten el monitoreo y control en tiempo real del proceso de embotellado (Waheed et al., 2023).

Eficiencia y Productividad: Los sistemas de embotellado automatizados integran diversas etapas del proceso de embotellado, desde la purificación del agua hasta el empaquetado final (Murge et al., 2020). Estos sistemas están diseñados para manejar diferentes formas y tamaños de botellas, permitiendo ajustes rápidos para satisfacer las demandas del mercado y mantener altos niveles de producción (Coetzer et al., 2023).

Control de Calidad: La integración de tecnologías IoT y sistemas SCADA permite el monitoreo y control continuo del proceso de producción. Estas tecnologías facilitan la recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real, ayudando a identificar y corregir problemas de manera inmediata, minimizando errores y asegurando una calidad constante del producto (Kaundal et al., 2024).

Flexibilidad y Adaptabilidad: Los sistemas automatizados modernos son altamente adaptables, capaces de manejar diversas capacidades de producción y cambiar rápidamente

entre diferentes tipos de productos (Cimino et al., 2024). Esta flexibilidad es crucial para satisfacer las preferencias cambiantes de los consumidores y ampliar las líneas de productos.

Impacto Ambiental: Los sistemas automatizados avanzados a menudo incorporan características que reducen el impacto ambiental, como diseños energéticamente eficientes y soluciones de gestión de residuos (Sani et al., 2024). Por ejemplo, algunos sistemas incluyen trituradores de botellas que reciclan botellas de PET, evitando que contribuyan a los residuos en vertederos.

Investigación y Desarrollo: El papel de la investigación y el desarrollo (I+D) en la implementación de estos sistemas es significativo. La inversión continua en I+D ayuda a desarrollar nuevas tecnologías y mejorar los sistemas existentes para aumentar aún más la eficiencia y la productividad en las plantas embotelladoras de agua (Jan et al., 2022b).

- **Sistemas de control en plantas embotelladoras de agua.**

Los sistemas de control en plantas embotelladoras de agua son esenciales para mejorar la eficiencia y la calidad del producto final. Estos sistemas utilizan tecnologías avanzadas como los autómatas programables (PLC) para supervisar y regular los procesos de producción en tiempo real (Waheed et al., 2023). Esto permite la optimización de tareas y la toma de decisiones basadas en datos, lo cual es crucial para mantener la competitividad en el mercado global.

Un estudio de caso sobre una planta embotelladora automatizada destaca cómo la toma de decisiones colaborativa, facilitada por la tecnología, puede mejorar significativamente la eficiencia y la productividad de la planta. Además, la incorporación de sistemas de control avanzados como SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) permite una supervisión y control más precisa de los procesos industriales, desde el tratamiento inicial del agua hasta el envasado final (Huanuco Porras et al., 2023).

Otro estudio enfatiza la importancia de los sistemas automatizados flexibles en la producción a gran escala de agua embotellada. De esta manera Tadesse et al., (2024) determinan que estos sistemas pueden adaptarse rápidamente a diferentes formas y tamaños de botellas y capacidades de producción, lo que es crucial para satisfacer la demanda creciente y las preferencias cambiantes de los consumidores.

2.2 Descripción de la propuesta

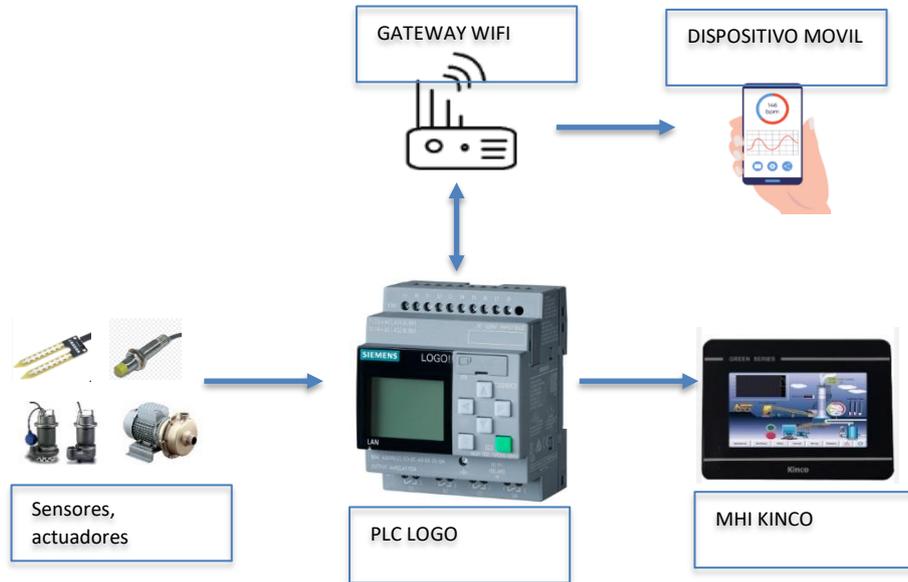
a) Estructura general

Es necesario conocer el esquema general de conexión donde consta la integración de sensores, actuadores, PLCs, HMI y dispositivos móviles crea un entorno altamente controlado y

eficiente en las plantas embotelladoras de agua. Estas tecnologías no solo optimizan la producción y garantizan la calidad del producto, sino que también permiten una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta ante cambios en la demanda y condiciones operativas (Mu & Antwi-Afari, 2024). La adopción de estos sistemas avanzados es esencial para mantener la competitividad en la industria del agua embotellada y enfrentar los desafíos del mercado global.

Figura 3.

Diagrama de funcionamiento del sistema.



b) Descripción de la estructura general

El diseño y operación del prototipo de una maquina embotelladora de agua requieren una integración cuidadosa de diversas tecnologías y componentes. Las especificaciones técnicas abarcan desde sensores y actuadores hasta sistemas de control avanzados como PLCs, HMI y dispositivos móviles como se evidencia en la tabla 1, cada uno desempeñando un papel crucial en la eficiencia y calidad de la producción. Los equipos se han seleccionado en base a disponibilidad del mercado y precio referencial en el mercado.

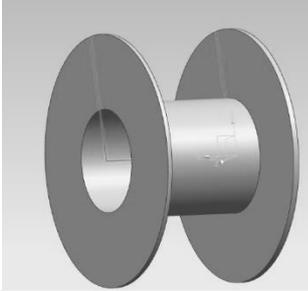
Tabla 1.

Componentes del prototipo

Componentes	Marca	Descripción	Observación
PLC Logo V8	Siemens	Controlador lógico programable fabricado por siemens se decide a la capacidad de 12/24 de voltaje para la entrada	

Módulo de expansión Logo Siemens	Siemens	Módulo de expansión DM8 24R, para modulo lógico LOGO 8 alimentación 24V AC, 4 ED a 24V AC, 4 SD a Relé	
Pantalla Kinco HMI	Kinco	Series GL043E Display 4.3" Resolution 800X480 pixels CPU ARM RISC 32Bit 800MHz Communication COM0 RS232 RS485 RS422 COM2: RS232	
Sonoff R3 4ch Interruptor Wifi	Sonoff	Tensión de operación: 90-250v AC(50/60Hz). Control Remoto RF: enciende / apaga 433MHz Carga máxima AC: 250V/10A/por canal Carga máxima DC: 30V/10A/por canal Potencia máxima: 2200Watts en total	
Motor paso a paso NEMA 17	Nema	Alto: 42 mm Longitud del eje: 22 mm De color negro Número de fase: 2 Tensión nominal: CC 3,6 V Resistencia de fase: 2,4X (1+15%) Fase Par de sujeción: 2420mN.m Dirección (extensión del eje): A-AB-B-en el sentido de las agujas del reloj Frecuenciamáxima de operación sin carga: >1900 PPS Momento de inercia: 57,3 g.cm ² Ángulo de paso: 1,8° ±0,09°	

Transformador de 110V a 12V	Omega	<p>Voltajes de entrada 110V, 220V</p> <p>Voltajes de salida 12v</p> <p>Potencia máxima soportada 500 W</p> <p>Frecuencia 60</p>	
El sensor de proximidad capacitivo LJC30A3-H-Z/BX (NPN-NO)	SICK AG	<p>Permite detectar objetos metálicos y no metálicos en un rango de hasta 10mm. De fácil integración con sistemas digitales como, Pícs o PLCs. Solo es necesario conectar la salida del sensor a una entrada digital del microcontrolador. La salida de este sensor es de tipo NPN normalmente abierto, por lo que al detectar un objeto la salida será GND y en estado de reposo VCC. Puede ser alimentado con 5V</p>	
Pulsador	CAMSCO	<p>Función simple NO, de 22mm metálicos, color rojo y verde.</p>	
Electroválvula, solenoide	TECMIKRO	<p>Una válvula de agua de 12V 110V solenoide, dispositivo electromecánico que controla el flujo de un líquido o gas mediante el uso de energía eléctrica de 12 voltios para abrir o cerrar un canal.</p>	
Cable #16	S/N	<p>La función principal del cable de calibre 16 es transportar corriente eléctrica de manera segura y eficiente en aplicaciones que requieren corriente moderada.</p>	

Bomba de agua	Novatroni c 385	Bomba de 12 V, y presión 0,8 MPA y llena 5 L/min	
Relé		Controla los circuitos de potencia 110V, aísla y mantiene de forma ordenada las conexiones entre los equipos.	
Carrete rotatorio	S/N Impreion en 3D	Con un diámetro de 25cm	
Caja de control	Inducom	Permiten proteger y maniobrar todo el sistema energético industrial, resguardando las instalaciones, los equipos y las maquinarias industriales.	
Interruptores termomagnéticos (Breaker)	Schneider Electric	Con 1 polo, capacidad de 16A, curva de disparo tipo C y poder de corte de 10kA, 127/230V AC, y 6kA, 230/400V AC	

c) Estrategias y/o técnicas

El proyecto enfoca varias estrategias y técnicas relevantes, que son las siguientes:

Análisis de requisitos: Los requisitos necesarios para el desarrollo enmarcan en necesidades básicas, con la interpretación de la teoría y comprensión de los requisitos del sistema, abarcando los equipos a supervisar, los datos necesarios, la frecuencia, la cantidad de usuarios finales, y el

propósito del sistema de embotellado de agua. Esta fase fue clave para establecer el alcance del proyecto y sentar una base sólida para su diseño.

Selección de equipos y tecnologías: en este apartado se realizó la identificación de los equipos electrónicos inteligentes que formarán parte del sistema de embotellado de agua, asegurando su confiabilidad y compatibilidad con de los dispositivos de entrada y salida con el PLC. Además, se definieron las tecnologías de comunicación que se utilizarán entre los dispositivos involucrados en el proyecto, como el PLC LOGO y la pantalla HMI Kinco.

Diseño del sistema programación de información: Se enfocó en establecer la programación necesaria entre la plataforma de programación de siemens V8.3 para el PLC logo y la pantalla HMI con Kinco tools.

Pruebas y validación: Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas del sistema de monitoreo, que incluyeron la verificación física del prototipo y de los componentes, la comprobación del envío y recepción de datos a través del sistema de comunicación Ethernet TCP/IP, y finalmente, la verificación del funcionamiento y pruebas de medición de tiempos de los procesos críticos y la mejora de estos.

-

2.3 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz se describe la articulación del prototipo realizado con los sustentos necesarios: teóricos, estratégicos, metodológicos, técnicos y tecnológicos.

Tabla 2.

