

Practica empresarial desarrollo de un sistema scada por medio de iot's, node red, hmi's, básculas e impresoras, para reducir inconsistencias en los informes de mermas del proceso cárnico de la empresa Tayrona S.A.S.

Sebastián Murcia Orozco

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecatrónico

Director

Jhon Leonardo Quiroga Pinedo

Codirector

Pedro Pablo Diaz Jaimes

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Mecatrónica

2024

Contenido

Introducción	8
1. Desarrollo de un sistema scada por medio de IOT'S, NODE RED, HMI'S, básculas e impresoras, para reducir inconsistencias en los informes de mermas del proceso cárnico de la empresa Tayrona S.A.S.....	10
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Justificación	11
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.1 Objetivos específicos	12
2. Reseña de la empresa.....	13
2.1 Marco conceptual.....	13
3. Avance de objetivos.....	16
3.1 Selección de la HMI adecuada.....	19
3.2 Implementación de IoT con ESP32, Node-Red y básculas	20
3.3 Diseño de la interfaz gráfica de la HMI.....	22
3.4 Creación de un sistema de impresión.....	26
4. Resultados.....	27
4.1. Supervisión y Transparencia	27
4.2. Eficiencia Operativa	28
4.3. Generación de Informes	28
4.4. Satisfacción del personal	29
4.5. Ejemplos de Informes Generados	29

5. Conclusiones	30
Referencias	32

Lista de figuras

Figura 1. <i>Listado de Proveedores</i>	19
Figura 2. <i>Guía de Nivel de Protección IP</i>	20
Figura 3. <i>Puerto Transmisor del Indicador de Peso.</i>	21
Figura 4. <i>Comunicación Serial con Báscula.</i>	21
Figura 5. <i>Instalación de Dispositivos.</i>	22
Figura 6. <i>Inicio de Sesión del SCADA.</i>	22
Figura 7. <i>Selección de Proceso.</i>	23
Figura 8. <i>Proceso de Recepción de Canales.</i>	23
Figura 9. <i>Impresión de Manillas.</i>	24
Figura 10. <i>Reporte de Entrada de Canales.</i>	24
Figura 11. <i>HMI de Despacho de Canales.</i>	25
Figura 12. <i>Reporte de Salida de Canales.</i>	25
Figura 13. <i>Base de Datos Local.</i>	26
Figura 14. <i>Formato de Manilla BarTender.</i>	27
Figura 15. <i>Chat de Telegram con los reportes.</i>	28
Figura 16. <i>Reporte de Salida de Canales.</i>	29
Figura 17. <i>Carpetas de Reportes.</i>	30

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Plan de trabajo.</i>	16
---	----

Resumen

El proyecto se centra en el desarrollo e implementación de un sistema SCADA utilizando IoT, Node Red, HMI, básculas e impresoras en la empresa Tayronama S.A.S. para abordar las inconsistencias en los informes de mermas en la industria del procesamiento de carne de cerdo. El documento detalla los objetivos, la metodología y los resultados del proyecto, incluyendo la selección de hardware y software adecuados, el diseño de interfaces de usuario y la integración de dispositivos IoT para la adquisición de datos. El sistema SCADA ha mejorado la eficiencia operativa, la precisión de los datos y la transparencia, reduciendo las pérdidas económicas debido a discrepancias en el peso. También se menciona la satisfacción del personal con el nuevo sistema y se sugieren mejoras adicionales para la optimización.

Palabras clave: SCADA, IoT, Node Red, HMI, procesamiento de carne, precisión de datos, transparencia, pérdidas económicas, automatización, industria cárnica.

Abstract

This project focuses on the development and implementation of a SCADA system using IoT, Node Red, HMI, scales, and printers at Tayronama S.A.S. to address inconsistencies in the weight loss reports in the pork processing industry. The document details the objectives, methodology, and results of the project, including the selection of appropriate hardware and software, the design of user interfaces, and the integration of IoT devices for data acquisition. The SCADA system has improved operational efficiency, data accuracy, and transparency, reducing economic losses due to weight discrepancies. The project also highlights the satisfaction of the staff with the new system and suggests further improvements for optimization.

Keywords: SCADA, IoT, Node Red, HMI, pork processing, operational efficiency, data accuracy, transparency, economic losses, automation, meat industry.

Introducción

La venta de cerdo es un negocio que ha crecido bastante en Colombia, lo cual ha aumentado el interés por emprender en este campo del comercio, llevando a plantas existentes dedicadas a la producción de la carne de cerdo a mejorarse y ampliar su representación en el mercado.

El matadero de Gaira (Santa Marta) en su diseño inicial contempla un proceso totalmente manual para supervisar el peso de las canales (Producto cárnico), este proceso lo realiza un operario, encargado de transportar las canales de la planta de sacrificio a la planta de deshuese y por último de la planta de deshuese al cliente, antes de transportar la canal este es encargado de llenar unos informes de control de pesos de las canales transportadas para tener un seguimiento de las mermas de cada una, pero en este informe los administrativos han presenciado inconsistencias.

Debido a esto, se evidencia una problemática de adulteración de la información de estos pesos, la solución que utilizan otras plantas de beneficio es el uso de sistemas SCADA, el cual realiza un seguimiento preciso del producto cárnico, sin intervención humana dentro del proceso de producción.

En este proyecto se propone utilizar unas básculas para registrar la información del peso del producto en cada una de las etapas del proceso, junto a la báscula se instalará un HMI (Human Machine Interface) cuya función es permitir al operario visualizar y registrar de que proveedor es la canal, el peso, el lote de sacrificio, el consecutivo del cerdo y un botón para guardar el dato. Para hacer este guardado se utilizará tecnología IOT (Internet of things) por medio de una ESP32 y una red local.

Una vez guardado el dato se pasa la información a través de Node Red a la aplicación BarTender mediante una impresora térmica que imprimirá una manilla con información detallada del porcino. Adicional a esto, por medio de Node Red se creará un histórico de datos, para poder

rendir informes de la producción como el control de mermas. Al implementar este sistema SCADA debería verse reflejado que el valor de las mermas que se van a tomar coincidirá con los estándares y que los informes generados no presenten inconsistencias con la realidad.

1. Desarrollo de un sistema scada por medio de IOT'S, NODE RED, HMI'S, básculas e impresoras, para reducir inconsistencias en los informes de mermas del proceso cárnico de la empresa Tayrona S.A.S

1.1 Planteamiento del problema

El negocio de la venta de carne de cerdo ha experimentado un crecimiento significativo en Colombia, lo que ha incrementado el interés por emprender en este sector. Este auge ha llevado a las plantas existentes dedicadas a la producción de carne de cerdo a mejorar y ampliar su presencia en el mercado.

El matadero de Gaira, ubicado en Santa Marta, fue diseñado inicialmente con un proceso completamente manual para supervisar el peso de las canales (producto cárnico). Este proceso es realizado por un operario encargado de transportar las canales desde la planta de sacrificio hasta la planta de deshuese y, finalmente, al cliente. Antes de transportar las canales, el operario debe llenar informes de control de peso para hacer un seguimiento de las mermas. Sin embargo, se han detectado inconsistencias en estos informes por parte del personal administrativo.

