

FACULTAD DE NEGOCIOS

Carrera de Administración y Negocios Internacionales

**“IMPLEMENTACIÓN DE BALANZAS
AUTOMÁTICAS PARA MEJORAR LA
CAPACIDAD DE PESAJE DE INGRESO DE
UNIDADES, EN EL TERMINAL PORTUARIO
MULTIPROPÓSITO DE SALAVERRY,
TRUJILLO-2025”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título profesional
de:**

Licenciada en Administración y Negocios Internacionales

Autor:

Jesenia Nieto Escobedo

Asesor:


Mg. Rocío Karina Zevallos Callupe

<https://orcid.org/0000-0002-6834-9482>

Trujillo - Perú

2025

Informe de Similitud

 Página 2 de 63 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega: trnoid::1:3421153069




8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

- En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, por darme la fuerza y motivación para continuar, sin el nada de esto sería posible.
- A mis padres, Mery Rocio Escobedo Acosta y Wilmer Nieto Gallo por el apoyo constante, por la motivación, la paciencia y por todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho a lo largo de los años.

Agradecimiento

- Agradezco a la Facultad de Negocios de la Universidad Privada del Norte y a mi Asesora Rocío Zevallos Callupe, quien me brindo su guía y conocimiento para poder desarrollar y culminar satisfactoriamente con el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	33
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS	54
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRINCIPALES COMPETIDORES	13
TABLA 2. PRINCIPALES CLIENTES	14
TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	28
TABLA 4. TABLA DE FRECUENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA – TIEMPO PROMEDIO DE PESAJE.....	33
TABLA 5. TABLA DE FRECUENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA – FACILIDAD DE PROCESO DE PESAJE	34
TABLA 6. TABLA DE CASOS Y EJEMPLOS DE PAÍSES POR FACTORES	35
TABLA 7. TABLA DE ÁREAS Y FACTORES	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE SALAVERRY TERMINAL INTERNACIONAL S.A	11
FIGURA 2. ORGANIGRAMA DE SALAVERRY TERMINAL INTERNACIONAL S.A.....	12
FIGURA 3. FIGURA 3REGISTRO DE PESAJE DE INGRESO DE UNIDADES AL TPMS	15
FIGURA 4. FIGURA 4MÓDULO DE PESAJE DE UNIDADES.....	16
FIGURA 5. FIGURA 5DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	17
FIGURA 6. FLUJOGRAMA ANTERIOR – REGISTRO DE PESAJE MANUAL.....	24
FIGURA 7. FLUJOGRAMA NUEVO – REGISTRO DE PESAJE BALANZA AUTOMÁTICA ...	26
FIGURA 8. DIAGRAMA DE GANTT	31
FIGURA 9. FLUJO DE PESAJE DE BALANZA AUTOMÁTICA.....	39
FIGURA 10. SEMÁFORO Y TRANQUERA DE BALANZA AUTOMÁTICA	40
FIGURA 11. SISTEMA OPER WEB.....	41
FIGURA 12. SISTEMA ANTP	41
FIGURA 13. TIEMPO DE PESAJE MANUAL VS AUTOMÁTICO POR PRODUCTO - MAÍZ...	43
FIGURA 14. TIEMPO DE PESAJE MANUAL VS AUTOMÁTICO POR PRODUCTO - ANTRACITA.....	44
FIGURA 15. CANTIDAD DE PESAJE POR PRODUCTO (MAÍZ) ENTRE BALANZA MANUAL VS AUTOMÁTICA	45
FIGURA 16. CANTIDAD DE PESAJE POR PRODUCTO (ANTRACITA) - BALANZA MANUAL VS AUTOMÁTICA	45
FIGURA 17. TIEMPOS DE PESAJE MANUAL VS AUTOMÁTICO	47

RESUMEN EJECUTIVO

El Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry es un eje clave en la cadena logística del norte del país, movilizandocada año grandes volúmenes de carga con diferentes tipos de producto evidenció un problema crítico en cuanto a la limitada capacidad de pesaje de ingreso de unidades, originado por el uso de balanzas manuales que generaban congestión vehicular, tiempos altos de atención y que afectaban en el flujo operativo del puerto.

Para el desarrollo de esta investigación se aplicó una metodología descriptiva y comparativa, utilizando datos históricos para analizar y medir tiempos promedios de pesaje y cantidades de unidades por hora. Así mismo, se realizó un análisis comparativo internacional para poder identificar las mejores practicas aplicables.

Tras la automatización de las balanzas, se evidenciaron grandes mejoras en la productividad operativa del puerto, reduciendo tiempos de pesaje en aproximadamente un 58.76% e incrementando el volumen de carga movilizadaya la cantidad de unidades pesadas. Durante la ejecución de la investigación se aplicaron competencias profesionales como pensamiento crítico, análisis de datos, gestión de tiempos, trabajo en equipo y organización que permitieron un desarrollo solido de la información.

Palabras clave: Balanza automática, tiempos de pesaje, procesos de pesaje, eficiencia operativa, trazabilidad de datos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización Marítima Internacional (OMI), 2023, hoy en día, el comercio marítimo mundial representa más del 80% de movimiento de volumen de bienes, consolidándose como uno de los principales ejes de la economía global, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, 2023. En ese sentido, dentro de sus principales procesos, la logística de pesaje de unidades y cargas constituye un factor determinante que permite garantizar la eficiencia de la operatividad. La ausencia de un sistema de pesaje adecuado puede generar paralizaciones que conllevan a tiempos de inactividad, retrasos en las operaciones y, además, afectan la competitividad frente al comercio internacional. Por ello, en respuesta a las exigencias y crecientes demandas del mercado global, la tendencia actual nos orienta hacia la digitalización y automatización de procesos.