Matriz de articulación

Ejes o partes principales del proyecto	Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
1 Definición de los elementos electrónicos, de control de aplicación de programación, variables de entrada a monitorear, variables de salida a controlar, etc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tablas comparativas de elementos 2. Análisis de factibilidad 3. Tomas de decisiones en base a funcionalidades 4. Lenguajes de programación 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Principios de la Automatización ➤ Fundamentos de electrónica ➤ Comunicaciones Inalámbricas ➤ Visión por Computador 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Principios de la Automatización: Aplicados para diseñar el sistema de control de manera efectiva. ❖ Fundamentos de electrónica: Utilizados para asegurar una integración adecuada y funcionamiento correcto de los componentes electrónicos. ❖ Comunicaciones Inalámbricas: Implementadas para la transmisión de datos entre los componentes del sistema. ❖ Visión por Computador: Empleada para la detección y monitoreo de las variables de entrada.
2 Diseño de circuitos electrónicos, de control, aplicación, programación, cálculos simulaciones, etc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de sistema de llenado y sellado automatizado optimo 2. Desarrollo de circuitos eléctricos en software especializados 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseño de prototipo (SolidWorks) ➤ Diseño de circuito (CadeSIMU) ➤ Diseño de circuito cableado (AutoCAD) ➤ Programación de PLC (Logosoft Confort) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diseño de prototipo (SolidWorks): Para crear un modelo 3D del sistema y visualizar su estructura. ❖ Diseño de circuito (CadeSIMU): Para simular y verificar el funcionamiento de los circuitos. ❖ Diseño de circuito cableado (AutoCAD): Para planificar y documentar el cableado del sistema.

		3. Simulación para un correcto funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Programación de HMI (Kinco DTools) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Programación de PLC (Logosoft Comfort): Para programar los controladores lógicos programables que controla el sistema. ❖ Programación de HMI (Kinco DTools): Para desarrollar la interfaz hombre-máquina que permite la interacción con el sistema.
3	Implementación cableada, sistemas electromecánicos, de control, de comunicaciones, aplicaciones IoT, programación, estructuras físicas, etc.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realización del cableado del sistema 2. Instalación de todos los componentes 3. Implementación de sistema de control 4. Aplicaciones de programación y calibración 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cableado estructurado ➤ Instalaciones eléctricas industriales ➤ Conexión de componentes ➤ Sistemas de comunicaciones ➤ Configuración y programación ➤ Desarrollo de bases de datos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cableado estructurado: Para organizar y conectar todos los componentes eléctricos de manera ordenada. ❖ Instalaciones eléctricas industriales: Para asegurar la correcta instalación y funcionamiento de los sistemas eléctricos. ❖ Conexión de componentes: Para ensamblar todos los elementos del sistema de manera eficiente. ❖ Sistemas de comunicaciones: Implementados para permitir la transferencia de datos entre los diferentes componentes del sistema. ❖ Configuración y programación: Para ajustar y programar los componentes del sistema, asegurando su correcta operación. ❖ Desarrollo de bases de datos: Para almacenar y gestionar los datos generados por el sistema.

2.4 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

2.4.1 Presentación de resultados

Figura 4.

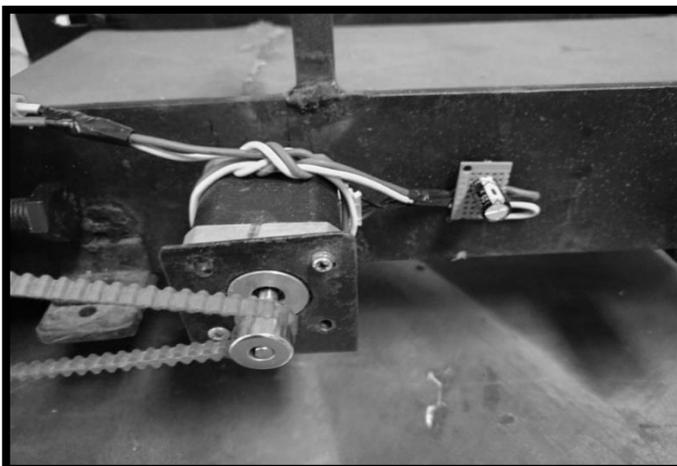
Banda Transportadora.



En la figura 4 se evidencia la banda transportadora para movilizar las botellas y llevarlas al plato para empezar con el proceso de llenado, tapado y sellado.

Figura 5.

Motor de banda transportadora.



En la figura 5 se evidencia el motor que acciona la banda transportadora, el cual es un motor paso a paso que controla la velocidad de movimiento de la banda transportadora, conectado a un capacitor de 1000 uf y 25 v para poder ser activado de manera directa.

Figura 6.

Plato giratorio y sensor capacitivo.

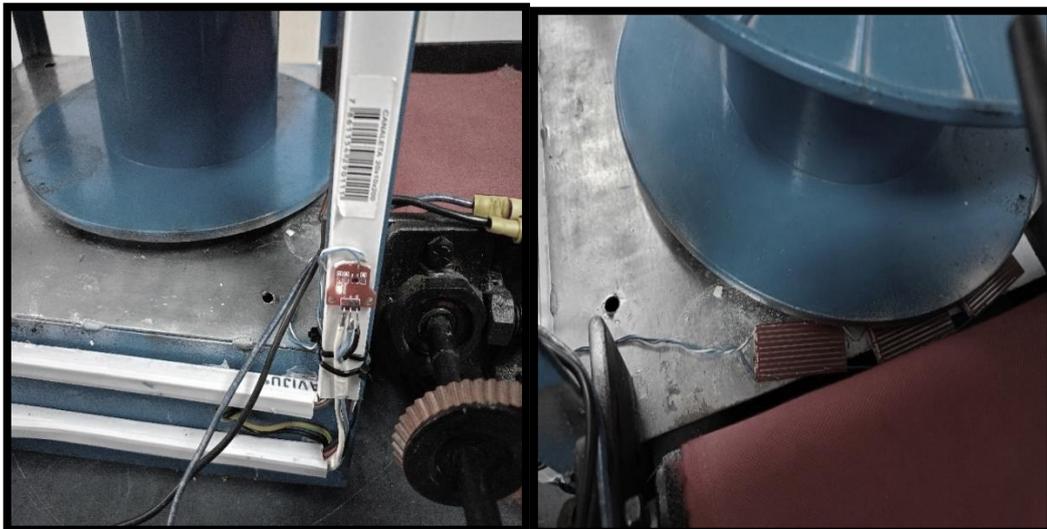


En la figura 6, se evidencia el plato giratorio para mover la botella a las diferentes etapas del sistema, controlado de igual forma con un motor paso a paso y un capacitor de 1000 uf y 25 v.

También un sensor capacitivo para poder detectar cuando la botella se encuentra en su posición y poder continuar con la siguiente etapa del proceso.

Figura 7.

Sensor de agua para seguridad.



En la figura 7 se encuentra el sensor de agua para detectar en caso de existir fugas y detener todo el sistema para evitar que tenga perdidas del líquido y algún problema ocasionado por dicha fuga de agua.

Figura 8.
Bomba de agua y Electroválvula.

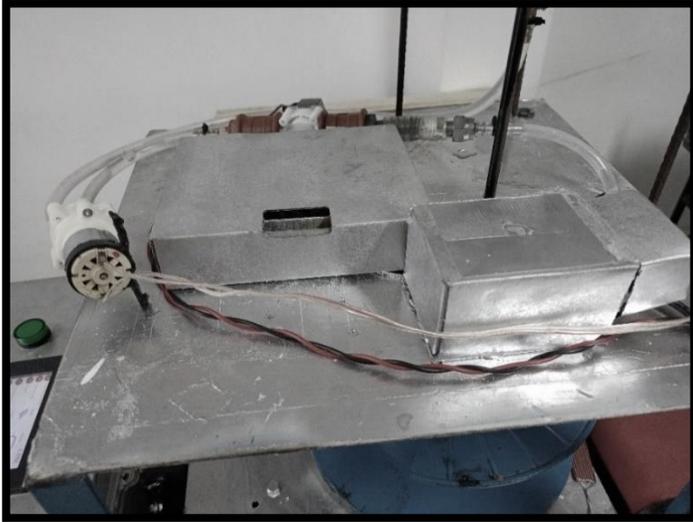


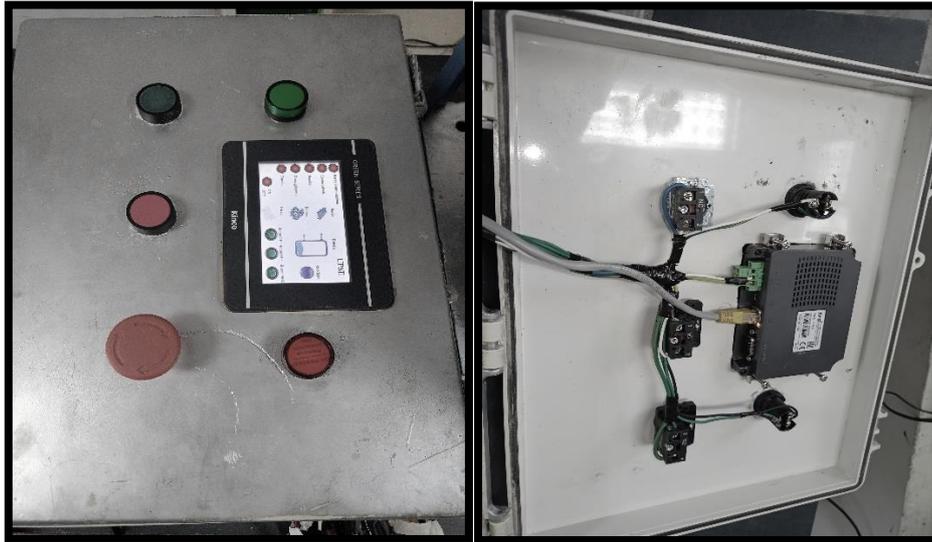
Figura 8, bomba de agua para poder transportar el agua del reservorio hacia la botella a llenar, también se puede observar la electroválvula para parar o dejar fluir el agua que es transportado por la bomba hacia la botella.

Figura 9.
Reservorio de agua.



Figura 9, reservorio donde se coloca podemos colocar el líquido del cual va a llenar la botella, en este caso de uso solo agua.

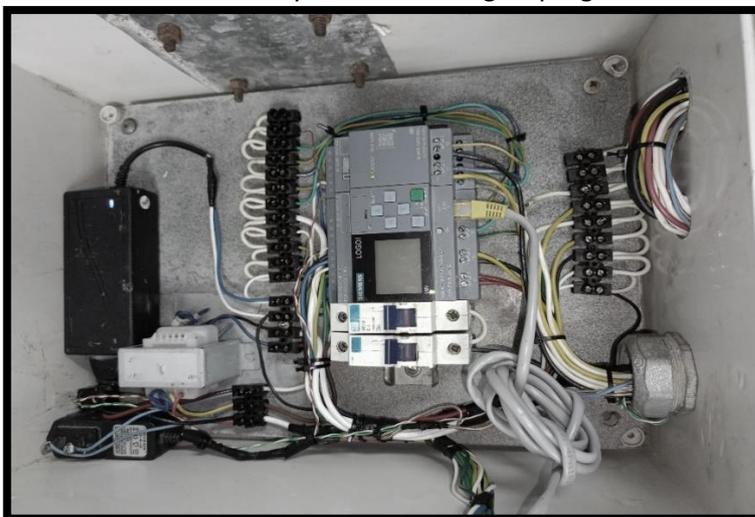
Figura 10.
Caja de control con pantalla HMI.



En la figura 10 se observa la parte exterior y frontal donde se encuentra los botones de encendido, apagado y emergencia, también los pilotos que indican cuando el sistema este encendido y apagado.

Otro dispositivo que se observa es la pantalla HMI con la cual se puede monitorear paso a paso el proceso por el cual va nuestro sistema, mismo que puede ser usado para controlar este proceso.