Debido a estas inconsistencias, es necesario instalar un sistema automatizado, ya que los errores en la toma de información están costando a Tayronama S.A.S. una pérdida de 15,200 pesos por cada kilo faltante, lo que se traduce en pérdidas semanales de hasta 1,500,000 pesos colombianos. Por lo tanto, es crucial implementar un sistema que permita un seguimiento adecuado de los datos obtenidos, asegurando que coincidan con el producto vendido y evitando así más pérdidas.

La problemática de la adulteración de la información de los pesos es evidente. La solución adoptada por otras plantas de beneficio es el uso de sistemas SCADA, los cuales realizan un seguimiento preciso del producto cárnico sin intervención humana en el proceso de producción.

Existen diversas opciones para implementar sistemas automáticos que permitan un seguimiento adecuado del proceso. Se sabe que un sistema SCADA es implementable, pero los costos iniciales de estos sistemas oscilan entre 40 y 60 millones de pesos colombianos, sin contar una anualidad de 2.5 millones de pesos. Por lo tanto, es necesario buscar una forma de implementar el SCADA de manera que sea asequible para Tayronama S.A.S., la empresa objetivo.

1.2 Justificación

En la industria contemporánea, la mayoría de los productos cárnicos se fabrican utilizando procesos que emplean sistemas automatizados para medir, supervisar y regular todas las variables relevantes. Esta automatización contribuye a incrementar la producción y reducir los errores humanos.

La implementación de un sistema automatizado en el matadero de Gaira es crucial para abordar las inconsistencias detectadas en los informes de control de peso de las canales. La investigación tiene como objetivo proporcionar a la empresa Tayronama S.A.S. una solución económica, fiable y resistente, que minimice la inversión inicial y los costos operativos.

Se propone la utilización del mínimo de equipos posible, asegurando que sean asequibles y adecuados para las condiciones específicas de la planta. Estos equipos deben ser resistentes a las condiciones de extremo frío y alta masa del producto, así como al agua, debido a la constante limpieza requerida en la industria alimenticia. La resistencia a estos factores es esencial para disminuir el riesgo de averías durante la operación y la pérdida de información.

La implementación de un sistema SCADA permitirá un seguimiento preciso y constante de los datos, eliminando la intervención humana y, por ende, reduciendo los errores asociados. Esto garantizará que los datos obtenidos coincidan con el producto vendido, evitando pérdidas económicas significativas para la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema SCADA por medio de IOT's, Node Red, HMI's, básculas e impresoras, para reducir inconsistencias en los informes de Mermas del proceso cárnico de Tayrona S.A.S.

1.3.2 Objetivos específicos

- Seleccionar la HMI adecuada para el proceso teniendo en cuenta las condiciones de limpieza y frío que se maneja en los frigoríficos para garantizar la fiabilidad, duración y bajo costo del sistema.
- Diseñar la interfaz gráfica de la HMI seleccionada a través de su correspondiente software de programación para que sea sencilla y fácil de entender.
- Implementar IOT's con ESP32, NodeRed, protocolos de comunicación y las básculas para la adquisición de pesos.
- Crear un sistema de impresión a través de una base de datos conectada al NodeRed para rendir informes e imprimir manillas identificadoras de canales.

2. Reseña de la empresa

Tayronama SAS es una empresa que se estableció con la visión de convertirse en el principal proveedor de canales de cerdo para Proveedora Ganadera SAS. Esta última es una empresa que se dedica a la distribución de cortes de carne en la ciudad de Santa Marta, satisfaciendo las necesidades de sus habitantes. Por lo tanto, el propósito fundamental de Tayronama SAS es suministrar canales de cerdo, su único producto, para el consumo local. Su misión es criar cerdos hasta alcanzar un peso óptimo, para luego sacrificarlos y obtener las canales de cerdo. Estos productos se venden a 25 carnicerías en el mercado y a Proveedora Ganadera SAS.

En cuanto a su estructura organizativa, Tayronama SAS opera bajo un modelo lineal. Todas las decisiones se toman de manera centralizada por la gerencia, y existe una clara cadena de mando que incluye a gerentes, operarios y supervisores. Todos ellos deben cumplir con las tareas y reglas establecidas por la gerencia, que dirige a los trabajadores especializados en la producción de canales de cerdo de alta calidad, aptas para el consumo de los habitantes de Santa Marta.

2.1 Marco conceptual

Canales de cerdo: Las canales de cerdo se refieren a los cuerpos de los cerdos después de haber sido sacrificados y desangrados, pero antes de ser deshuesados y procesados en cortes específicos. Estas canales pueden ser clasificadas en diferentes categorías según su peso y calidad, lo cual influye en su valor comercial y en los procesos posteriores de deshuese y procesamiento [1].

Planta de deshuese: Una planta de deshuese es una instalación donde se lleva a cabo el proceso de separación de la carne de los huesos de los animales sacrificados. Este proceso es crucial para la producción de cortes específicos de carne que son comercializados para el consumo

humano. Las plantas de deshuese deben cumplir con estrictas normas de higiene y seguridad para garantizar la calidad y seguridad de los productos cárnicos [2].

Merma: La merma en la industria porcina se refiere a la pérdida de peso que ocurre durante el proceso de sacrificio y procesamiento de los cerdos. Esta pérdida puede ser causada por diversos factores, incluyendo la eliminación de partes no comestibles, la evaporación de agua y el manejo de los animales. La merma es un factor importante por considerar en la eficiencia y rentabilidad de la producción porcina [3].

- *Planta de beneficio:* Una planta de beneficio, también conocida como planta de sacrificio o matadero, es una instalación donde se realiza el sacrificio de los animales destinados al consumo humano. En estas plantas, los animales son sacrificados de manera humanitaria y se llevan a cabo procesos de desangrado, eviscerado y preparación de las canales para su posterior procesamiento. Las plantas de beneficio deben cumplir con regulaciones estrictas para asegurar la seguridad alimentaria y el bienestar animal [4].
- *Sistema SCADA:* Un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) es una plataforma de software y hardware que permite a las organizaciones industriales controlar procesos industriales localmente o a distancia, monitorear, recopilar y procesar datos en tiempo real. Estos sistemas son esenciales para la gestión eficiente de infraestructuras críticas como redes eléctricas, plantas de tratamiento de agua y sistemas de transporte [5].
- *HMI (Human-Machine Interface):* La HMI es una interfaz que permite la interacción entre los operadores humanos y las máquinas. En el contexto industrial, las HMI son cruciales para supervisar y controlar procesos, proporcionando una visualización gráfica de los datos y permitiendo la entrada de comandos por parte de los operadores [6].