En Sudamerica, los puertos del Perú constituyen puntos claves y estratégicos para el desarrollo del comercio marítimo. Sin embargo, la eficiencia de los terminales en cuanto a procesos críticos de pesaje de unidades se ven limitadas, ya que este procedimiento en muchos casos aún se desarrolla de forma manual, generando congestión vehicular y demoras operativas sobre todo en los accesos a los terminales portuarios, Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN) (Informe de Desempeño Portuario, 2024). En los últimos años, el incremento en el movimiento de mercancías ha evidenciado la necesidad de implementar sistemas automatizados en dichas terminales (CEPAL, Perfil Marítimo y Logístico de América Latina y el Caribe, 2023). En este contexto, para mantener la competitividad frente a los países vecinos de la región, resulta necesario innovar e invertir en la gestión y modernización de los procesos de pesajes.

El terminal Portuario Multipropósito de Salaverry (TPMS), constituye un eje

logístico importante del comercio internacional para la región norte del Perú. Sin embargo, el TPMS no se escapa de la problemática que hoy en día afecta a muchos puertos en cuanto al desarrollo del pesaje de unidades de forma manual que incrementa el riesgo de errores y, genera cuellos de botella que disminuyen la operatividad. Esta situación impacta de manera negativa tanto en la productividad como en la calidad de servicio que se ofrece a los clientes. Ante ello, es de vital importancia implementar sistemas de pesajes automatizados que permitan mejorar la capacidad de control de ingreso de unidades, reduciendo tiempos de operación y brindando servicios más rápidos, confiables y acorde con una logística moderna y competitiva (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2024; OSITRAN 2024).

1.1 Descripción de la empresa

El puerto de Salaverry Terminal Internacional (STI), es una empresa que pertenece al conglomerado de operadores marítimos y portuarios del Grupo Tramarsa, que cuenta con una larga trayectoria en el sector. La concesión del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry se dio en mayo del 2018, teniendo como principales compromisos la modernización de su infraestructura y su sistema de gestión, permitiendo una integración más competitiva en las cadenas logísticas globales.

El terminal portuario se encuentra ubicado en el distrito de Salaverry a pocos kilómetros de Trujillo, en el departamento de la Libertad (Ver figura 1).

Figura 1

Ubicación de Salaverry Terminal Internacional S.A



Fuente: Google Maps, generado el 14 de setiembre del 2025.

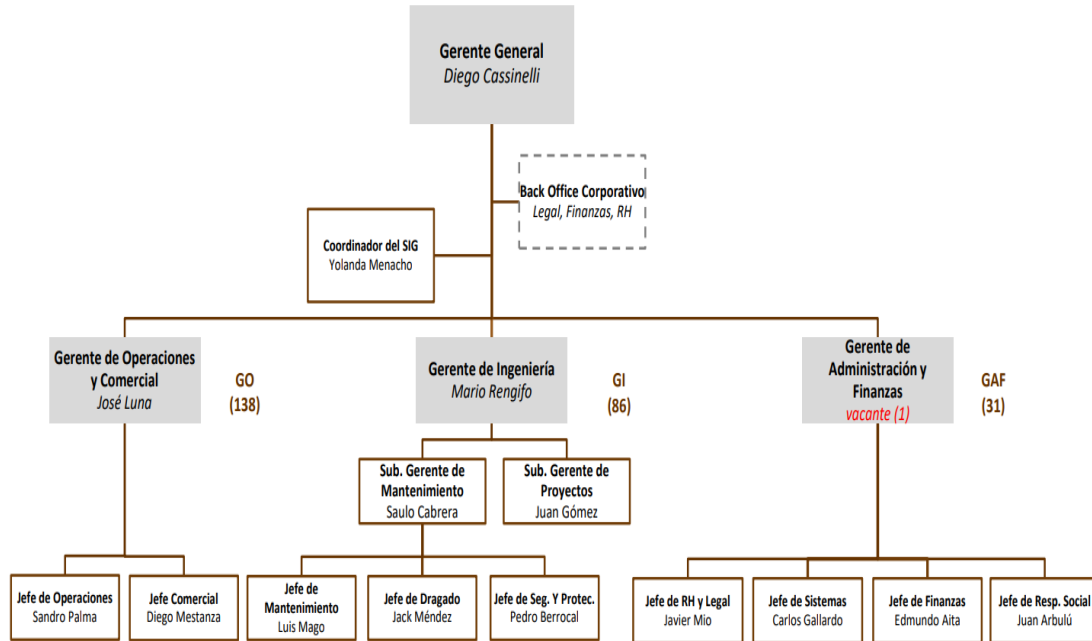
1.2 Misión y visión de la empresa

La empresa Salaverry Terminal Internacional tiene como:

- **Misión:** “Desarrollar operaciones portuarias de manera sostenible mediante el cumplimiento de normativa legales, promoviendo su crecimiento de acuerdo a la demanda del cliente, fortaleciendo su competitividad y potenciando los beneficios sobre la comunidad y medio ambiente.”
- **Visión:** “Posicionarnos como socio estratégico del crecimiento del comercio exterior del norte del Perú y del desarrollo del distrito de Salaverry a través de operaciones seguras, servicios de calidad, personal competente, promoviendo alianzas estratégicas y contribuyendo con el cuidado del medio ambiente.”

Figura 2

Organigrama de Salaverry Terminal Internacional S.A



Fuente: Área de Recursos Humanos de la empresa

1.3 Tipos de productos y/o servicios que ofrece la empresa

El Terminal multipropósito de Salaverry ofrece una gran variedad de servicios logísticos y portuarios; además de soluciones especializadas e integrales en los servicios de atención a la nave, a la carga, a pasajeros, entre otros; con el fin de generar valor y convirtiéndose en aliados estratégicos de sus clientes.