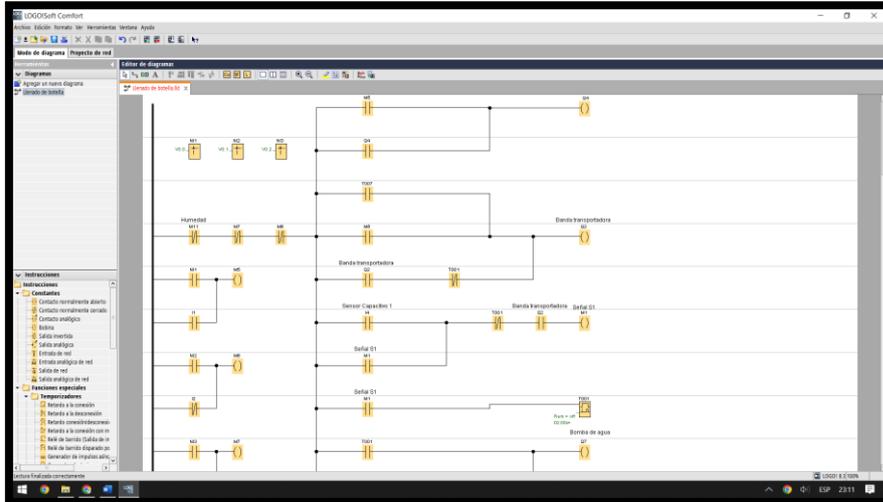
Figura 11.
Fuente de alimentación y controlador lógico programable.



En la figura 11 se evidencia la fuente de alimentación de DC y AC de 5v y 12v para abastecer a todos los componentes.

¡También se observa el PLC de modelo LOGO! junto a un módulo de expansión para poder controlar todos los actuadores y accionadores.

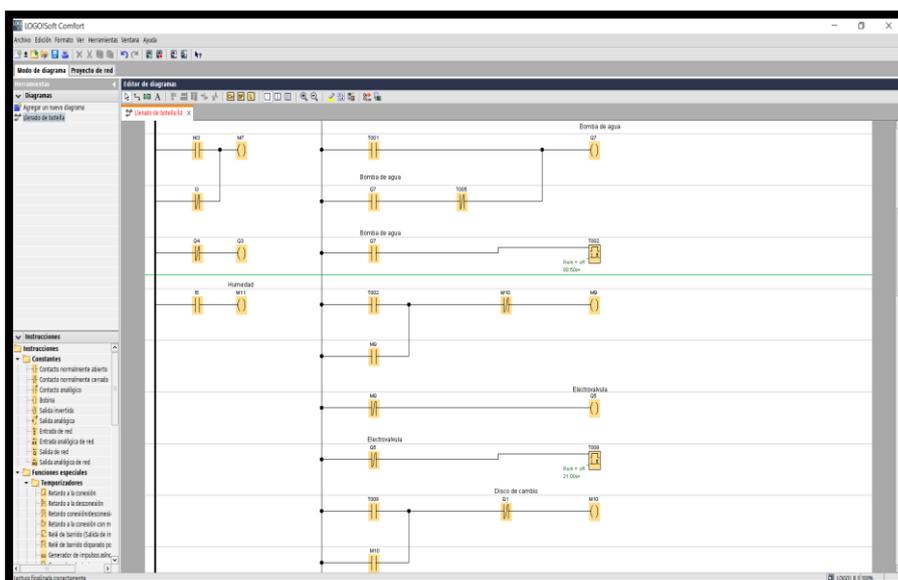
Figura 12.
Programación del PLC Logo en Logosoft Confort.



En la figura 12, se procede con la parte inicial de la programación del PLC, donde se colocaron los accionadores tanto como los botones físicos como los de la pantalla HMI y a su vez con los pilotos que indican si el circuito está en funcionamiento o no.

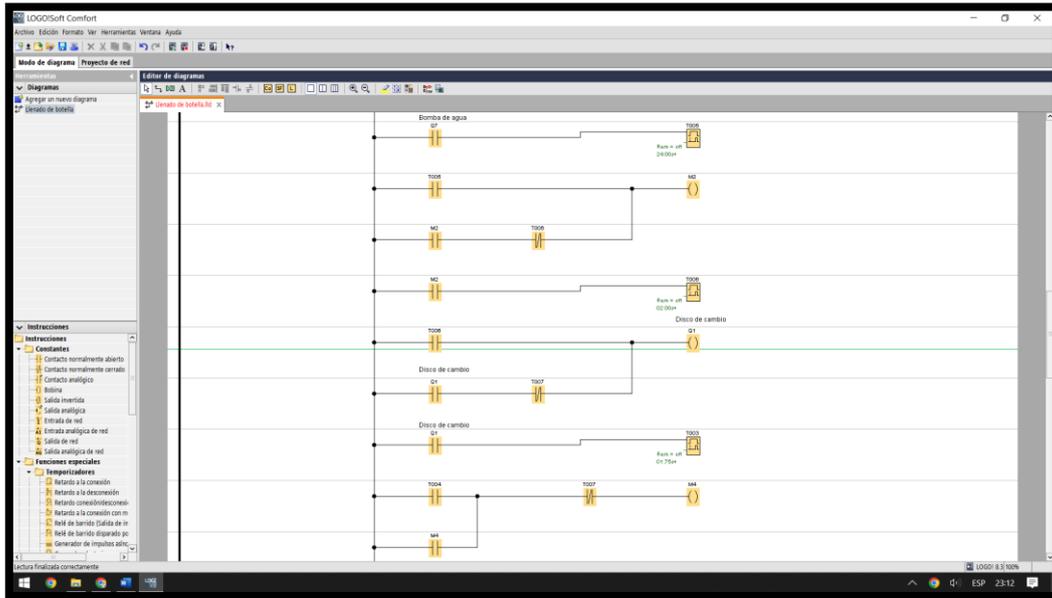
También se programó los actuadores que inician el sistema, en este caso con la banda transportadora, el cual después de la señal de nuestro sensor y pasado un tiempo, activara nuestra bomba de agua en la figura 13.

Figura 13.
Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 1.



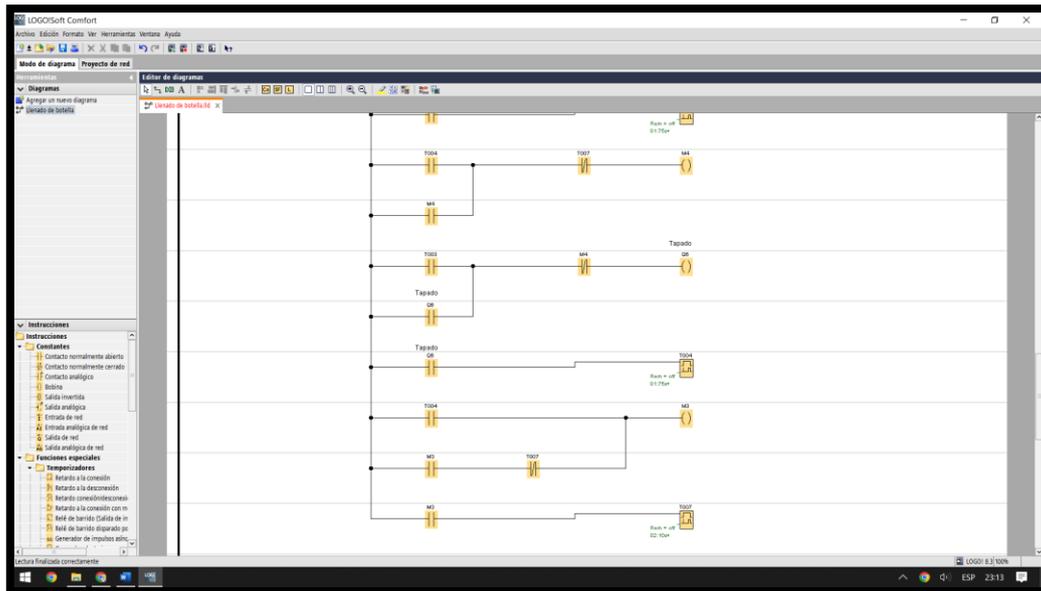
Una vez se completa el proceso de llenado, mediante un temporizador, la bomba y la electroválvula son apagadas.

Figura 14.
Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 2.



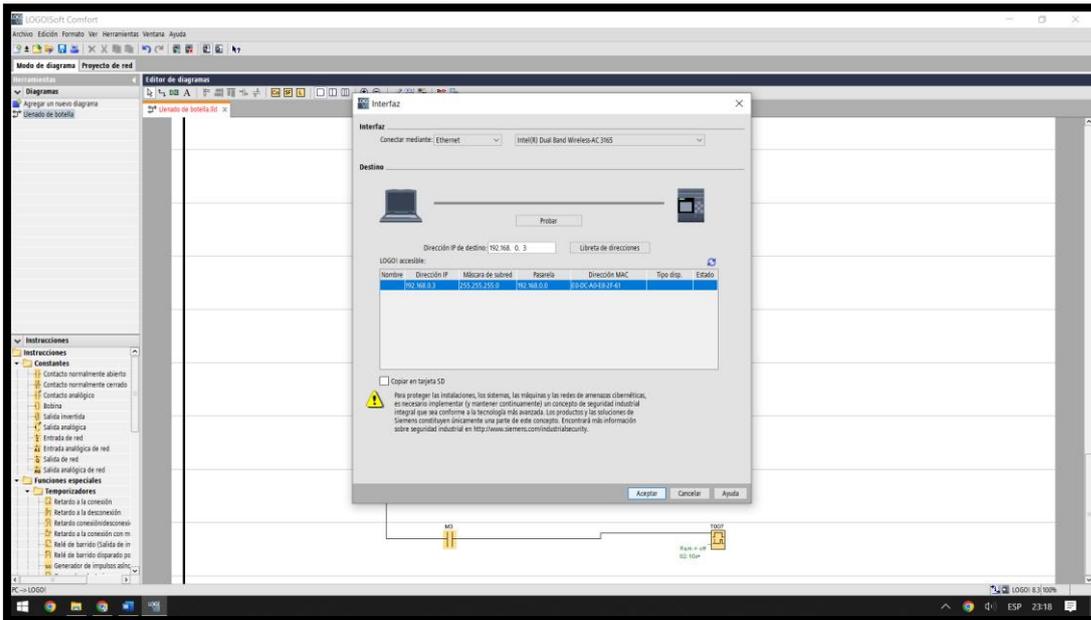
En la figura 14, continua la secuencia luego de un pequeño tiempo, mediante un temporizador, se acciona el motor que mueve la botella hacia las siguientes etapas.

Figura 15.
Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 3.