- *IoT (Internet of Things)*: El Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la interconexión de dispositivos físicos a través de internet, permitiendo la recopilación y el intercambio de datos. Esta tecnología es fundamental para la automatización y la mejora de la eficiencia en diversos sectores, incluyendo la manufactura, la salud y el transporte [7].
- *ESP32*: El ESP32 es un microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento con capacidades de Wi-Fi y Bluetooth integradas. Es ampliamente utilizado en proyectos de IoT debido a su versatilidad y capacidad para manejar múltiples tareas simultáneamente [8].
- *Red local*: Una red local (LAN) es una red de computadoras que abarca un área geográfica limitada, como una oficina, un edificio o un campus. Las LAN permiten la interconexión de dispositivos para compartir recursos y datos de manera eficiente [9].
- *Node-RED*: Node-RED es una herramienta de programación basada en flujo para la integración de hardware, APIs y servicios en línea. Es especialmente útil en proyectos de IoT para la creación rápida de prototipos y la implementación de soluciones de automatización [10].
- *Estructura organizacional lineal*: La estructura organizacional lineal es un tipo de organización en la que cada empleado tiene un supervisor directo. Este modelo es simple y claro, facilitando la toma de decisiones y la comunicación dentro de la empresa [11].
- *COM serial RS-232C*: El estándar RS-232C define la interfaz para la comunicación en serie entre dispositivos. Es ampliamente utilizado en la conexión de computadoras y periféricos, permitiendo la transmisión de datos a través de cables seriales [12].
- *Demon Windows*: Un demonio (daemon) en sistemas Windows es un programa que se ejecuta en segundo plano para realizar tareas específicas, como la gestión de servicios de

red o la ejecución de procesos programados. Estos programas son esenciales para el funcionamiento continuo y eficiente de los sistemas operativos [13].

3. Avance de objetivos

Tabla 1. *Plan de trabajo.*

Objetivos específicos	Actividades realizadas para consecución de dichos objetivos	Entregable	% de Avance.
En cada fila se ubican cada uno de los objetivos específicos.	Se indican las diferentes actividades realizadas para conseguir dicho objetivo específico.	Se describe el producto que se obtendrá al realizar dicha actividad. Puede ser un informe, un diseño, etc.	Indica el porcentaje de avance de cada actividad
1. Seleccionar la HMI adecuada para el proceso teniendo en cuenta las condiciones de limpieza y frío que se maneja en los frigoríficos para garantizar la fiabilidad, duración y bajo costo del sistema	se investigó en internet proveedores de tecnologías en Colombia, y se examinó su oferta y se seleccionaron los equipos con aparente menor precio, pero que cumplan con las características mínimas que exigen nuestros objetivos	proveedor del HMI	100%
	a partir de la información obtenida se rellenó un formato de matriz QFD, con el que se trabajó previamente en clase de Diseño Mecatrónico	Matriz QFD de las HMI	100%
	se presenta una cotización de la HMI seleccionada a el jefe, al momento de ver el precio y el tiempo que demora en llegar, sugiere utilizar un computador, una impresora y una báscula con indicador transmisor de los que ya disponía previamente	Factura de la HMI adquirida	100%

Objetivos específicos	Actividades realizadas para consecución de dichos objetivos	Entregable	% de Avance.
2. Diseñar la interfaz gráfica de la HMI seleccionada a través de su correspondiente software de programación para que sea sencilla y fácil de entender	debido a la decisión del jefe de usar los equipos y adquiridos, no hubo necesidad de adquirir un software para la HMI, pero si para la impresora, esta licencia se adquirió sin ninguna objeción	licencia del programa	100%
	se revisó la norma y se diseñó una HMI, pero el operario y el jefe pidieron la implementación de unos colores muy llamativos, como el operario lo deseaba y decía no incomodarle implemente los colores pedidos	diseño de las pantallas del HMI	100%
	el desarrollo del sistema scada se implementó durante la operación del antiguo sistema, por lo que siempre se llevó acompañamiento directo al operario para indicarle actualización y que este con su opinión retroalimentara que cambios realizar, hasta el momento se le han cumplido todos los deseos y se está trabajando en los cambios que ha pedido.	evidencia fotográfica del proceso con los operarios	75%
3. Implementar IOT's con ESP32, NodeRed, protocolos de comunicación y las básculas para la adquisición de pesos.	debido a que en campo ya se encontraba un indicador transmisor de peso, decidí simplificar la comunicación usando el protocolo con el que ya contaba el indicador el cual es serial rs 232c una comunicación serial fácil de enlazar al computador razón por la que lo usé e implemente	documento de cómo se realizó la comunicación de la red local	100%
	en campo se encontró con una red ethernet previamente instalada para comunicar los demás equipos de la empresa, por lo que desee unir el computador del que disponía, pero al momento de hacerlo me encuentro de que el cable está en mal estado y pido el	documento de cómo se realizó la comunicación de la red local	25%

Objetivos específicos	Actividades realizadas para consecución de dichos objetivos	Entregable	% de Avance.
	mantenimiento de la red lo que todavía espero que termine, sin embargo, decidí hacer unos reportes de la información captada mediante internet por medio de la aplicación Telegram		
	al momento de estudiar la impresora con la cual se marcarían a los cerdos, me encuentro con el software BarTender que tiene el protocolo de comunicación propietario de la marca de la impresora (TSC) por lo que decido adquirir la licencia del software además esta licencia también me permite crear una impresión automática y una base de datos para el sistema a implementar	documento de cómo se realizó la comunicación de la red local	100%
4. Crear un sistema de impresión a través de una base de datos conectada al NodeRed para rendir informes e imprimir manillas identificadoras de canales.	se investigó proveedores del software en Colombia, se llamó y cotizó la licencia, se pagó y facturo a nombre de la empresa y se activó la licencia en el equipo que se encuentra actualmente en campo,	licencia del programa	100%
	a través de la aplicación BarTender se configuro la plantilla con acompañamiento del jefe y se le agrego todo lo que pedía, luego se configuro una automatización del BarTender para dejar un Demon en el sistema operativo para mandar a imprimir el formato diseñado por el cliente	archivo plantilla del software de la impresora	100%
	cómo se envió el reporte mediante telegram fácilmente se puede descargar en cualquier equipo que disponga con conexión a una impresora e imprimirlo.	informe de merma	100%

3.1 Selección de la HMI adecuada

Para cumplir con este objetivo, se realizó una investigación exhaustiva de proveedores colombianos de equipos de automatización. Se identificaron proveedores en Bogotá que ofrecen HMI con grado de protección IP66 y a precios competitivos. La lista de proveedores se presenta en la Figura 1.

Figura 1. Listado de Proveedores

Investigacion HMI para Tayronama S.A.S.						
#	proveedor	modelo HMI	grado de Proteccion IP	Tamaño	Precio en USD	Precio en COP
1	DirectIndustry	TX207-P3CV01	IP 66	7"	\$ 770.00	\$ 3,104,670.80
2	Siemens	SIMATIC HMI TP1900 Comfort	IP 66	19"	\$ 5,095.04	\$20,543,405.08
3	AutomationDirect	C-more Micro	IP 66	3"	\$ 198.00	\$ 798,343.92
4	Pro-face	ET6000	IP 66	7"	\$ 1,200.00	\$ 4,838,448.00
5	Maple Systems	HMI5070P	IP 66	7"	\$ 770.00	\$ 3,104,670.80
6	Componets247	NB7W-TW00B	IP 66	7"	\$ 561.00	\$ 2,261,974.44

Se seleccionaron dispositivos con grado de protección IP66 debido a su resistencia a chorros de agua, bajas temperaturas y exposición a partículas de grasa y sangre. La **Figura 2** muestra la guía de nivel de protección IP.