Salaverry Terminal Internacional cuenta con una infraestructura moderna que consta de 24 silos con una capacidad total de 67,200 toneladas, almacenes techados para carga a granel, carga seca y minerales con una capacidad combinada de 180 toneladas, losas para almacenamiento de carga de proyecto, fraccionada y general con un espacio de 21,200 metros cuadrados, patio de contenedores con espacio pavimentado de 12,000 metros cuadrados y

equipos que incluyen reach stackers, montacargas, grúas móviles,

metros cuadrados y equipos que incluyen reach stackers, montacargas, grúas móviles, cargadores frontales y equipos menores que garantizan el desarrollo de las operaciones portuarias de manera eficiente y segura.

1.4 Principales Competidores

A nivel nacional los principales competidores de Salaverry Terminal Internacional son:

(Ver tabla 1)

Tabla 1

Principales competidores de Salaverry Terminal Internacional

Puerto / Terminal	Ubicación	Descripción
Puerto del Callao	Lima	Es el puerto más grande del Peru, con una gran infraestructura para contenedores y graneles.
Puerto de Paita	Piura	Competidor directo, especializado en agroexportaciones y operación de contenedores.
Puerto de Matarani	Arequipa	Puerto especializado en carga de minerales y carga pesada.

Fuente: Elaboración propia

1.5 Principales Clientes

Salaverry Terminal Internacional cuenta con una cartera amplia de clientes, siendo los principales: (ver tabla 2)

Tabla 2

Principales clientes de Salaverry Terminal Internacional

Tipo de Carga	Cliente
Graneles	ADM ANDINA PERU
	CARGILL AMÉRICAS PERU
	CHIMU
Contenedores	CAMPOSOL
	VIRU
	DAMPER TRUJILLO
Minerales	GOLD FIELD (CONCENTRADO DE COBRE)
	SESUVECA (ANTRACITA)
	TINO (ANTRACITA)

Fuente: Elaboración propia

1.6 Realidad problemática

Por más de 3 años, la empresa ha venido trabajando con un sistema de pesaje manual que, en su momento cumplía con lo establecido. Sin embargo, con el paso del tiempo, el incremento de flujo de unidades hacia el terminal ha aumentado, generando congestiones en determinados periodos de tiempo durante el día. Al realizarse los pesajes de forma manual, el operador de balanza debe corroborar e ingresar datos de la unidad y/o el producto punto por punto.

De producirse algún error en el registro de información, es necesario implicar a un área tercera para dar solución, lo que genera demoras en la atención de las unidades (Ver figura 3 y 4).

Figura 3

Registro de pesaje de ingreso de unidades al TPMS

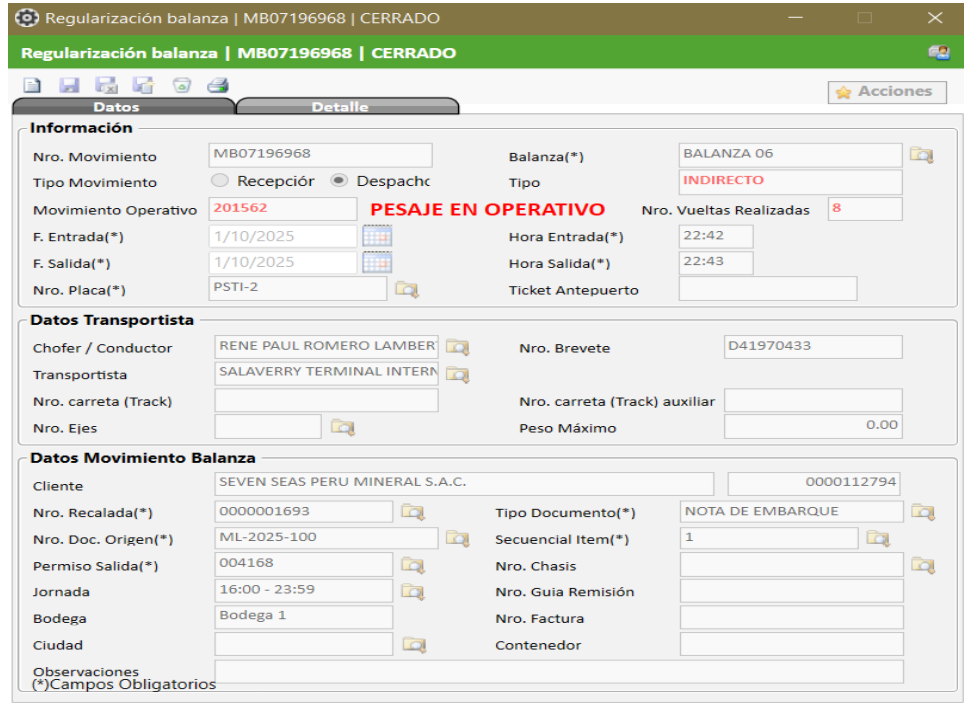


Fuente: Área de balanza de la empresa

Para realizar el pesaje de las unidades en el TPMS, el balancero debe esperar que la transporte ingrese y se ubique correctamente dentro de la plataforma. Con el vehículo bien posicionado, el conductor procede a apagar el motor y bajar de la unidad. Posterior a ello, el balancero registra los datos de la operación correspondiente. Después de ingresar la información necesaria en el sistema, el auxiliar operativo de balanza captura el primer peso y, cierra el movimiento permitiendo que la unidad continúe con su flujo de operaciones dentro del terminal.