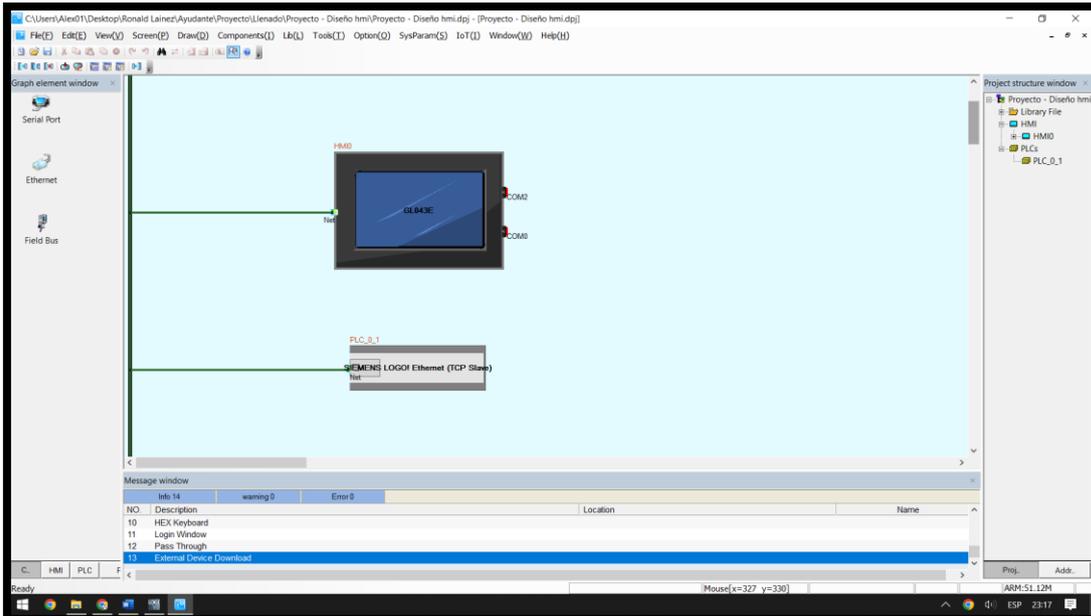
En la figura 15 se activan los motores que realizan el proceso de sellado, los cuales posteriormente son apagados luego de un tiempo mediante un temporizador, de igual manera es apagado el motor principal, colocando el plato que moviliza las botellas en su posición inicial.

Figura 16.
Programación del PLC Logo en Logosoft Confort parte 4.



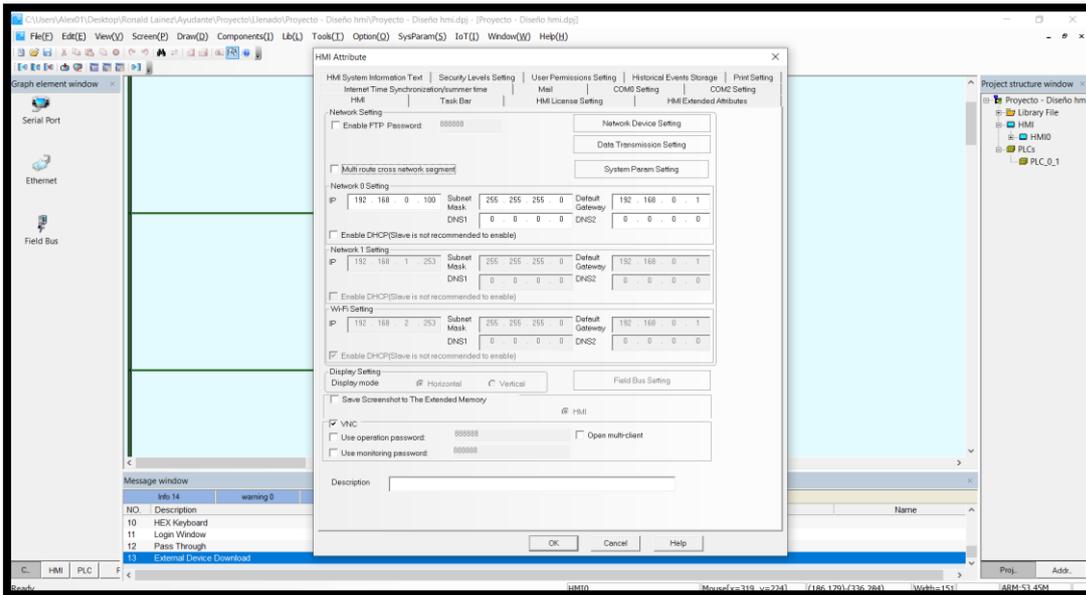
En la figura 16 se encuentra la programación que es enviada al PLC mediante el uso de un cable Ethernet, para lo cual se ingresa la IP designada al PLC, se verifica el estado de este y es cargado la programación desde el software.

Figura 17.
Programación del HMI en Kinco DTools parte 1.



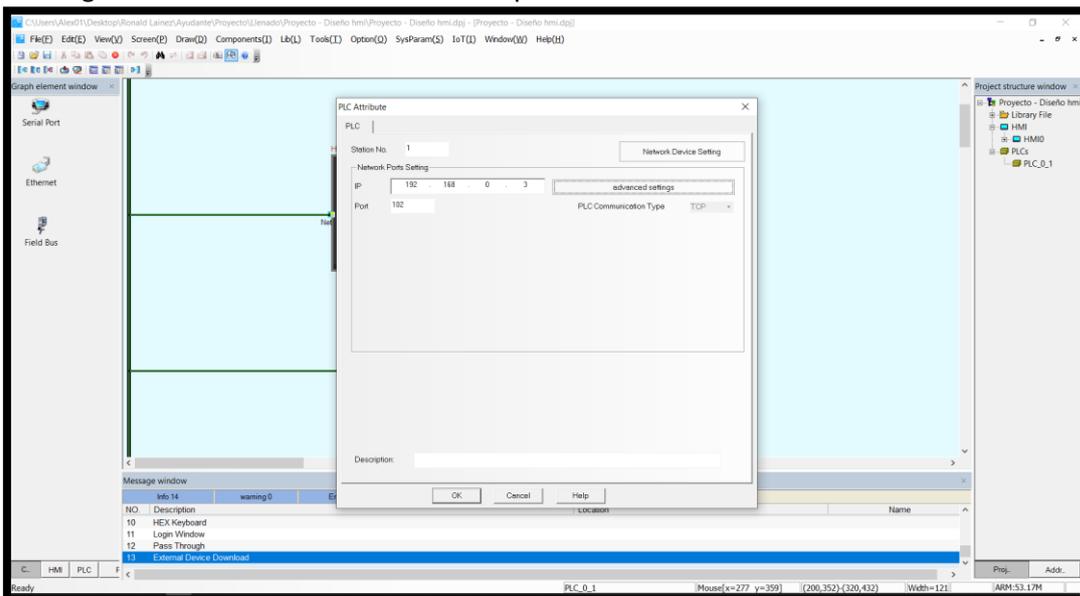
Como primer paso se coloca la HMI, esto depende del modelo que se dispone, es este caso es un GLO43E, ¡de igual manera seleccionamos el tipo de PLC a utilizar, en este caso un LOGO! de la marca SIEMENS, se muestra en la figura 17.

Figura 18.
Programación del HMI en Kinco DTools parte 2.



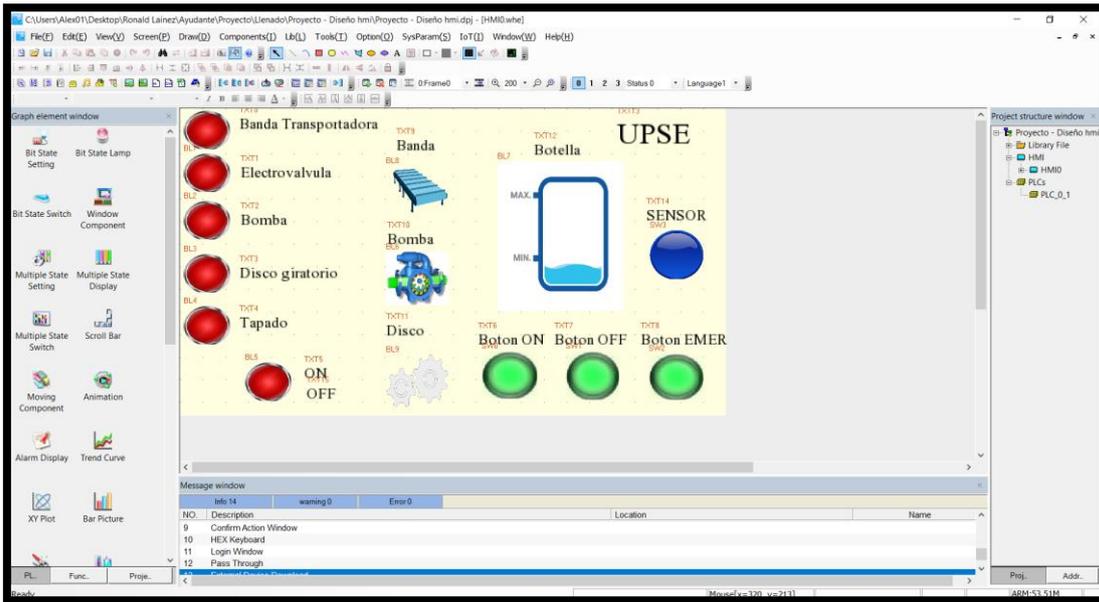
Luego se abre el software y se procede a configurar la HMI, y asignarle la IP que esta tenga, en caso de no tener, asignarle una, esta IP debe ser única, no se debe repetir con algún otro dispositivo que se tiene conectado a la red, en este caso se le asigno la IP 192.168.0.100, se muestra en la figura 18.

Figura 19.
Programación del HMI en Kinco DTools parte 3.



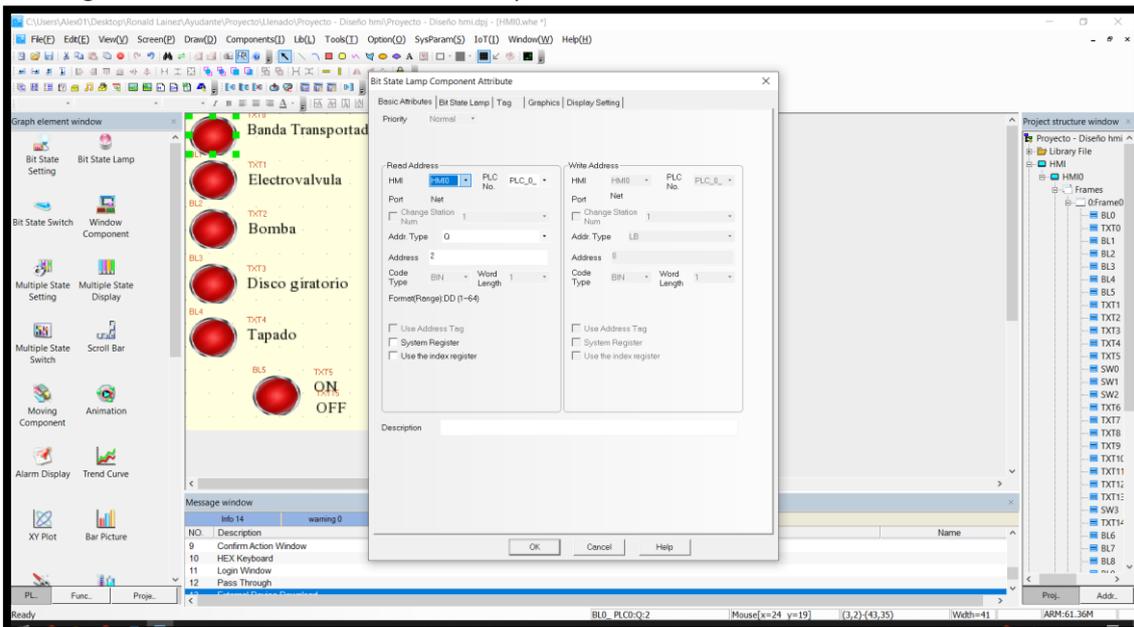
De igual manera, en la figura 19 se muestra la configuración de nuestro PLC y se le asigna una IP, esta debe ser la misma que se ha configurado con anterioridad al PLC, en caso de no tener, es necesario asignarle una IP manualmente, de igual forma, esta no debe ser la misma que algún otro dispositivo que este conectado a nuestra red, en este caso la IP es 192.168.0.3.

Figura 20.
Programación del HMI en Kinco DTools parte 4.