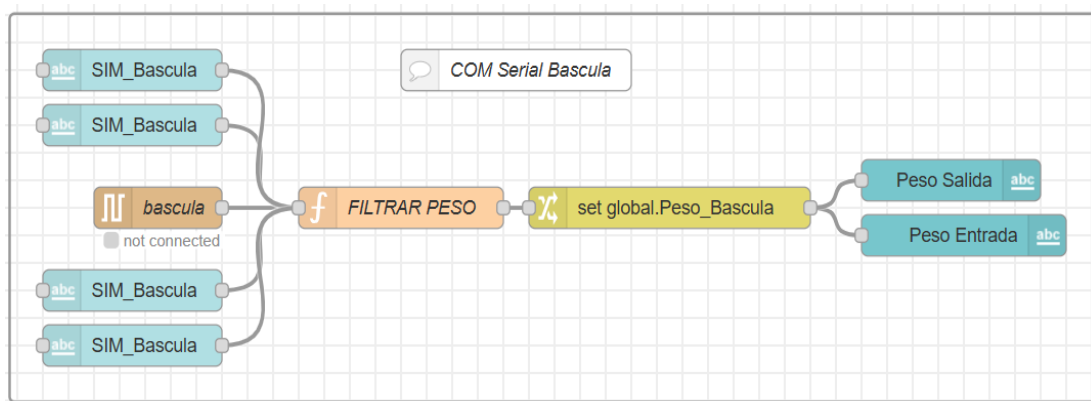
Figura 2. Guía de Nivel de Protección IP

IP (Ingress Protection) Ratings Guide	
SOLIDS	WATER
1  Protected against a solid object greater than 50 mm such as a hand.	1  Protected against vertically falling drops of water. Limited ingress permitted.
2  Protected against a solid object greater than 12.5 mm such as a finger.	2  Protected against vertically falling drops of water with enclosure tilted up to 15 degrees from the vertical. Limited ingress permitted.
3  Protected against a solid object greater than 2.5 mm such as a screwdriver.	3  Protected against sprays of water up to 60 degrees from the vertical. Limited ingress permitted for three minutes.
4  Protected against a solid object greater than 1 mm such as a wire.	4  Protected against water splashed from all directions. Limited ingress permitted.
5  Dust Protected. Limited ingress of dust permitted. Will not interfere with operation of the equipment. Two to eight hours.	5  Protected against jets of water. Limited ingress permitted.
6  Dust tight. No ingress of dust. Two to eight hours.	6  Water from heavy seas or water projected in powerful jets shall not enter the enclosure in harmful quantities.
Rating Example: IP65 INGRESS PROTECTION	
	7  Protection against the effects of immersion in water between 15 cm and 1 m for 30 minutes.
	8  Protection against the effects of immersion in water under pressure for long periods.

A pesar de la recomendación de adquirir una HMI con estas características, se decidió utilizar equipos existentes que no cumplen con el grado IP66, debido a restricciones de costos. Esta decisión fue tomada tras evaluar la disponibilidad de capital de inversión.

3.2 Implementación de IoT con ESP32, Node-Red y básculas

Se utilizó Node-Red para vincular la información de la báscula mediante el protocolo de comunicación serial RS232C debido al puerto presente en el indicador transmisor de peso, como se muestra en la **Figura 3**. Node-Red ya presenta nodos que permiten tomar información por este protocolo, facilitando la integración con el sistema existente, como se ilustra en la **Figura 4**.

Figura 3. Puerto Transmisor del Indicador de Peso.**Figura 4.** Comunicación Serial con Báscula.

Se decidió utilizar el protocolo de comunicación serial debido a la proximidad de los dispositivos, como se muestra en la **Figura 5**. Esta proximidad facilitó la instalación y redujo la complejidad del cableado.

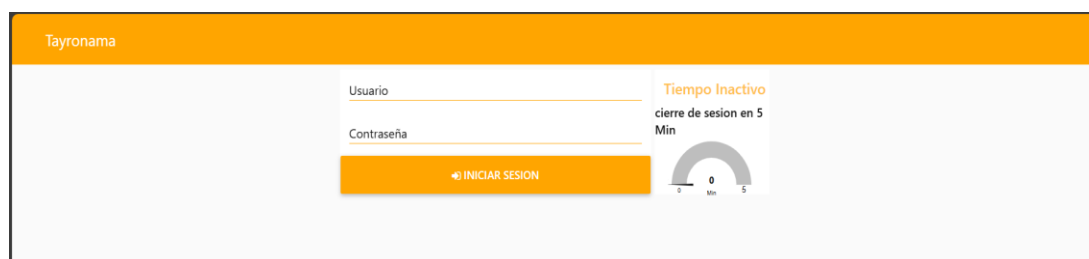
Figura 5. *Instalación de Dispositivos.*



3.3 Diseño de la interfaz gráfica de la HMI

Se creó una interfaz de usuario con varias ventanas para identificar al operario y el proceso a realizar. **La Figura 6** muestra la pantalla de inicio de sesión del SCADA, donde el operario ingresa sus credenciales para acceder al sistema.

Figura 6. *Inicio de Sesión del SCADA.*



El operario selecciona el proceso en el menú de la **Figura 7**, el cual permite elegir entre recepción y despacho de canales.

Figura 7. Selección de Proceso.



Para la recepción de canales, se utiliza la ventana de la **Figura 8**. En esta ventana, el operario selecciona el proveedor y la fecha de sacrificio, y a medida que se ubican los cerdos en la báscula, se presiona el botón de imprimir para capturar el peso. Adicionalmente, se imprime una etiqueta adhesiva en forma de manilla para identificar a los cerdos, como se muestra en la **Figura 9**.

Figura 8. Proceso de Recepción de Canales.