Figura 4

Módulo de pesaje de unidades de Salaverry Terminal Internacional



The screenshot shows a web-based application window titled 'Regularización balanza | MB07196968 | CERRADO'. The interface is divided into several sections for data entry:

- Información:** Includes fields for 'Nro. Movimiento' (MB07196968), 'Balanza(*)' (BALANZA 06), 'Tipo Movimiento' (Recepción/Despacho), 'Movimiento Operativo' (201562), 'F. Entrada(*)' (1/10/2025), 'F. Salida(*)' (1/10/2025), 'Nro. Placa(*)' (PSTI-2), 'Balanza(*)' (BALANZA 06), 'Tipo' (INDIRECTO), 'Nro. Vueltas Realizadas' (8), 'Hora Entrada(*)' (22:42), and 'Hora Salida(*)' (22:43). A central status indicator reads 'PESAJE EN OPERATIVO'.
- Datos Transportista:** Includes 'Chofer / Conductor' (RENE PAUL ROMERO LAMBER), 'Transportista' (SALAVERRY TERMINAL INTERN), 'Nro. Brevete' (D41970433), 'Nro. carreta (Track)', and 'Peso Máximo' (0.00).
- Datos Movimiento Balanza:** Includes 'Cliente' (SEVEN SEAS PERU MINERAL S.A.C.), 'Nro. Recalada(*)' (000001693), 'Nro. Doc. Origen(*)' (ML-2025-100), 'Permiso Salida(*)' (004168), 'Jornada' (16:00 - 23:59), 'Bodega' (Bodega 1), 'Ciudad', 'Tipo Documento(*)' (NOTA DE EMBARQUE), 'Secuencial Item(*)' (1), 'Nro. Chasis', 'Nro. Guia Remisión', 'Nro. Factura', and 'Contenedor'.

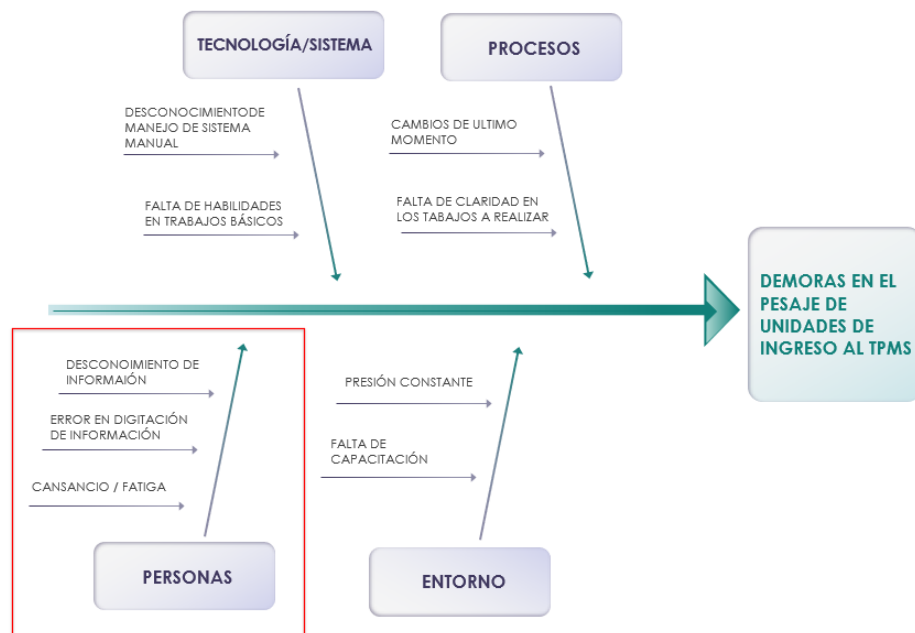
Fuente: Área de balanza de la empresa

El procedimiento de registro de datos en el sistema requiere que el balancero complete manualmente la mayoría de los campos del módulo, como la placa de la unidad, nombre completo de chofer, la empresa de transporte y, según corresponda, la información de la carga en operaciones de recepción o despacho. Esta dependencia del ingreso manual no solo incrementa el riesgo de errores en la digitación, sino que además prolonga los tiempos de registro, generando demoras en el flujo operativo y congestión en los accesos al puerto. En consecuencia, el proceso afecta directamente la eficiencia del servicio y la productividad del terminal.

Es por ello, que con la implementación de las balanzas automáticas se busca mejorar el tiempo de atención de las unidades teniendo mayor fluides y reduciendo tiempos muertos, dando paso a una operatividad optima y eficiente.

Figura 5

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de Ishikawa se puede observar que, para la problemática “Demoras en el pesaje de unidades de ingreso al TPMS”, se tiene cuatro causales: el primero vinculado a procesos, el segundo a tecnología/sistema, el tercero al entorno y el cuarto a personas. Siendo este último (PERSONAS) el inconveniente principal para la problemática, debido a que es el factor humano que presenta la mayor cantidad de errores tales como, el desconocimiento de información, errores al momento de digitalizar la información y el cansancio o fatiga, lo que conlleva a que el pesaje de ingreso de unidades se torne más lento

y genere congestión en el ingreso a las instalaciones del puerto.

1.8 Formulación del problema y objetivos

Problema general

¿Cómo mejorar la capacidad de pesaje de ingreso de unidades en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry?