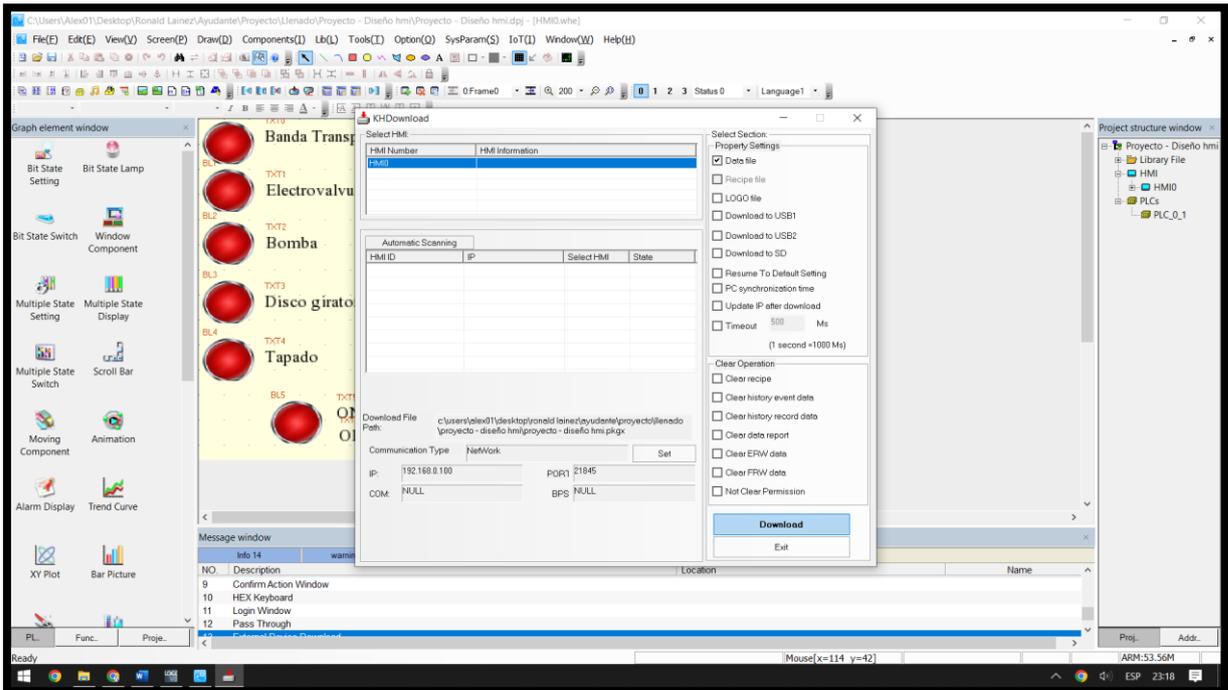
Posterior a ello se configura la HMI, aquí colocando los actuadores y accionadores que se utiliza, y se procede a seleccionar colores que sean posibles visualizar en el lugar donde se vaya colocar la HMI, también se puede colocar indicadores que muestren el estado actual de algún dispositivo, se muestra en la figura 20.

Figura 21.
Programación del HMI en Kinco DTools parte 5.



Una vez colocados los elementos, configurar el tipo de elemento que es y la dirección, como se puede ver en la figura 21, se coloca en Addr Type la "Q" que representa un actuador y en Address el "2" que nos indica que actuador es, en este caso se trata del Q2 (Banda transportadora).

Figura 22.
Programación del HMI en Kinco DTools parte 6.



En la figura 22, se han configurado cada uno de los elementos, se procede a cargar la programación a la HMI por medio de un cable Ethernet, y verificar que sea la misma IP que le ha asignado anteriormente y dar clic en “Download” para carga la programación.

2.4.2 Validación experimental del prototipo

En este apartado se

Tabla 3.
Pruebas de los tiempos de llenado

N° de pruebas	Tiempos de llenado de las botellas (segundos)
1	27.00
2	27.05
3	27.06
4	27.01
5	27.01
6	27.07
7	27.05
8	27.03
9	27.02
10	27.03
Promedio	27.00

Figura 23.

Pruebas de los tiempos de llenado



En la figura 23 se observa el comportamiento de pruebas de los tiempos tomados se obtuvo que el tiempo de llenado de una botella es de un promedio de 27.00 segundos según la tabla 3. El tiempo de llenado para una producción a gran escala disminuye si se utiliza una bomba de agua de una potencia superior.

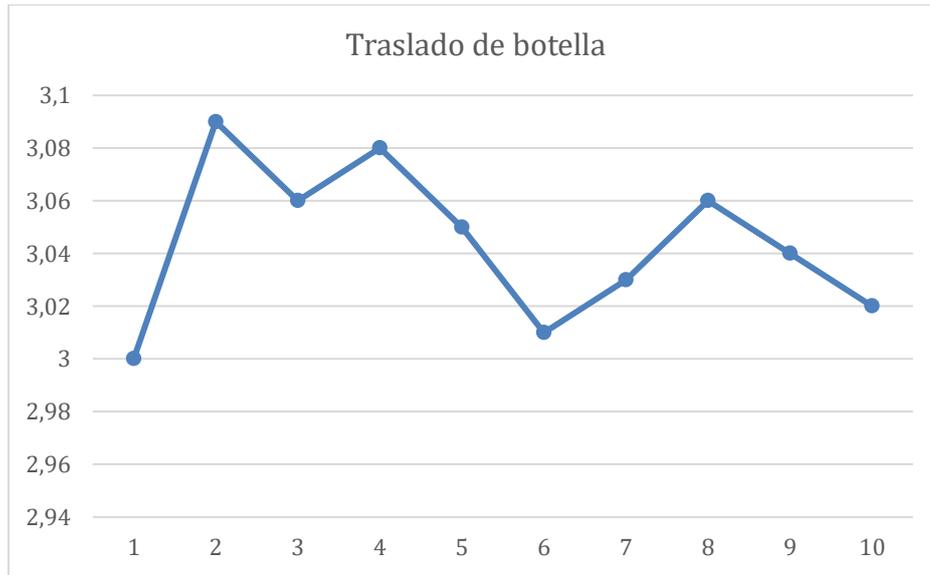
Tabla 4.

Pruebas en el sistema giratorio para tapas

Nº de pruebas	Tiempos en segundos
1	03.00
2	03.09
3	03.06
4	03.08
5	03.05
6	03.01
7	03.03
8	03.06
9	03.04
10	03.02
Promedio	03.05

Figura 24.

Pruebas de traslado de botellas



En la figura 24 se evidencia el comportamiento de pruebas de los tiempos tomados se obtuvo que el tiempo de llegada desde el sistema de llenado hasta el sellado de una botella es de un promedio de 03.05 segundos. Lo que en la gráfica se demuestra que se estabiliza el proceso en el menor tiempo posible para el traslado en el sistema giratorio y no afecte al funcionamiento normal del sistema, resultados de la tabla 4.

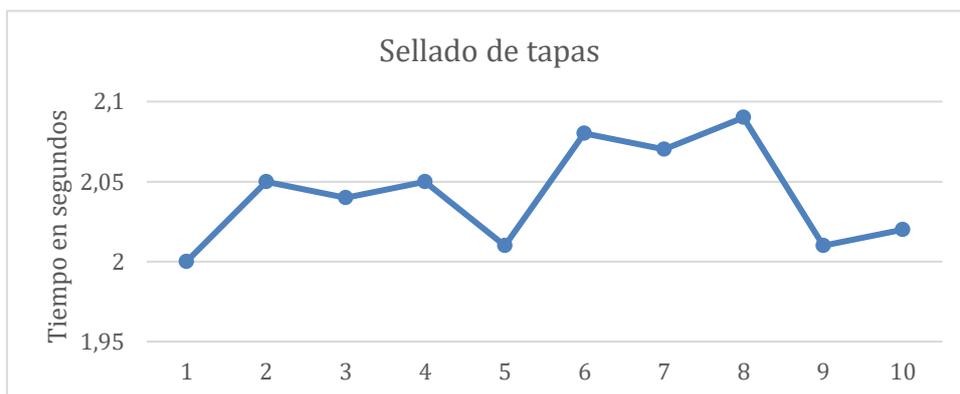
Tabla 5.

Pruebas en el sellado de tapas

Nº de pruebas	Tiempos en segundos
1	02.00
2	02.05
3	02.04
4	02.05
5	02.01
6	02.08
7	02.07
8	02.09
9	02.01
10	02.02
Promedio	02.04

Figura 25.

Pruebas de sellado de tapas



En la figura 25 se evidencia el comportamiento de pruebas de los tiempos tomados se obtuvo que el tiempo de sellado de la tapa de una botella es de un promedio de 02,04 segundos. Lo que evidencia un grado de falla en la calibración hasta estabilizar el mejor tiempo mínimo para el sellado y optimizar el tiempo de sellado.

2.4.2 Validación del prototipo por expertos

En la tabla 6 se presenta la validación de la propuesta donde se recoge la información de tres personas ligadas a diferentes cargos donde el proyecto de realidad aumentada está implementado.

Tabla 6.

Descripción de perfil de validadores

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
José Luis Chávez Aguilar	6 años	Ingeniero Eléctrico y Electrónico en Automatización Industrial	Jefe de Facilidades de Refinación- Empresa pública de Hidrocarburos del Ecuador - EpPetroecuador.
Juan Garcés Vargas.	16 años	ing. Civil; Magister en economía con mención en finanzas y proyectos corporativos; Magister en gerencia de proyectos para el desarrollo; Doctor en ciencias técnicas.	Decano de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería- Universidad Estatal Península de Santa Elena
Juan Carlos Muyulema Allaica	10 años	Ing. Industrial; Ing. Comercial; Magister en Ingeniería Industrial; Magister en Métodos cuantitativos; Doctor en Ciencias Gerenciales; Doctor en Ingeniería Industrial	Docente e Investigador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería- Universidad Estatal Península de Santa Elena

El detalle del método evaluado por los especialistas se encuentra en el anexo 1, en el cual se evidencia el respaldo del criterio de aplicación del prototipo en base a los criterios de: Impacto, aplicabilidad, conceptualización, actualidad, calidad técnica, factibilidad, pertinencia como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7.
Escala de evaluación.

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

El global de los resultados de la evaluación de importancia y representabilidad se llega a una conclusión que los miembros se encuentran totalmente de acuerdo, siendo un factor significativo en la aplicación y funcionamiento del prototipo.

2.4.3 Prefactibilidad de la implementación

El análisis de costos de inversión abarca todos los gastos iniciales necesarios para determinar la factibilidad de la inversión, especialmente considerando la adquisición de equipos (como sensores, actuadores, PLCs, HMIs) y otros gastos iniciales. Tener una comprensión clara de estos costos es crucial para determinar la viabilidad financiera del proyecto. Además, al calcular el retorno de la inversión, se puede estimar cuánto tiempo tomará recuperar el capital invertido, tomando en cuenta los ingresos generados por las operaciones de la planta. Este análisis es fundamental para evaluar la rentabilidad del proyecto y tomar decisiones informadas sobre su implementación se muestra en la tabla 8.