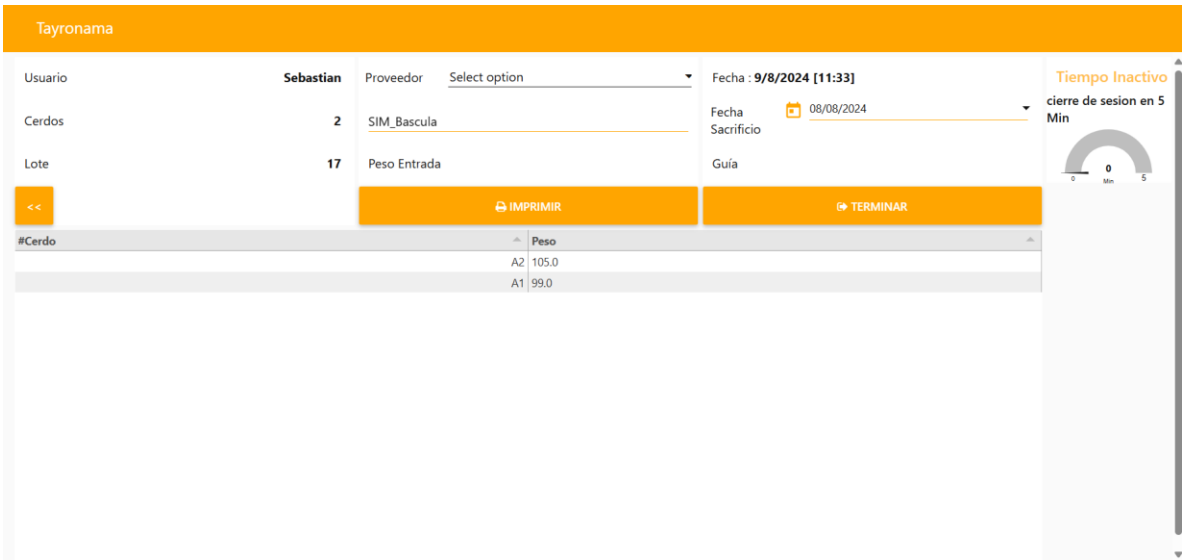


Figura 9. Impresión de Manillas.



El informe de entrada se envía en formato PDF a los administrativos, como se aprecia en la **Figura 10**. Este informe incluye detalles como el peso de las canales y la fecha de recepción.

Figura 10. Reporte de Entrada de Canales.

Reporte de Entrada				
Fecha y hora de Entrada 5/8/2024 [18:49]		Visceras 0		
Fecha de Sacrificio 05/08/2024		Empella 0kg		
Gula	Proveedor	Cerdo	Peso	Cliente
70V682024_10	Viltagro	V70	83.7	
69V682024_10	Viltagro	V69	82.4	
68V682024_10	Viltagro	V68	78.1	
67V682024_10	Viltagro	V67	87.5	
66V682024_10	Viltagro	V66	83.4	
65V682024_10	Viltagro	V65	79.5	
64V682024_10	Viltagro	V64	87.8	
63V682024_10	Viltagro	V63	92.3	
62V682024_10	Viltagro	V62	83.7	
61V682024_10	Viltagro	V61	88.7	
60V682024_10	Viltagro	V60	88.2	
59V682024_10	Viltagro	V59	79.5	
58V682024_10	Viltagro	V58	85.5	
57V682024_10	Viltagro	V57	83.7	
56V682024_10	Viltagro	V56	77.2	
55V682024_10	Viltagro	V55	90.1	
54V682024_10	Viltagro	V54	84.8	
53V682024_10	Viltagro	V53	96.2	
52V682024_10	Viltagro	V52	87.7	
51V682024_10	Viltagro	V51	86.0	
50V682024_10	Viltagro	V50	89.4	
49V682024_10	Viltagro	V49	99.1	
48V682024_10	Viltagro	V48	89.3	
47V682024_10	Viltagro	V47	87.2	
46V682024_10	Viltagro	V46	83.9	
45V682024_10	Viltagro	V45	88.6	
44V682024_10	Viltagro	V44	84.4	
43V682024_10	Viltagro	V43	87.0	
42V682024_10	Viltagro	V42	87.0	
41V682024_10	Viltagro	V41	84.0	
40V682024_10	Viltagro	V40	77.2	
39V682024_10	Viltagro	V39	79.6	
38V682024_10	Viltagro	V38	82.7	
37V682024_10	Viltagro	V37	77.9	

Gula	Proveedor	Cerdo	Peso	Cliente
36V682024_10	Viltagro	V36	93.9	
35V682024_10	Viltagro	V35	91.1	
34V682024_10	Viltagro	V34	89.8	
33V682024_10	Viltagro	V33	82.3	
32V682024_10	Viltagro	V32	80.1	
31V682024_10	Viltagro	V31	84.5	
30V682024_10	Viltagro	V30	88.6	
29V682024_10	Viltagro	V29	74.0	
28V682024_10	Viltagro	V28	77.4	
27V682024_10	Viltagro	V27	74.0	
26V682024_10	Viltagro	V26	80.5	
25V682024_10	Viltagro	V25	86.8	
24V682024_10	Viltagro	V24	73.2	
23V682024_10	Viltagro	V23	86.3	
22V682024_10	Viltagro	V22	82.7	
21V682024_10	Viltagro	V21	85.4	
20V682024_10	Viltagro	V20	85.0	
19V682024_10	Viltagro	V19	89.2	
18V682024_10	Viltagro	V18	85.7	
17V682024_10	Viltagro	V17	84.8	
16V682024_10	Viltagro	V16	87.4	
15V682024_10	Viltagro	V15	70.8	
14V682024_10	Viltagro	V14	88.5	
13V682024_10	Viltagro	V13	74.2	
12V682024_10	Viltagro	V12	74.8	
11V682024_10	Viltagro	V11	86.3	
10V682024_10	Viltagro	V10	78.6	
9V682024_10	Viltagro	V9	69.7	
8V682024_10	Viltagro	V8	82.6	
7V682024_10	Viltagro	V7	86.3	
6V682024_10	Viltagro	V6	82.8	
5V682024_10	Viltagro	V5	90.3	
4V682024_10	Viltagro	V4	83.9	
3V682024_10	Viltagro	V3	89.3	
2V682024_10	Viltagro	V2	63.0	
1V682024_10	Viltagro	V1	88.0	
Recibido Por: Guido		TOTALES=>	70	5875.1
Observaciones:				

Para el despacho de canales, se escanea el código QR de la manilla identificadora y se guarda el nuevo peso al momento de salir. El HMI de despacho se muestra en la **Figura 11**. Este proceso incluye la captura del peso de la cabeza retirada, si aplica, y la generación de un informe que muestra los días de almacenamiento y la merma del cerdo como se muestra en la **Figura 12**.

Figura 11. HMI de Despacho de Canales.

Tayronama

UsuarioSebastian

Fecha de 9/8/2024 [11:59]

PISTOLA QR

Peso Salida

SIM_Bacula

<<

TERMINAR

Lote	Cerdo	P. Entrada	P. Salida	P. Cabeza	P. Venta
6	V1	56.0	40	0	40.0
16	T1	95.0	90	0	90.0

Tiempo Inactivo

cierra de sesion en 5 Min

0 Min

Figura 12. Reporte de Salida de Canales.