Objetivo General

Mejorar la capacidad de pesaje de ingreso de unidades mediante la implementación de balanzas automáticas en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual del proceso de pesaje en el terminal portuario multipropósito de Salaverry, identificando tiempos promedio y cuellos de botella.
2. Analizar las mejores prácticas y experiencias internacionales en la implementación de balanzas automáticas en terminales portuarios, con el fin de establecer criterios de diseño aplicables al contexto del puerto de Salaverry.
3. Diseñar una propuesta de implementación de balanzas automáticas considerando aspectos tecnológicos y operativos.
4. Ejecutar la implementación piloto de balanzas automáticas en un sector estratégico del terminal para evaluar su operatividad.
5. Evaluar los resultados de la implementación mediante indicadores de eficiencia operativa, comparando la situación del antes y después del cambio tecnológico.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Castillo y Huaynay (2024), en su trabajo de investigación tiene como objetivo la implementación de una balanza electrónica que permita sistematizar sus procesos de pesaje y de esta manera poder mejorar su productividad. Para el desarrollo de este trabajo se tuvo un enfoque descriptivo centrándose más en el diseño y explicación de la tecnología, esta investigación nos indica que la implantación de una balanza electrónica genera confiabilidad en el sistema de control de pesos guardando todos los registros sin poder alterarlos u modificarlos, obteniendo datos reales y medibles de los procesos. La investigación concluye que la implementación de una balanza electrónica permite mejorar el control de su producción, llevando un mejor registro y trazabilidad de datos de pesaje.

Hidalgo, Ranilla y Torres (2020) en su investigación tiene como objetivo brindar un servicio de pesaje confiable al implementar una balanza electrónica para vehículos de carga pesada, a través del uso de equipos de alta tecnología y personal calificado. El desarrollo de este trabajo tiene un enfoque cualitativo cuantitativo centrándose en estudios de viabilidad operacional y financiera. Este proyecto tiene como resultado la viabilidad de la propuesta, debido a que la implementación de la balanza electrónica agilizaría el flujo de pesaje de unidades, además de generar confiabilidad y credibilidad en cuanto a los registros de las unidades. Así mismo se concluye que la implementación de una estación de pesaje electrónica representaría una gran mejora para aliviar el alto flujo de tránsito en los puntos ya existentes.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

En Ecuador, Paredes y Valenzuela (2021) desarrollaron investigación con el objetivo de diseñar una balanza automática para automatizar sus procesos, reducir errores y optimizar tiempos de pesaje de encomiendas. En este proyecto se desarrolló un enfoque cuantitativo cualitativo centrándose en análisis de procesos. Los resultados nos indican que la implementación de sistema automatizado mejora los tiempos de realización de procesos de producción. Así mismo se concluye que la propuesta es viable y contribuye a una mejora en la productividad y a una operatividad eficiente.

En Colombia, Alarcón (2013) en su proyecto de investigación tiene como el objetivo de desarrollar de un sistema automatizado para la gestión de accesos de camiones usando tecnología inteligente para mejorar la seguridad, confiabilidad y trazabilidad del flujo de vehículos. El desarrollo de este proyecto tiene un enfoque cuantitativo cualitativo utilizando el método tipo ingeniería aplicada. Este trabajo nos da como resultado la reducción de errores humanos en los registros, gracias a la automatización de diferentes procesos mejorando y asegurando la trazabilidad de los datos. Así mismo se concluye que el desarrollo y diseño de este proyecto es viable de forma técnica y operativa.

2.2. Sustento teórico, conceptual, normativo relacionado a las variables

- **Automatización de procesos**

La automatización de procesos consiste en el uso o gestión de tecnologías para realizar trabajos rutinarios manuales de forma automática e inteligente. Es la aplicación de sistemas o herramientas que permiten realizar actividades que aumentan la eficiencia operativa y reducen la intervención humana. Según Rodríguez y Pérez (2019), la

automatización no solo mejora la eficiencia técnica, sino que también contribuye a la calidad y seguridad de los procesos, al reducir el margen de error humano y estandarizar las operaciones.

Hoy en día, la automatización de procesos es una base sólida y fundamental para la modernización de industrias y procesos logísticos, que incorporan tecnologías tales como internet de las cosas, análisis de datos e inteligencia artificial que permiten realizar trazabilidad de datos de forma segura, fidedigna y en tiempo real (Monostori, 2018).

En el rubro portuario, la automatización de procesos se enfoca principalmente en las tareas de monitoreo de operaciones, control de accesos y el pesaje de unidades mejorando en gran medida el flujo de tránsito de unidades y la precisión de pesaje de cargas reduciendo costos y tiempos de espera. Notteboom y Winkelmanns (2001), nos indican que la integración de sistemas inteligentes en los terminales portuarios representa una gran estrategia que permite una mejora en la productividad y en la competencia de los puertos modernos.

- **Balanzas Electrónicas**

Las balanzas electrónicas o automáticas son instrumentos de pesaje de alta precisión diseñados para determinar la masa de un objeto o producto sin la intervención de operadores, registrando los pesos de forma digital a través de la integración de sistemas automatizados. De acuerdo con Jiménez y Paredes (2019), las balanzas automáticas emplean componentes electrónicos de alta sensibilidad y sistemas digitales de procesamiento que permiten obtener mediciones con mayor precisión y rapidez que las balanzas mecánicas tradicionales.

En el ámbito portuario, las balanzas más utilizadas para grandes volúmenes de carga son balanzas de camiones (truck scales) o balanzas puente (weighbridges), que están

diseñadas para medir los pesos brutos y netos de vehículos con gran tonelaje, teniendo como ventaja principal respuestas rápidas con alta precisión y facilidad de calibración. Según Valdivieso (2018), la automatización de sistemas de pesaje contribuye significativamente a optimizar la eficiencia operativa y a disminuir las pérdidas por errores humanos o manipulación inadecuada de la información.

- **Organismos reguladores de tránsito de vehículos**

- OSITRAN: (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público), fue creado mediante la ley N° 26917 en 1998.

Entidad del estado encargado de supervisar, regular y fiscalizar que las empresas concesionarias que administran infraestructura de transporte (como puertos, aeropuertos, carreteras, ferrocarriles y terminales) cumplan con los contratos de concesión y brinden servicios de calidad a los usuarios.