Tabla 8.*Detalle de costos en maquinaria*

Componentes	Marca	Cantidad	Costo unitario	Total
PLC Logo V8	Siemens	1	185	185
Módulo de expansión Logo Siemens	Siemens	1	115	115
Pantalla Kinco HMI	Kinco	1	182	182
Sonoff R3 4ch Interruptor Wifi	Sonoff	1	57	57
Motor paso a paso NEMA 17	Nema	2	17	34
Transformador de 110V a 12V	Omega	3	12	36
El sensor IJC30A3-H-Z/BX (NPN-NO)	SICK AG	1	11	11
Pulsador	CAMSCO	3	2,75	2,75
Electroválvula, solenoide	TECMIKRO	1	8,75	8,75
Cable #16	S/N	12 m	0,6	7,2
Bomba de agua	Novatronic 385	1	25	25
Relé	Varios	5	1,5	7,25
Carrete rotatorio	S/N Impresión en 3D	1	50	50
Caja de control	Inducom	1	28	28
Interruptores termomagnéticos (Breaker)	Schneider Electric	1	12	12
Equipos adicionales (Tubos metálicos, suelda, melamina, poliéster, rodamientos, etc.)	Varios	1	200	200
TOTAL				960,95

A continuación, se detalla el calendario de inversión del proyecto

Tabla 9.*Detalle del calendario de inversiones del proyecto*

CALENDARIO DE INVERSIONES DEL PROYECTO							
RUBROS DE INVERSION:	AÑOS						TOTAL
	0	1	2	3	4	5	
ACTIVOS FIJOS:							
Maquinaria		\$ 960,95	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 2.960,95
Enseres		\$ 100,00	\$ 50,00	\$ 50,00			\$ 200,00
Mobiliario		\$ 100,00					\$ 100,00
Equipo de oficina		\$ 200,00					\$ 200,00
Equipo de Cómputo		\$ 250,00			\$ 1.000,00		\$ 1.250,00
TOTAL ACTIVOS FIJOS		\$ 1.610,95	\$ 550,00	\$ 550,00	\$ 1.500,00	\$ 500,00	\$ 4.710,95
ACTIVOS DIFERIDOS							
Gastos de Constitución	\$ 500,00						\$ 500,00
Gastos de Organización	\$ 100,00						\$ 100,00
Gastos de Instalación	\$ 100,00						\$ 100,00
Gastos de Investigación	\$ 500,00						\$ 500,00
TOTAL ACTIVOS DIFERIDOS	\$1.200,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.200,00
CAPITAL DE TRABAJO:							
CAPITAL DE TRABAJO:		\$ 1.000,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 3.000,00
TOTAL CAPITAL DE TRABAJO		\$ 1.000,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 3.000,00
TOTAL INVERSIONES							\$ 8.910,95

En la tabla 9 se muestra la inversión del Proyecto embotelladora de agua está compuesto por la inversión de activos fijos 4710,95, de activos diferidos de 1200 y de capital de trabajo de 3000 Obteniendo como un total de inversión de \$ 8910,95 dólares.

Tabla 10.

Detalle de inversión para trabajadores

ROL DE PAGOS								
Nº	NÓMINA	INGRESOS			TOTAL INGRESOS	DESCUENTOS APORTE IESS	TOTAL DESCUENTO	LÍQUIDO A PAGAR
		SBU	H. EXTRAS	OTROS				
ADMINISTRACIÓN:								
1	1 persona	\$ 600,00			\$ 600,00	\$ 56,70	\$ 56,70	\$ 543,30
COMERCIALIZACIÓN:								
2	1 persona	\$ 500,00			\$ 500,00	\$ 47,25	\$ 47,25	\$ 452,75
PRODUCCIÓN:								
3	1 persona	\$ 500,00			\$ 500,00	\$ 47,25	\$ 47,25	\$ 452,75
TOTAL MENSUAL		\$ 1.600,00	\$ -	\$ -	\$ 1.600,00	\$ 151,20	\$ 151,20	\$ 1.448,80
TOTAL ANUAL		\$19.200,00	\$ -	\$ -	\$ 19.200,00	\$ 1.814,40	\$ 1.814,40	\$ 17.385,60

ROL DE PROVISIONES								
Nº	NÓMINA	BASE IMPONIBLE	BENEFICIOS SOCIALES ADICIONALES				FONDO DE RESERVA	TOTAL PROVISIÓN
			APORTE PIESS	XII SUELDO	XIV SUELDO	VACACIONES		
ADMINISTRACIÓN								
1	1 persona	\$ 600,00	\$ 72,90	\$ 50,00	\$ 32,17	\$ 25,00	\$ 49,98	\$ 230,05
COMERCIALIZACIÓN:								
2	1 persona	\$ 500,00	\$ 60,75	\$ 41,67	\$ 32,17	\$ 20,83	\$ 41,65	\$ 197,07
PRODUCCIÓN:								
3	1 persona	\$ 500,00	\$ 60,75	\$ 41,67		\$ 20,83	\$ 41,65	\$ 164,90
TOTAL, MENSUAL		\$ 1.600,00	\$ 194,40	\$ 133,33	\$ 64,33	\$ 66,67	\$ 133,28	\$ 592,01
TOTAL, ANUAL		\$19.200,00	\$ 2.332,80	\$ 1.600,00	\$ 772,00	\$ 800,00	\$ 1.599,36	\$ 7.104,16

la tabla 10 se detalla el rol de pagos se detalla el total de pagos realizados tanto en el departamento de administración, comercialización y producción.

En

Tabla 11.*Inversión y financiamiento del proyecto*

INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO		
A. INVERSIONES DEL PROYECTO	VALOR \$	%
ACTIVOS CORRIENTES		
CAPITAL DE TRABAJO:	\$ 3.000,00	33,67%
ACTIVOS FIJOS		
Maquinaria	\$ 2.960,95	33,23%
Enseres	\$ 200,00	2,24%
Mobiliario	\$ 100,00	1,12%
Equipo de oficina	\$ 200,00	2,24%
Equipo de Cómputo	\$ 1.250,00	14,03%
TOTAL ACTIVOS FIJOS	\$ 4.710,95	52,87%
ACTIVOS DIFERIDOS		
Gastos de Constitución	\$ 500,00	5,61%
Gastos de Organización	\$ 100,00	1,12%
Gastos de Instalación	\$ 100,00	1,12%
Gastos de Investigación	\$ 500,00	5,61%
TOTAL ACTIVOS DIFERIDOS	\$ 1.200,00	13,47%
TOTAL INVERSIONES	\$ 8.910,95	100,00%
B. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	VALOR \$	%
PASIVO	\$ 8.000,00	89,78%
Préstamos corto plazo	\$ 2.000,00	22,44%
Préstamos largo plazo	\$ 6.000,00	67,33%
PATRIMONIO	\$ 910,95	10,22%
Capital social	\$ 910,95	10,22%
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO (FINANCIAMIENTO)	\$ 8.910,95	100,00%

Nota: Considerando la inversión antes planificada, se puede observar que la inversión en activos fijos representa un 52.87%, en activos diferidos representa el 13.47% y el capital de trabajo un 33.67%. Además, se considera las fuentes de financiamiento del proyecto como préstamos a corto y largo plazo y el capital invertido por los accionistas.

Tabla 12.*Estimación de ingresos del proyecto (ventas)*

ESTIMACIÓN DE INGRESOS DEL PROYECTO (VENTAS)			
AÑOS	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	12000	0,5	6000
2	13200	0,5	6600
3	19800	0,5	9900
4	29700	0,5	14850
5	44550	0,5	22275

A continuación, se presenta la proyección de gastos para 5 años a partir de la inversión del proyecto.

Tabla 13.
Presupuesto de gastos

PRESUPUESTO DE GASTOS					
GASTOS DE	1	2	3	4	5
ADMINISTRACION					
Sueldos Administrativos	6519,60	6565,24	6611,19	6657,47	6704,07
Prestaciones Sociales	2760,56	2779,88	2799,34	2818,94	2838,67
Servicios Básicos	15,00	15,11	15,21	15,32	15,42
Amortizaciones	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00
TOTAL GASTOS ADMINISTRACION	9535,16	9600,23	9665,75	9731,73	9798,17
GASTOS DE VENTA					
Sueldos (Ventas)	5433,00	5471,03	5509,33	5547,89	5586,73
Prestaciones Sociales	2364,80	2381,35	2398,02	2414,81	2431,71
Publicidad y Promoción	500,00	503,50	507,02	510,57	514,15
Transporte	600,00	604,20	608,43	612,69	616,98
TOTAL GASTOS DE VENTA	8897,80	8960,08	9022,81	9085,96	9149,57
GASTOS FINANCIEROS					
Intereses por préstamos a corto y largo plazo	837,96	567,84	425,88	283,92	141,96
TOTAL GASTOS FINANCIEROS	837,96	567,84	425,88	283,92	141,96
TOTAL GASTOS	19270,92	19128,15	19114,43	19101,61	19089,70

En la tabla 13 considerando una tasa de inflación del 0,70% del 2024, a 5 años se ha determinado los gastos administrativos, gastos de venta y financieros que conforman un total de gastos a disminuir de nuestros ingresos.

Tabla 14.
Análisis del financiamiento

FINANCIAMIENTO	DOLARES	%	TASA DE INTERES	TASA DE PONDERACION
CAPITAL PROPIO	\$ 910,95	10,22%	4,99%	0,51%
CFN	\$ 6.000,00	67,33%	11,83%	7,97%
BAN ECUADOR	\$ 2.000,00	22,44%	11,83%	2,66%
	\$ 8.910,95	100,00%		11,13%

En la tabla 14 se analiza la tasa mínima requerida para el proyecto es de 11,13%. Por esta razón se considera que no pierde el valor en el tiempo, considerando las fuentes de financiamiento locales.

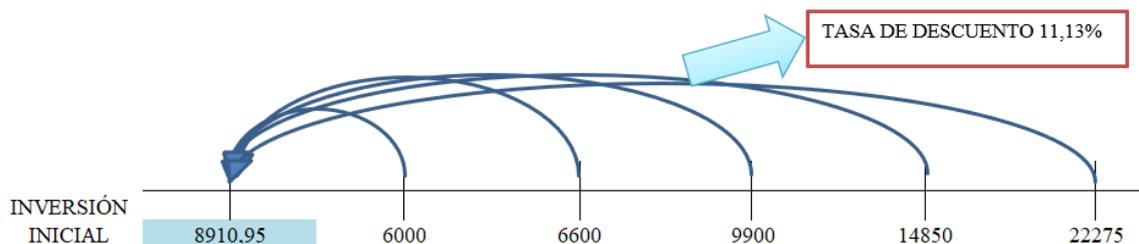


Tabla 15.
Valor actual neto

VALOR ACTUAL NETO

VAN $(1/1+0,15)^t$

		FACTOR DE ACTUALIZAR	FLUJOS NETOS DE CAJA ACTUALIZADOS	FLUJOS NETOS DE CAJA ACUMULADOS
INVERSION INICIAL	-\$ 8.910,95			
AÑO 1	6000	0,869565217	\$ 5.217,39	5217,39
AÑO 2	6600	0,756143667	\$ 4.990,55	10207,94
AÑO 3	9900	0,657516232	\$ 6.509,41	16717,35
AÑO 4	14850	0,571753246	\$ 8.490,54	25207,89
AÑO 5	22275	0,497176735	\$ 11.074,61	36282,50
			\$ 36.282,50	
	\$50.714,05	INVERSION INICIAL	\$ 8.910,95	
		VAN	\$ 27.371,55	

Analizando la tabla 15 de manera general en la tabla descrita el VAN es mayor que 0, por lo tanto, se acepta el proyecto. Es decir, que en la implementación del prototipo se obtendrá un rendimiento mayor comparando con el costo de oportunidad del capital, de esta forma, es conveniente aplicar el prototipo de manera comercial.

Tabla 16.
Relacion beneficio costo

	DINERO	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO
FLUJOS DE CAJA EN 5 AÑOS	36282,50	\$ 4,07
INVERSION INICIAL	8.910,95	

En la tabla 16 se evidencia que por cada dólar de inversión el proyecto de embotellamiento de agua genera 3,07 adicionales.

Tabla 17.