Reporte de Salida

Fecha y hora de Salida: 31/7/2024 [8:46]Total Cerdos : 17

Fecha Ent	Fecha Sal	Dias Merma	Prov	Lote	Cerdo	P. Ent	P. Sal	Merma (Kg)	Merma (%)	P. Emp	P. Cab	P. Venta
30/7/2024 [17:58]	31/7/2024 [8:46]	1	T	6	T9	98.6	98.1	0.50	0.51	0	5.2	92.9
30/7/2024 [17:57]	31/7/2024 [8:45]	1	T	6	T8	98.1	97.3	0.80	0.82	0	5.2	92.0
30/7/2024 [17:57]	31/7/2024 [8:44]	1	T	6	T7	102.5	101.9	0.60	0.59	0	5.9	96.0
30/7/2024 [17:55]	31/7/2024 [8:43]	1	T	6	T4	79.7	79.3	0.40	0.50	0	4.5	74.8
30/7/2024 [17:56]	31/7/2024 [8:42]	1	T	6	T6	100.9	100.4	0.50	0.50	0	5.5	94.9
30/7/2024 [17:55]	31/7/2024 [8:41]	1	T	6	T5	91.8	91.2	0.60	0.65	0	5.4	85.9
30/7/2024 [17:53]	31/7/2024 [8:39]	1	T	6	T1	87.7	87.2	0.50	0.57	0	5.0	82.2
30/7/2024 [17:59]	31/7/2024 [8:38]	1	T	6	T13	97.5	96.9	0.60	0.62	0	5.5	91.4
30/7/2024 [17:59]	31/7/2024 [8:37]	1	T	6	T12	77.8	77.3	0.50	0.64	0	4.2	73.0
30/7/2024 [17:58]	31/7/2024 [8:37]	1	T	6	T11	113.3	107.7	5.60	4.94	0	0	107.7
30/7/2024 [17:58]	31/7/2024 [8:36]	1	T	6	T10	90.7	90.1	0.60	0.66	0	5.4	84.7
30/7/2024 [18:7]	31/7/2024 [8:34]	1	T	6	T25	94.7	94.1	0.60	0.63	0	5.0	89.1
30/7/2024 [18:5]	31/7/2024 [8:33]	1	T	6	T21	82.4	81.9	0.50	0.61	0	4.6	77.3
30/7/2024 [18:4]	31/7/2024 [8:32]	1	T	6	T20	84.6	82.9	1.70	2.01	0	4.9	78.0
30/7/2024 [17:59]	31/7/2024 [8:31]	1	T	6	T14	88.6	88	0.60	0.68	0	4.8	83.2
30/7/2024 [17:54]	31/7/2024 [8:30]	1	T	6	T3	73.9	73.4	0.50	0.68	0	4.2	69.0
30/7/2024 [17:54]	31/7/2024 [8:29]	1	T	6	T2	98.4	97.9	0.50	0.51	0	5.2	92.7

Observaciones:

XSupervisor Deshuese

La implementación del sistema SCADA se llevó a cabo durante la operación del antiguo sistema, lo que permitió un acompañamiento directo al operario para indicarle las actualizaciones y recibir retroalimentación. Esto garantizó que el sistema cumpliera con las expectativas y necesidades del operario, quien reportó total satisfacción con el sistema instalado.

3.4 Creación de un sistema de impresión

Se adquirió el software BarTender y se creó una base de datos local para imprimir las manillas y generar los reportes. Esta base de datos consta de archivos CSV almacenados en carpetas del computador, como se muestra en la **Figura 13**. A medida que el usuario presiona imprimir en los HMI de recepción y despacho, se activa una integración del BarTender que imprime el formato de manilla, que se muestra en la **Figura 14**.

Figura 13. Base de Datos Local.

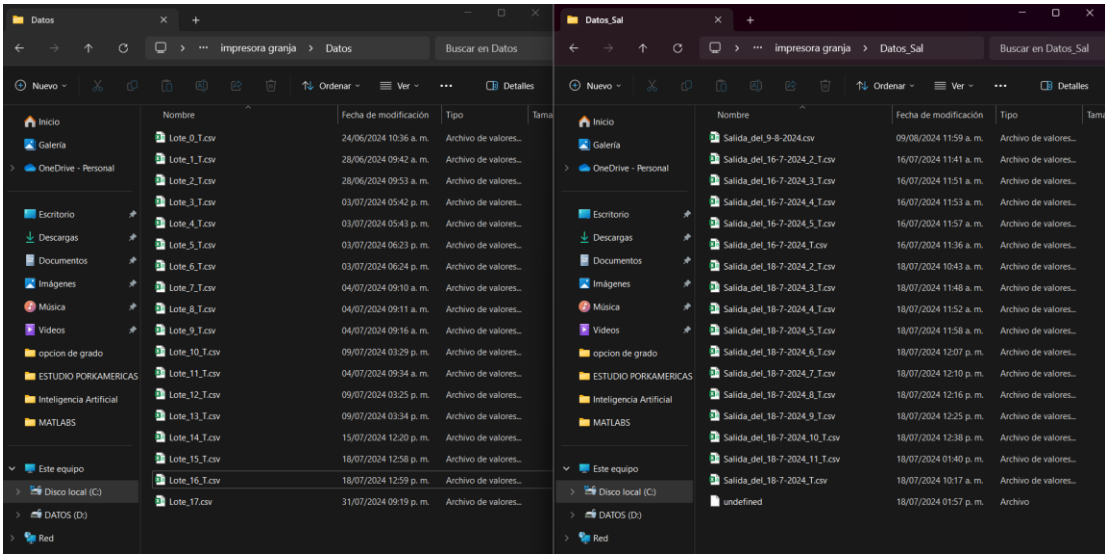
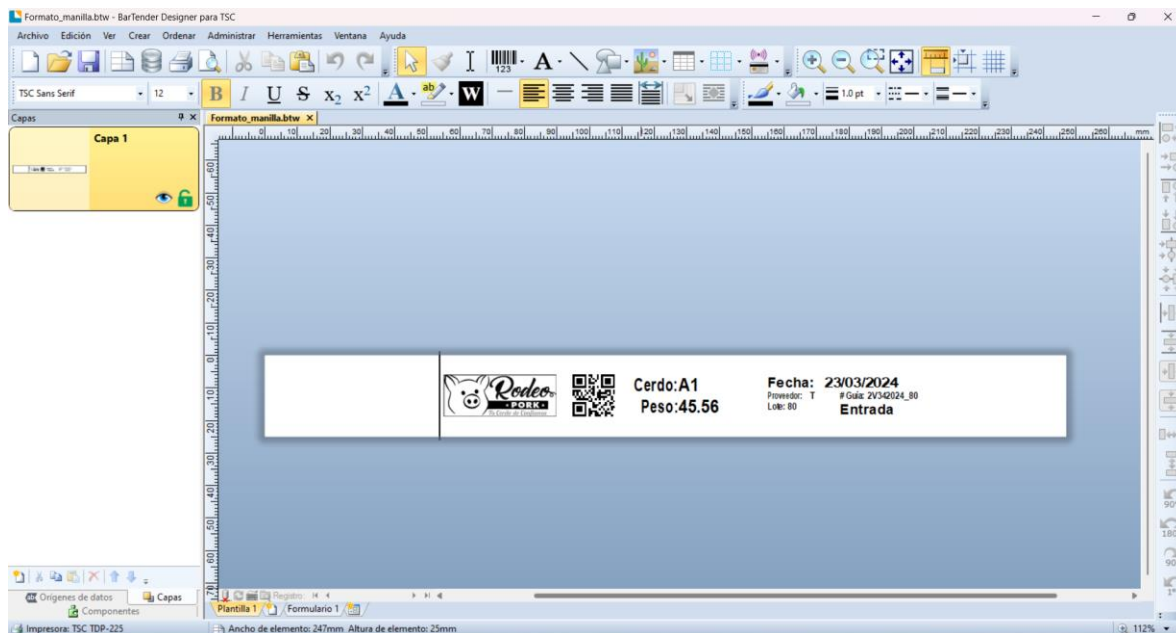