Una de sus regulaciones es:

“Ley del Sistema Portuario Nacional – Ley N.º 27943 y su reglamento (D.S. N.º 003-2004-MTC), nos indica que los terminales portuarios deben contar con equipos y sistemas de control de carga, garantizando trazabilidad, exactitud y seguridad en las operaciones logísticas.”

- SUTRAN: (Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías), fue creado mediante la ley N.º 29380 en 2009.

Entidad encargada de fiscalizar el cumplimiento de pesos y medidas de los vehículos que ingresan o salen de los puertos.

Tiene como regulaciones:

Reglamento Nacional de Administración de Transporte – D.S. N.º 017-2009-MTC:

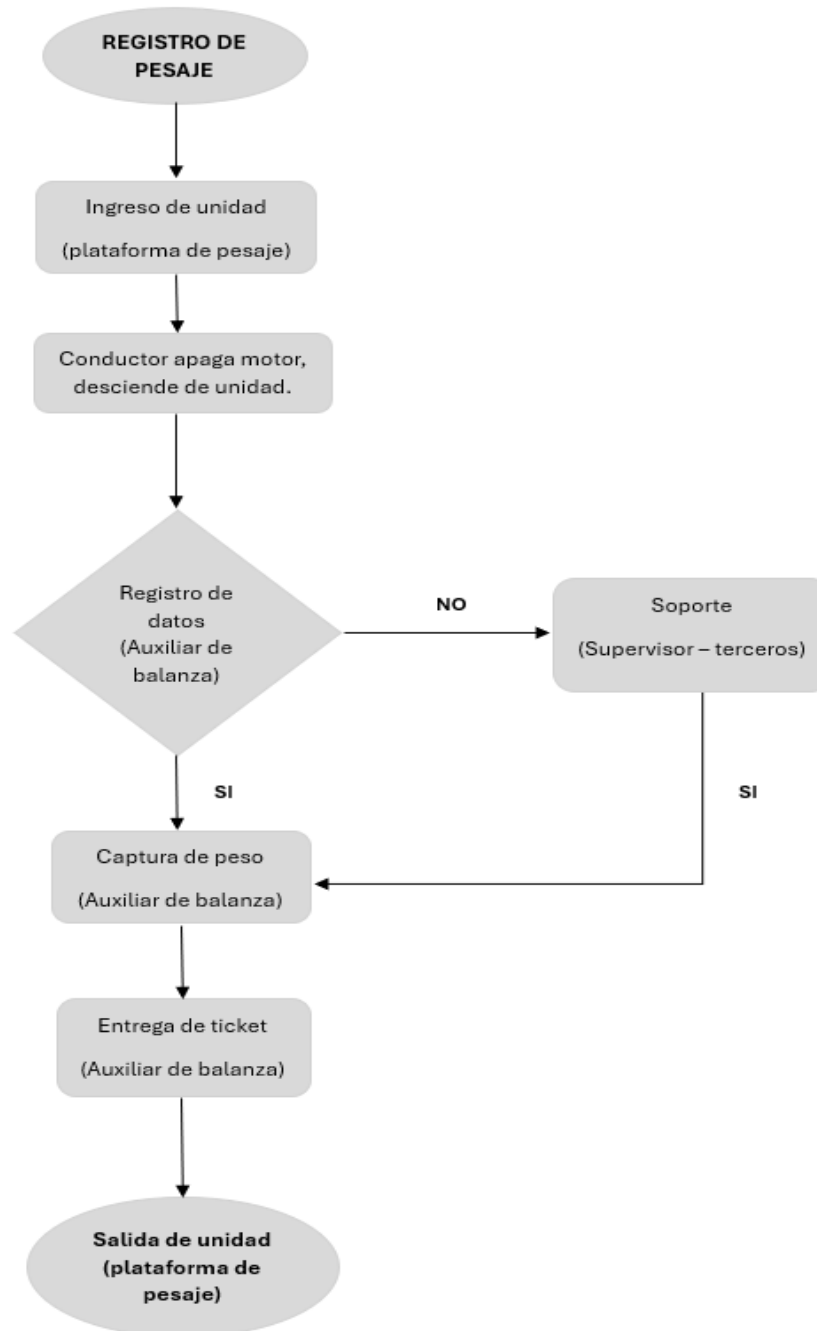
Establece límites de peso bruto vehicular y ejes, así como sanciones por sobrecarga.

Directiva de Control de Pesos y Medidas (R.M. N.º 1122-2016-MTC/15):

Precisa la función de SUTRAN en la supervisión del pesaje en carreteras y la coordinación con concesionarios viales y terminales.

Figura 6

Flujograma anterior – Registro de pesaje manual



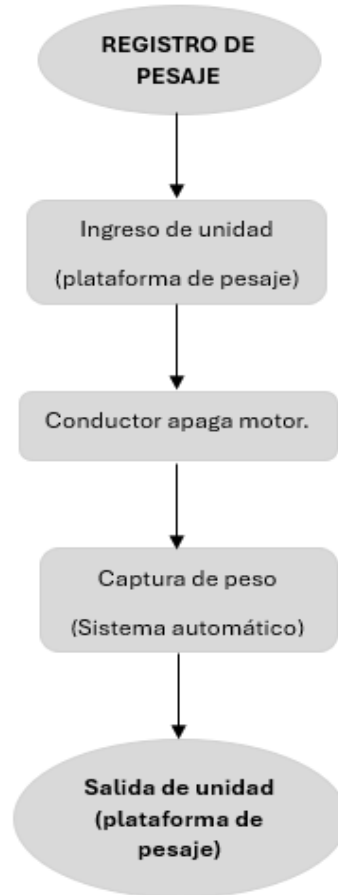
Fuente: Elaboración propia.