Periodo real de recuperación

INVERSION INICIAL	8.910,95			
FLUJOS DE CAJA ACUMULADO AÑO 1	5217,39			
TOTAL	3693,56	AÑOS	MESES	DIAS
FLUJOS NETO DE CAJA AÑO 2	4990,55	0,74	8,88	26
TIEMPO ESTIMADO		1	8	26

En esta tabla 17 se identifica el periodo para recuperar la inversión base o inicial y es de 1 año, 8 meses, 26 días; todo esto evidenciado en los flujos de caja proyectado en su periodo de vida útil.

Tabla 18.

Tasa interna de retorno

INVERSION INICIAL	-\$ 8.910,95
Año 1	6000
Año 2	6600
Año 3	9900
Año 4	14850
Año 5	22275
TIR=	86,02%

En la tabla 18 la TIR es de 86,02%, este porcentaje representa que el costo promedio ponderado de capital, de esta manera, la implementación del prototipo se acepta. Además, La TIR es mayor que el costo de oportunidad de esta forma se garantiza que este proyecto y la implementación del prototipo genera más que la inversión alternativa.

CONCLUSIONES

La recopilación y análisis de fuentes de información pertinentes permitieron sustentar el desarrollo del módulo demostrativo automático para el llenado de botellas de agua. Esta base documental fue esencial para comprender y mejorar los procesos en las plantas embotelladoras de agua, demostrando que el acceso a información precisa es clave para innovar y optimizar la producción.

Metodología de diagnóstico: La implementación de una metodología adecuada para evaluar el estado actual de los sistemas en las embotelladoras de agua permitió identificar áreas críticas que requieren mejoras. Este diagnóstico detallado facilitó la identificación de debilidades en los procesos, lo cual es crucial para el diseño e implementación de soluciones efectivas, yendo desde la identificación de requerimientos y necesidades de equipos, diseño de CAD, de varios elementos armaje, conexiones, programación, simulación y pruebas de funcionamiento.

La propuesta de un sistema automatizado para embotellar agua mostró beneficios significativos en la optimización de los procesos productivos y en el control de las operaciones optimizando los tiempos de producción y cambiando a un sistema de producción en serie. La integración de tecnologías modernas no solo mejora la eficiencia y la calidad, sino que también posiciona a las plantas para competir de manera más efectiva en un mercado globalizado, con una inversión ejecutable y recuperable en un periodo de tiempo satisfactorio la TIR es de 86,02%, siendo mayor que el costo promedio ponderado de capital, por lo tanto, el proyecto se acepta.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que las plantas embotelladoras de agua inviertan en la incorporación de tecnologías emergentes, como IoT y sistemas automatizados, para mejorar la eficiencia y precisión de sus procesos. Esto no solo optimizará la producción, sino que también permitirá un mejor control y monitoreo en tiempo real.

Es fundamental que el personal de las plantas embotelladoras reciba capacitación continua en el uso de nuevas tecnologías y sistemas automatizados. La formación adecuada garantizará que el equipo humano pueda manejar y mantener los sistemas de manera eficiente, maximizando los beneficios de la modernización tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

- AL Ghazo, A. T., & Kumar, R. (2024). ANDVI: Automated Network Device and Vulnerability Identification in SCADA/ICS by Passive Monitoring. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 54(4), 2539–2550. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2023.3345254>
- Albarracín-Guarochico, W., Colcha-Ulcuango, J., & Urdaneta, M. (2024). Desarrollo de un dispositivo de medición de la radiación solar con monitoreo IoT basado en Ubidots. In *Universidad Tecnológica Israel* (p. 53). Universidad Tecnológica Israel.
- Amador-Castro, F., González-López, M. E., Lopez-Gonzalez, G., Garcia-Gonzalez, A., Díaz-Torres, O., Carbajal-Espinosa, O., & Gradilla-Hernández, M. S. (2024). Internet of Things and citizen science as alternative water quality monitoring approaches and the importance of effective water quality communication. *Journal of Environmental Management*, 352, 119959. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119959>
- Arowolo, M., Adekunle, A., & Martins, O. O. (2024). Design, Implementation, and Evaluation of an Automated Liquid Dispensing Machine. *Gazi University Journal of Science*, 37(1), 443–455. <https://doi.org/10.35378/gujs.1159197>
- Azamfirei, V., Psarommatis, F., & Lagrosen, Y. (2023). Application of automation for in-line quality inspection, a zero-defect manufacturing approach. *Journal of Manufacturing Systems*, 67, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.12.010>
- Baena Paz, G. M. Eugenia., & elibro.net. (2014). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Boeschoten, S., Catal, C., Tekinerdogan, B., Lommen, A., & Blokland, M. (2023). The automation of the development of classification models and improvement of model quality using feature engineering techniques. *Expert Systems with Applications*, 213, 118912. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118912>
- Boina, R., Achanta, A., & Mandvikar, S. (2023). Integrating Data Engineering with Intelligent Process Automation for Business Efficiency. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(11), 1736–1740. <https://doi.org/10.21275/SR231123225415>
- Bouraiou, A., Dekhane, A., Dahbi, A., Neçaibia, A., Lachtar, S., Rouabhia, A., Mammeri, E., & Rahli, C. (2024). Temperature Supervision and Monitoring Based on Embedded Controller Using SCADA Platform. 2024 2nd International Conference on Electrical Engineering and Automatic Control (ICEEAC), 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICEEAC61226.2024.10576405>
- Bueno, A., Azevedo, M. L. da R., Godinho Filho, M., Ganga, G. M. D., & Lizarelli, F. L. (2024). Industry 4.0 Skills in Industrial Engineering Courses: Contributing to the Role of Universities Toward Sustainable Development. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 8369–8387. <https://doi.org/10.1109/TEM.2024.3382951>
- Campilho, R. D. S. G., & Silva, F. J. G. (2023). Industrial Process Improvement by Automation and Robotics. *Machines*, 11(11), 1011. <https://doi.org/10.3390/machines11111011>
- Castro-Medicina, B., & Albarracín-Guarochico, F. (2024). Automatización del campanario de la Iglesia Parroquial Hermano Miguel de Selva Alegre. In *Universidad Tecnológica Israel* (p. 49). Universidad Tecnológica Israel.
- Chilan, B., Albarracín, W., & Urdaneta, M. (2024). Desarrollo de un Sistema de Control y Monitoreo integrado de Brazo Robótico y Banda Transportadora para uso del Laboratorio

- de Electrónica de la Universidad de Israel mediante IoT basado en la plataforma Blynk. In Universidad Tecnológica Israel (p. 77). Universidad Tecnológica Israel.
- Cimino, A., Longo, F., Nicoletti, L., & Veltri, P. (2024). Automated simulation modeling: ensuring resilience and flexibility in Industry 4.0 manufacturing systems. *Procedia Computer Science*, 232, 1011–1024. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.100>
- Coetzer, J., Kuriakose, R. B., & Vermaak, H. J. (2020). Collaborative Decision-Making for Human-Technology Interaction - A Case Study Using an Automated Water Bottling Plant. *Journal of Physics: Conference Series*, 1577(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1577/1/012024>
- Coetzer, J., Kuriakose, R. B., Vermaak, H. J., & Nel, G. (2023). The Impact of Collaborative Decision-Making in a Smart Manufacturing Environment: Case Study Using an Automated Water Bottling Plant (pp. 321–332). https://doi.org/10.1007/978-981-19-2394-4_30
- Costa, D. A. da S., Mamede, H. S., & Mira da Silva, M. (2022). Robotic Process Automation (RPA) Adoption: A Systematic Literature Review. *Engineering Management in Production and Services*, 14(2), 1–12. <https://doi.org/10.2478/emj-2022-0012>
- Dinlersoz, E., & Wolf, Z. (2024). Automation, labor share, and productivity: plant-level evidence from U.S. manufacturing. *Economics of Innovation and New Technology*, 33(4), 604–626. <https://doi.org/10.1080/10438599.2023.2233081>
- Fazlollahtabar, H. (2024). *Sustainable Automated Production Systems*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003400585>
- Fernández-Sarmiento, E., Urdaneta-Herrera, M., & Albarracín-Guarochico, W. (2024). Sistema automático de riego con monitoreo IoT para una parcela de pastos del emprendimiento cuyes fesa. *Universidad Tecnológica Israel*, 41.
- Folgado, F., Calderón, D., González, I., & Calderón, A. (2024). Review of Industry 4.0 from the Perspective of Automation and Supervision Systems: Definitions, Architectures and Recent Trends. *Electronics*, 13(4), 782. <https://doi.org/10.3390/electronics13040782>
- Gericke, G. A., Kuriakose, R. B., Vermaak, H. J., & Mardsen, O. (2019). Design of Digital Twins for Optimization of a Water Bottling Plant. *IECON 2019 - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 5204–5210. <https://doi.org/10.1109/IECON.2019.8926880>
- Goecks, L. S., Habekost, A. F., Coruzzolo, A. M., & Sellitto, M. A. (2024). Industry 4.0 and Smart Systems in Manufacturing: Guidelines for the Implementation of a Smart Statistical Process Control. *Applied System Innovation*, 7(2), 24. <https://doi.org/10.3390/asi7020024>
- Goodrich, J. A., & Hall, J. S. (2024). Building resilience: mobile emergency water treatment systems. In *Advances in Drinking Water Purification* (pp. 395–419). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91733-9.00018-0>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- Huang, R., Shen, Z., & Yao, X. (2024). How does industrial intelligence affect total-factor energy productivity? Evidence from China's manufacturing industry. *Computers & Industrial Engineering*, 188, 109901. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.109901>

- Huanuco Porras, F. R., Palomino Crispin, D. A., Velásquez Costa, J. A., & Vilchez Baca, H. A. (2023, May 8). Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de una planta embotelladora de agua mineral en Junín, Perú. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. <https://doi.org/10.46254/SA04.20230175>
- Jan, F., Min-Allah, N., Saeed, S., Iqbal, S. Z., & Ahmed, R. (2022a). IoT-Based Solutions to Monitor Water Level, Leakage, and Motor Control for Smart Water Tanks. *Water*, 14(3), 309. <https://doi.org/10.3390/w14030309>
- Jan, F., Min-Allah, N., Saeed, S., Iqbal, S. Z., & Ahmed, R. (2022b). IoT-Based Solutions to Monitor Water Level, Leakage, and Motor Control for Smart Water Tanks. *Water*, 14(3), 309. <https://doi.org/10.3390/w14030309>
- Jayaraman, P., Nagarajan, K. K., Partheeban, P., & Krishnamurthy, V. (2024). Critical review on water quality analysis using IoT and machine learning models. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(1), 100210. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2023.100210>
- k, A., & Mahadevaswamy, U. B. (2018). Automatic IoT Based Plant Monitoring and Watering System using Raspberry Pi. *International Journal of Engineering and Manufacturing*, 8(6), 55–67. <https://doi.org/10.5815/ijem.2018.06.05>
- Kaittan, K. H., & Mohammed, S. J. (2024). PLC-SCADA Automation of Inlet Wastewater Treatment Processes: Design, Implementation, and Evaluation. *Journal Européen Des Systèmes Automatisés*, 57(3), 787–796. <https://doi.org/10.18280/jesa.570317>
- Kaundal, R., Soni, S. K., & Rajguru, S. (2024). SCADA-Enhanced Real-Time OEE Visualization Driving Industry 4.0 Advancements. *2024 International Conference on Smart Systems for Applications in Electrical Sciences (ICSSES)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSSES62373.2024.10561431>
- Kiangala, K. S., & Wang, Z. (2019). An Industry 4.0 approach to develop auto parameter configuration of a bottling process in a small to medium scale industry using PLC and SCADA. *Procedia Manufacturing*, 35, 725–730. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.015>
- Lo, W., Yang, C.-M., Zhang, Q., & Li, M. (2024). Increased Productivity and Reduced Waste with Robotic Process Automation and Generative AI-powered IoE Services. *Journal of Web Engineering*, 53–88. <https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.2313>
- Mahboob, A. B., Md, A. T., Md, K. I., & Hasib, A. (2024). The impact of advanced robotics and automation on supply chain efficiency in industrial manufacturing: a comparative analysis between the us and bangladesh. *Global Mainstream Journal of Arts, Literature, History & Education*, 3(3), 28–41. <https://doi.org/10.62304/jbedpm.v3i03.86>
- Mamede, H. S., Gonçalves Martins, C. M., & Mira da Silva, M. (2023). A lean approach to robotic process automation in banking. *Heliyon*, 9(7), e18041. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18041>
- Mu, X., & Antwi-Afari, M. F. (2024). The applications of Internet of Things (IoT) in industrial management: a science mapping review. *International Journal of Production Research*, 62(5), 1928–1952. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2290229>