Figura 14. *Formato de Manilla BarTender.*

4. Resultados

La implementación del sistema SCADA con la adquisición de datos a través del indicador transmisor de peso y la creación de una base de datos local con la HMI permitió obtener información precisa sobre el rendimiento de las canales de cerdo. Este sistema facilitó una supervisión más rápida y transparente del producto terminado, cumpliendo con las expectativas del jefe y las necesidades de los operarios.

4.1 Supervisión y transparencia

El nuevo sistema SCADA eliminó las inconsistencias en los informes de control de peso, reduciendo las pérdidas económicas para Tayronama S.A.S. La automatización del proceso de pesaje y registro de datos garantizó que la información obtenida coincidiera con el producto vendido, evitando adulteraciones y errores humanos.

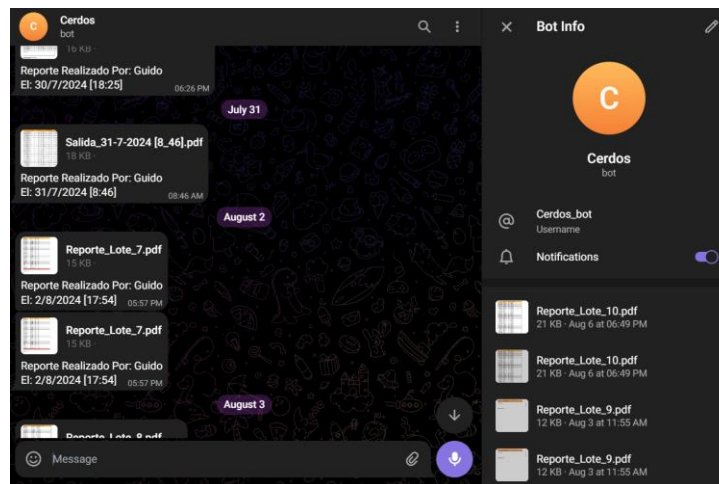
4.2 Eficiencia Operativa

La integración del protocolo de comunicación serial RS-232C mejoró la eficiencia operativa. Los operarios pudieron registrar y visualizar los datos de manera sencilla y rápida, lo que facilitó el seguimiento de las mermas y la generación de informes precisos.

4.3 Generación de Informes

El sistema permitió la creación automática de informes detallados sobre la producción y el control de mermas. Estos informes se enviaron en formato PDF a los administrativos a través de Telegram, lo que mejoró la comunicación y la toma de decisiones. **La Figura 15** muestra un ejemplo del chat de Telegram con los reportes generados.

Figura 15. Chat de Telegram con los reportes.



4.4 Satisfacción del personal

El acompañamiento directo al operario durante la implementación del sistema garantizó que el sistema cumpliera con sus expectativas y necesidades. El operario reportó total satisfacción con el sistema instalado, destacando la facilidad de uso y la precisión de los datos obtenidos.

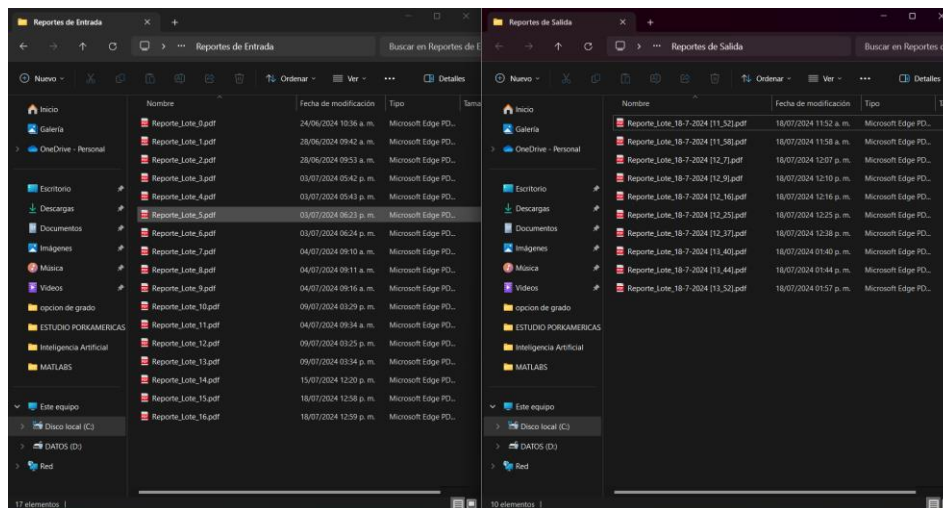
4.5 Ejemplos de Informes Generados

A continuación, se presentan ejemplos de los informes generados por el sistema:

Figura 16. Reporte de Salida de Canales.

Reporte de Salida												
Fecha y hora de Salida: 31/7/2024 [8:46]						Total Cerdos : 17						
Fecha Ent	Fecha Sal	Dias Merma	Prov	Lote	Cerdo	P Ent	P Sal	Merma (Kg)	Merma (%)	P Emp	P Cab	P Venta
30/7/2024 [17:58]	31/7/2024 [8:46]	1	T	6	T9	98.6	98.1	0.50	0.51	0	5.2	92.9
30/7/2024 [17:57]	31/7/2024 [8:45]	1	T	6	T8	98.1	97.3	0.80	0.82	0	5.2	92.0
30/7/2024 [17:57]	31/7/2024 [8:44]	1	T	6	T7	102.5	101.9	0.60	0.59	0	5.9	96.0
30/7/2024 [17:55]	31/7/2024 [8:43]	1	T	6	T4	79.7	79.3	0.40	0.50	0	4.5	74.8
30/7/2024 [17:56]	31/7/2024 [8:42]	1	T	6	T6	100.9	100.4	0.50	0.50	0	5.5	94.9
30/7/2024 [17:55]	31/7/2024 [8:41]	1	T	6	T5	91.8	91.2	0.60	0.65	0	5.4	85.9
30/7/2024 [17:53]	31/7/2024 [8:39]	1	T	6	T1	87.7	87.2	0.50	0.57	0	5.0	82.2
30/7/2024 [17:59]	31/7/2024 [8:38]	1	T	6	T13	97.5	96.9	0.60	0.62	0	5.5	91.4
30/7/2024 [17:59]	31/7/2024 [8:37]	1	T	6	T12	77.8	77.3	0.50	0.64	0	4.2	73.0
30/7/2024 [17:58]	31/7/2024 [8:37]	1	T	6	T11	113.3	107.7	5.60	4.94	0	0	107.7
30/7/2024 [17:58]	31/7/2024 [8:36]	1	T	6	T10	90.7	90.1	0.60	0.66	0	5.4	84.7
30/7/2024 [18:7]	31/7/2024 [8:34]	1	T	6	T25	94.7	94.1	0.60	0.63	0	5.0	89.1
30/7/2024 [18:5]	31/7/2024 [8:33]	1	T	6	T21	82.4	81.9	0.50	0.61	0	4.6	77.3
30/7/2024 [18:4]	31/7/2024 [8:32]	1	T	6	T20	84.6	82.9	1.70	2.01	0	4.9	78.0
30/7/2024 [17:59]	31/7/2024 [8:31]	1	T	6	T14	88.6	88	0.60	0.68	0	4.8	83.2
30/7/2024 [17:54]	31/7/2024 [8:30]	1	T	6	T3	73.9	73.4	0.50	0.68	0	4.2	69.0
30/7/2024 [17:54]	31/7/2024 [8:29]	1	T	6	T2	98.4	97.9	0.50	0.51	0	5.2	92.7
Observaciones:												