Antes de la implementación de la balanza automática, el vehículo ingresaba y se posicionaba en la plataforma de pesaje. El conductor apagaba el motor, descendía de la unidad y se acercaba a la ventanilla de atención. Es allí cuando el auxiliar de balanza registraba los datos del vehículo, del chofer y de la operación a realizar (recepción / despacho). Si el registro se realiza sin ningún tipo de error y de forma correcta, el balancero procedía a capturar el primer peso y guardar la información. Posteriormente, al conductor se le hacía entrega de un ticket y con ello regresaba a su unidad, se retiraba de la plataforma de pesaje y continúa con el flujo de la operación.

En caso de haberse cometido algún error en la digitación y haber guardado la información de forma errónea, dependiendo del tipo de información, se reporta al Supervisor y/o área de TI. Una vez se haya solucionado el inconveniente, la unidad procede a retomar su flujo de pesaje.

Figura 7

Flujograma nuevo – Registro de pesaje balanza automática



Fuente: Elaboración propia.

Después de la implementación de la balanza automática, el vehículo ingresa y se posiciona en la plataforma de pesaje. El conductor apaga su motor y espera a que el sistema de la balanza automáticamente capture el primer peso (previo al ingreso de la unidad, el transportista ingreso al sistema del puerto todos los datos de la unidad, el chofer y operación a realizar). Después de guardarse la información de pesaje, la unidad puede continuar con el flujo de operación.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Descripción del ingreso a la empresa

En el año 2021, a través de la red social Facebook, se publicó una convocatoria para el puesto de Auxiliar Operativo en la empresa Salaverry Terminal Internacional. Poco tiempo después de postular al puesto, se realizó la entrevista con los supervisores y jefes de área, quienes explicaron y dieron a conocer las actividades a desempeñar en el área de Planeamiento y Control Operativo, perteneciente a la Gerencia de Operaciones y Comercial (GOC).

Tras varias evaluaciones e inducciones, se dio inicio a las jornadas laborales, donde tuve la oportunidad de desempeñar diversas funciones, tales como el requerimiento, control y pesaje de unidades, durante un periodo de más de dos años y medio. Posteriormente, a mediados del año 2024, se presentó la oportunidad de asumir un nuevo cargo como Analista de Aduanas y Transmisiones en el área de contenedores, puesto que desempeño hasta la actualidad.

3.2. Descripción de la propuesta

A continuación, se presenta un resumen de la descripción de la propuesta presentada (ver tabla 3).

Tabla 3

Descripción de la propuesta

Datos	Descripción
Proyecto	Implementación de balanzas automáticas para mejorar la capacidad de pesaje de ingreso de unidades en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry
Empresa	Salaverry Terminal Internacional
Alcance	<ul style="list-style-type: none"> _ Gerencia de Operaciones y Comercial (GOC). _ Área de Planeamiento y Control Operativo (PCO). _ Subárea de Balanza. _ Gerencia de Ingeniería (GI). _ Área de Proyectos _ Área de Protección _ Área de Mantenimiento. _ Gerencia de Administración y Finanzas (GAF). _ Área de TI. _ Área de logística. _ Área de Finanzas.
Presupuesto Aproximado	La implementación de este proyecto tiene un presupuesto estimado de 60.000 USD.
Responsables	Jesenia Nieto (Gestión e implementación) Roberto Chico (Supervisor- Gestión e implementación) Alexis Vigo (Supervisor TI- Gestión e implementación)

Fuente: Elaboración propia

3.3. Funciones desarrolladas en el proyecto:

Durante la etapa de prueba de proyecto, el principal enfoque en el desarrollo de las funciones estuvo centrado en dos puntos importantes.

- Verificar que la información ingresada al sistema automático sea la que corresponde a la unidad asignada para una operación en específico. Revisar a detalle que los datos registrados previo al ingreso y los pesos tomados por la balanza sean similares a la

data historia guardada.

- Realizar seguimiento a cada error que figure en el sistema y no permita el pesaje de unidades. Corroborar que los datos ingresados al requerimiento de las unidades realizado por terceros correspondan con la actividad operativa que tenía previsto realizar.

Adicional a lo antes mencionado, otra de las tareas importantes desarrolladas consistía en activar y desactivar las funciones automáticas de las balanzas, según fuera requerida durante el flujo operativo.

3.4. Objetivo del proyecto

Mejorar la capacidad de pesaje de ingreso de unidades mediante la implementación de balanzas automáticas en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry.

3.5. Metodología del proyecto

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron diferentes herramientas como:

- **Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado es una herramienta utilizada para diagnosticar o ayudar a identificar posibles causas de un problema. Cuenta con una estructura similar a la de un pescado, donde el problema se ve representado en la cabeza y las causas en el esqueleto o espinas (Ishikawa,1986).

El uso de este diagrama fue aplicado para ayudar a identificar la causa principal (Factor Humano) ante la problemática planteada en el proyecto, además de darnos una mejor orientación y/o enfoque para el desarrollo del presente trabajo.

- **Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt es una herramienta visual o un cronograma de gestión de proyectos que permite la planificación, coordinación y seguimiento de tu trabajo durante un periodo de tiempo determinado, teniendo como campos principales la asignación de tareas y fechas de inicio a fin (Gantt, 1919).

Esta herramienta fue aplicada en el presente trabajo para gestionar los tiempos de desarrollo de los resultados en base a los 5 objetivos planteados.

- **Flujograma**

El flujograma, es una herramienta que permite simplificar y visualizar de forma gráfica un flujo de trabajo o un proceso en diferentes áreas, usando símbolos específicos para determinar diferentes acciones, decisiones y/o actividades (Mertens, 2014).

Esta herramienta fue aplicada para representar de forma clara y practica el flujo de proceso del antes y después de la implementación de la balanza automática.