- Murge, V., Jadhav, A., & Más, S. (2020). Review on Smart Bottle Dispenser And Filling Plant Using Industrial IoT. *Journal of Science and Technology*, Volume 5. <https://doi.org/10.46243/jst.2020.v5.i4.pp143-148>
- Natividad, J. G., & Palaoag, T. D. (2019). IoT based model for monitoring and controlling water distribution. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 482, 012045. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/482/1/012045>
- Nechibvute, A., & Mafukidze, H. D. (2024). Integration of SCADA and Industrial IoT: Opportunities and Challenges. *IETE Technical Review*, 41(3), 312–325. <https://doi.org/10.1080/02564602.2023.2246426>
- Nurhasan, U., Prasetyo, A., Lazuardi, G., Rohadi, E., & Pradibta, H. (2018). Implementation IoT in System Monitoring Hydroponic Plant Water Circulation and Control. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.44), 122. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.44.26965>
- Pathak, S., Deepika, N. M., Rajalakshmi, B., Nijhawan, G., Almusawi, M., & Yadav, D. K. (2024). Enhancing Robotic Automation In Industries Using Industrial Informatics. 2024 IEEE 13th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 484–490. <https://doi.org/10.1109/CSNT60213.2024.10546155>
- Pilcher, N., & Cortazzi, M. (2024). “Qualitative” and “quantitative” methods and approaches across subject fields: implications for research values, assumptions, and practices. *Quality & Quantity*, 58(3), 2357–2387. <https://doi.org/10.1007/s11135-023-01734-4>
- Quinaloa-Ramirez, R., & Albarracín-Guarochico, F. (2024). Sistema IOT de monitoreo de calidad de aire de una bodega de productos químicos.
- Quinteros, P. A., Calero Zurita, M., Zambrano, N. C., & Lapo Manchay, E. (2020). Automatización de los procesos industriales * Automation of industrial processes. *Journal of Business and Entrepreneurial* Julio-Diciembre, 4. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.82>
- Rodríguez-Maese, R., Rodríguez-Saldaña, V., Ferrer, L., & Leal, L. O. (2024). The Role of Automation in the Analysis of Manganese in Environmental Water Samples. *Water*, 16(12), 1659. <https://doi.org/10.3390/w16121659>
- Rodriguez-Sanchez, C., Orellana, R., Fernandez Barbosa, P. R., Borromeo, S., & Vaquero, J. (2024). Insights 4.0: Transformative learning in industrial engineering through problem-based learning and project-based learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(4). <https://doi.org/10.1002/cae.22736>
- Rouse, S. V., Trammell, J. P., Bucciarelli, G. M., Roberts, D., & Kats, L. B. (2024). The effect of a brief educational programme for improving attitudes about purified recycled water. *Water and Environment Journal*. <https://doi.org/10.1111/wej.12928>
- Sani, N. K., Kawsar, Md. H., Uddin, M. J., Islam, Md. S.-U., Abdullah, K. M., & Mahadi, P. R. (2024). Advancing Water Vending Industry through RFID and IoT Empowerment. 2024 3rd International Conference on Advancement in Electrical and Electronic Engineering (ICAEEE), 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICAEEE62219.2024.10561640>
- Shang, X., Zhao, F., Du, J., Li, R., Xia, L., Hou, L., Cheng, X., Ding, Y., Li, P., Liu, M., Ma, C., Wang, Z., Ding, J., Ge, Z., Wang, G., Guo, T., Fu, Y., Xiao, M., Yang, Q., ... Xu, Y. (2023). Development and clinical evaluation of an online automated quality control system for improving

- laboratory quality management. *Clinica Chimica Acta*, 541, 117240. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2023.117240>
- Singh, Y., & Walingo, T. (2024). Smart Water Quality Monitoring with IoT Wireless Sensor Networks. *Sensors*, 24(9), 2871. <https://doi.org/10.3390/s24092871>
- Tadesse, H., Singh, B., Deresso, H., Lemma, S., Singh, G. K., Srivastava, A. K., Dogra, N., & Kumar, A. (2024). Investigation of production bottlenecks and productivity analysis in soft drink industry: a case study of East Africa Bottling Share Company. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJDeM)*. <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01715-9>
- Tembekar, O. V. (2023). Advancements in Water Purification Technologies. *Research & Reviews in Biotechnology & Biosciences*, 10(2), 47–54.
- Waheed, F., Omar, M., Ibrahim, S. Z., Chughtai, R., & Aejaz, S. M. H. (2023). Application of Industrial IoT in Developing a Sustainable and Automatic Liquid Filling Plant. *Pakistan Journal of Scientific Research*, 3(1), 130–140. <https://doi.org/10.57041/pjosr.v3i1.1047>
- Wu, G., & Liu, Y. (2024). Production automation and financial cost control based on intelligent control technology in sustainable manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-13059-z>
- Yousif, J. H., & Abdalgader, K. (2022). Experimental and Mathematical Models for Real-Time Monitoring and Auto Watering Using IoT Architecture. *Computers*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.3390/computers11010007>
- Yuchen, X., Jize, Z., Nasser, J., & Michael, W. (2024). Incorporating Large Language Models into Production Systems for Enhanced Task Automation and Flexibility (Vol. 2437). VDI Verlag. <https://doi.org/10.51202/9783181024379>
- Zahariev, P., Hristov, G., Chairicharoen, R., Bencheva, N., Beloev, I., Zlatov, N., Le, C. H., Georgiev, G., & Kinaneva, D. (2024). Industry 4.0 and Beyond—Present Trends, Emerging Solutions and Future Technologies in the Area of the Industrial Automation. 2024 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON), 525–528. <https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCN60518.2024.10479988>
- Zapata, C., & Urdaneta, M. (2024). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para dispositivos electrónicos inteligentes integrados en una red smartwire-dt a través de una plataforma web. In *Universidad Tecnológica Israel* (p. 34). Universidad Tecnológica Israel.
- Zhao, Z., Lai, Z., Zhi, H., Zou, Y., Jin, Y., & Zeng, K. (2023). Automated workflow of EIS data validation and quality improvement based on the definition, detection, and removal of outliers. *Electrochimica Acta*, 461, 142661. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2023.142661>
- Zulkifli, C. Z., Garfan, S., Talal, M., Alamoodi, A. H., Alamleh, A., Ahmaro, I. Y. Y., Sulaiman, S., Ibrahim, A. B., Zaidan, B. B., Ismail, A. R., Albahri, O. S., Albahri, A. S., Soon, C. F., Harun, N. H., & Chiang, H. H. (2022). IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review. *Water*, 14(22), 3621. <https://doi.org/10.3390/w14223621>

ANEXOS

ANEXO 1. Reportes de validación de expertos



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

INSTRUMENTO PARA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Estimado colega:

Se solicita su valiosa cooperación para evaluar la calidad del siguiente contenido digital: Módulo demostrativo automático con control IoT para embotelladoras de agua. Sus criterios son de suma importancia para la realización de este trabajo, por lo que se le pide que brinde su cooperación contestando las preguntas que se realizan a continuación.

Datos informativos

Validado por: José Luis Chávez Aguilar.
Título obtenido: Ingeniero Eléctrico y Electrónico en Automatización Industrial
C.I.: 0920347481.
E-mail: JoseL.Chavez@epetroecuador.ec
Institución de Trabajo: Empresa pública de Hidrocarburos del Ecuador - EpPetroecuador.
Cargo: Jefe de Facilidades de Refinación.
Años de experiencia en el área: 6 años.

Instructivo:

- Responda cada criterio con la máxima sinceridad del caso.
- Revisar, observar y analizar la propuesta de la plataforma virtual, blog o sitio web.
- Coloque una X en cada indicador, tomando en cuenta que Muy adecuado equivale a 5, Bastante Adecuado equivale a 4, Adecuado equivale a 3, Poco Adecuado equivale a 2 e Inadecuado equivale a 1.

Tema: Módulo demostrativo automático con control IoT para embotelladoras de agua.

Indicadores	Muy adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco adecuado	Inadecuado
Pertinencia	X				
Aplicabilidad	X				
Factibilidad	X				
Novedad	X				
Fundamentación pedagógica	X				
Fundamentación tecnológica	X				
Indicaciones para su uso	X				
TOTAL	X				

Observaciones:.....

.....

.....

Recomendaciones:.....

.....

.....

Lugar, fecha de validación: 30 de agosto de 2024

AUTORIZACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES

La Universidad Tecnológica Israel con domicilio en Francisco Pizarro E4-142 y Marieta de Veintimilla, Quito – Ecuador y dirección electrónica de contacto protecciondatospersonales@uisrael.edu.ec, es la entidad responsable del tratamiento de sus datos personales, cumple con informar que la gestión de sus datos personales es con la finalidad de registrar el instrumento de validación de propuesta de la Maestría en Electrónica y Automatización, como requisito de titulación para los cursantes del programa de posgrados.

Como consecuencia de este tratamiento sus datos estarán públicos en el repositorio donde reposan los trabajos de titulación.

La base legal para realizar dicho tratamiento es su consentimiento otorgado en este documento, el mismo que puede revocarlo en cualquier momento.

Los datos personales se publicarán en el repositorio de trabajos de titulación, no se comunicarán a terceros con otra finalidad distinta a la recogida, salvo cuando exista una obligación legal, orden judicial, de agencia o entidad gubernamental con facultades comprobadas, o de autoridad competente.

En algunos casos este tratamiento puede implicar transferencias internacionales de datos, para lo cual garantizamos el cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y el Reglamento a la ley. La UISRAEL conservará sus datos durante el tiempo necesario para que se cumpla la finalidad indicada, mientras se mantenga la relación comercial o contractual, Ud. no revoque su consentimiento o durante el tiempo necesario que resulten de aplicación por plazos legales de prescripción.

La UISRAEL ha adoptado diversas medidas organizativas, legales y tecnológicas para proteger sus datos personales. Estas medidas están diseñadas para garantizar un nivel razonable de seguridad y cumplir con las exigencias conforme a la normativa aplicable en materia de protección de datos personales.

La UISRAEL le informa que tiene derechos sobre sus datos personales conforme lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, para su ejercicio puede hacerlo mediante envío de una solicitud al correo protecciondatospersonales@uisrael.edu.ec.

Para obtener más detalles de cómo se manejan sus datos personales, la UISRAEL pone a su disposición la política de Privacidad y Protección de Datos Personales disponible en el siguiente link: [Política de Protección de Datos Personales | UISRAEL](#)

Por lo expuesto, declaro haber sido informado sobre el tratamiento de los datos personales que he entregado a la UISRAEL.



Firma digitalizada por:
JOSÉ LUIS CHÁVEZ
AGUILAR

Firma del especialista
Ing. José Luis Chávez Aguilar