Supervisor Deshuese

Figura 17. *Carpetas de Reportes.*

5. Conclusiones

El proyecto de implementación de un sistema SCADA en Tayrona S.A.S. ha generado múltiples beneficios para la empresa. La creación de una base de datos local para registrar las entradas y salidas de las canales, junto con la notificación de informes mediante Telegram, ha permitido una supervisión precisa y eficiente del proceso cárnico. El sistema SCADA ha logrado la adquisición de pesos, la supervisión de mermas y el control del producto cárnico.

La implementación del sistema ha eliminado el papeleo excesivo y las funciones redundantes, agilizando el proceso operativo. Los operarios ya no necesitan redactar formularios manualmente, lo que ha mejorado la fidelidad de la información y ha permitido registrar y notificar cualquier manipulación o error en los datos. Con una inversión mínima, la empresa ahora tiene mayor certeza sobre la cantidad de producto terminado que vende, gracias a los informes generados por el sistema de adquisición de datos. Esto ha evitado posibles fugas de capital relacionadas con información falsa sobre el producto terminado, mejorando así la rentabilidad de la empresa.

El personal operativo ha mostrado una gran satisfacción con el nuevo sistema, sugiriendo incluso mejoras para facilitar y agilizar aún más sus tareas. La colaboración y el entusiasmo del personal indican que el sistema ha sido bien recibido y ha simplificado significativamente sus labores diarias. Durante el desarrollo del proyecto, se aprendió que es difícil seguir un plan inicial al pie de la letra y que no siempre se pueden utilizar los equipos recomendados debido a restricciones financieras. Sin embargo, esto no impidió la implementación y mejora de los procesos de producción. Pequeños cambios en la forma de realizar las tareas pueden tener un impacto significativo en la producción, como se demostró en este caso.

Para mejorar aún más el sistema, se sugiere la implementación de IoT y HMI industriales, lo que permitiría abarcar el proceso al 100% y optimizar aún más la eficiencia operativa y la precisión de los datos. En resumen, la implementación del sistema SCADA ha proporcionado a Tayrona S.A.S. una solución económica y eficiente para supervisar y controlar el proceso cárnico, mejorando la precisión de los datos, la eficiencia operativa y la satisfacción del personal.

Referencias

- [1] Porkcolombia, “Estadísticas sectoriales,” Porkcolombia. [En línea]. Disponible: <https://porkcolombia.co/estadisticas-sectoriales/>. [Accedido: 01-ago-2024].
- [2] Porkcolombia, “Informes de Gestión,” Porkcolombia. [En línea]. Disponible: <https://transparencia.porkcolombia.co/informes-de-gestion/>. [Accedido: 01-ago-2024].
- [3] Porkcolombia, “Análisis Semanal Economía Porcícola,” Porkcolombia. [En línea]. Disponible: <https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2024/04/29042024-Bolettin-Economia-Porcicola.pdf>. [Accedido: 01-ago-2024].
- [4] Porkcolombia, “Protocolos de bioseguridad,” Porkcolombia. [En línea]. Disponible: <https://transparencia.porkcolombia.co/protocolos-de-bioseguridad/>. [Accedido: 01-ago-2024].
- [5] P. A. Weber Cornejo, “Diseño e Implementación de Plataforma SCADA para Sistema de Electrificación Sustentable en la Localidad de Huatacondo,” Universidad de Chile, 2011. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104356>. [Accedido: 01-ago-2024].
- [6] H. E. Vásquez Guaña y L. E. Chinchín Cruz, “Diseño e implementación de un HMI para un sistema de transferencia automática de energía,” Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2007. [En línea]. Disponible: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1411>. [Accedido: 01-ago-2024].
- [7] Pisano, “Internet de la Cosas,” Universidad de San Andrés, Buenos Aires, Argentina, 2018. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/bitstream/10908/16159/1/%5BP%5D%5BW%5D%20T.%20M.%20Ges.%20Pisano%2C%20Ariel.pdf>. [Accedido: 01-ago-2024].
- [8] H. X. Alvarez Saltos y A. P. Loor Torres, “Desarrollo de un banco de pruebas utilizando el chip ESP-32 y el asistente virtual Alexa para el laboratorio de domótica,” Universidad

Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2022. [En línea]. Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24026/1/UPS-GT004158.pdf>. [Accedido: 01-ago-2024].

[9] R. Ríos y J. R. Fermin, “Análisis de tráfico de una red local universitaria,” Universidad Rafael Belloso Chacín, Universidad del Zulia. [En línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3101414.pdf>. [Accedido: 01-ago-2024].

[10] J. F. Chonata Villamarin, “End-to-End IoT System Integration for Real Time Apps using MQTT and KAFKA for collecting and streaming data from Fog to Cloud,” Universidad Politécnica de Madrid, 2019. [En línea]. Disponible: https://oa.upm.es/65632/1/TESIS_MASTER_JOSE_FERNANDO_CHONATA_VILLAMARIN.pdf. [Accedido: 01-ago-2024].

[11] X. Peralta Yagual, “Diseño de una estructura organizacional para la empresa Chong Wha,” Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10366/1/T-UCSG-PRE-FIL-CPO-160.pdf>. [Accedido: 01-ago-2024].

[12] Montano, “Normas de Comunicación en Serie: RS-232, RS-422 y RS-485,” Universidad Libre, Bogotá, Colombia, 2012. [En línea]. Disponible: https://www.academia.edu/22671987/Normas_de_Comunicaci%C3%B3n_en_Serie_RS_232_RS_422_y_RS_485_Serial_Communication_Standards_RS_232_RS_422_y_RS_485. [Accedido: 01-ago-2024].

[13] Universidad de La Rioja, “Tesis y trabajos académicos,” [En línea]. Disponible: <https://www.unirioja.es/biblioteca/tesis-y-trabajos-academicos/>. [Accedido: 01-ago-2024].