- **Entrevista**

La entrevista, es el método que permite el intercambio de opiniones o ideas a través de una conversación entre dos o más personas, teniendo como propósito conocer opiniones, evaluar u obtener información (Taylor y Bogan, 1987).

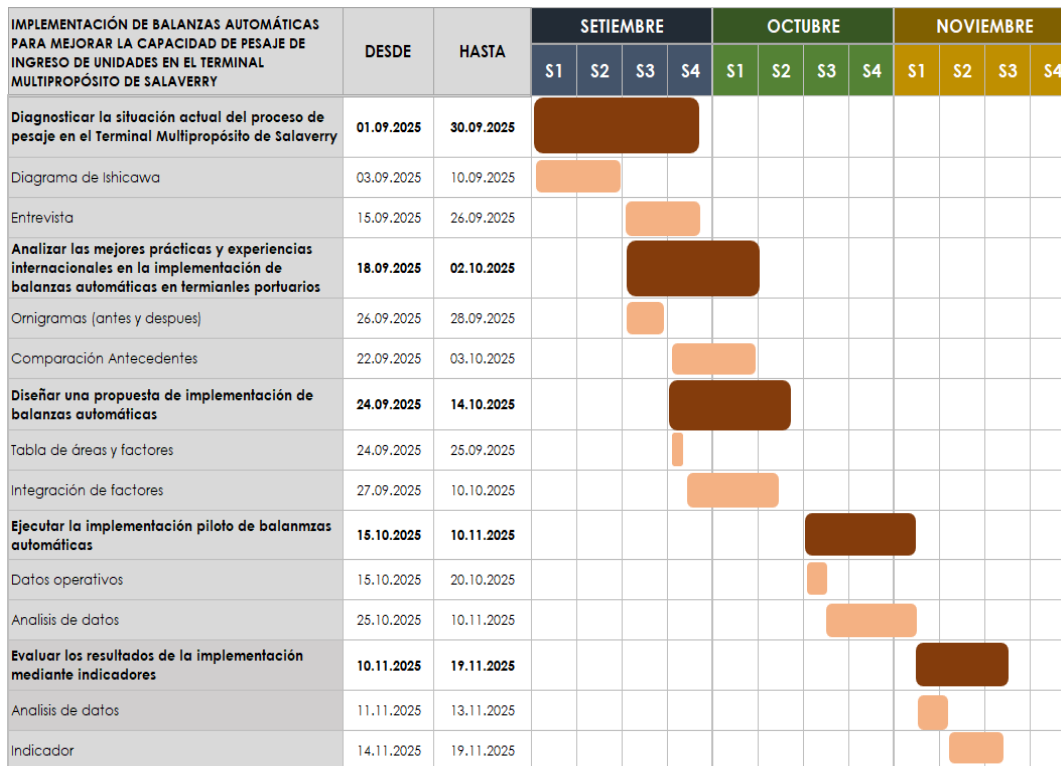
Para este proyecto, la entrevista se aplicó en dos ocasiones al personal del terminal portuario, específicamente para obtener sus opiniones y recomendaciones sobre la implementación de las balanzas automáticas.

3.6. Descripción del proceso y actividades

Para la descripción de proceso y actividades se desarrolló un diagrama de Gantt con los 5 puntos de los objetivos específicos (ver figura 8).

Figura 8

Diagrama de Gantt



Fuente. Elaboración propia

3.7. Consideraciones éticas

Para efectos del desarrollo de esta investigación se tomó en consideración los lineamientos éticos y normativos de la Universidad Privada del Norte (UPN), identificando el Reglamento de Trabajo de Investigación y el Código de Ética del Estudiante, que establecen y promueven una conducta responsable en el desarrollo de proyectos o investigación académicos, asegurando que la información sea veraz, respetando la integridad intelectual y

la integridad de los datos usados.

En cuanto al acceso de información brindados por la empresa, se aplicaron protocolos que aseguren la transparencia, confiabilidad y consentimiento institucional. Toda la información brindada por parte de Salaverry Terminal Internacional fue utilizada con fines netamente académicos, manteniendo el compromiso ético de no comprometer o vulnerar la seguridad de la empresa ni la de sus colaboradores. Así mismo, se recibió autorización firmada por parte del representante legal de la empresa para el uso de la información.

Para el desarrollo de esta investigación, la información, referencias y citas, se realizaron siguiendo los estándares de citación y redacción establecidos por las normas APA (7° edición). Asegurando que las fuentes consultadas sean debidamente reconocidas, fomentando la transparencia, credibilidad y evitando las practicas de plagio.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Logros alcanzados

- **Objetivo específico 1:** Diagnosticar la situación actual del proceso de pesaje en el terminal portuario multipropósito de Salaverry, identificando tiempos promedio y cuellos de botella.

Se realizó un cuestionario al personal auxiliar de balanza sobre la automatización de estas, y se pudo determinar una reducción de tiempos (ver tabla 4 y 5).

Tabla 4

Tabla de frecuencia absoluta y relativa – Tiempo promedio de pesaje

Tiempo de pesaje	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
50 s (balanza automática)	20	60%
1 min 30 s (balanza manual)	1	100%

Fuente: Elaboración propia

Teniendo como calculo:

1. Tiempo Manual: 90 s
2. Tiempo Automático: 50 s
3. Reducción porcentual:

$$\text{Reducción} = 40/90 \times 100 = 44.4\%$$

- El tiempo de pesaje con la balanza automática es de un aproximado de 50 segundos, frente al pesaje manual que les toma alrededor de 1 minuto 30 segundos. En ese

sentido, se puede determinar que la automatización de la balanza a logrado una reducción aproximada del 44.4% en el tiempo de registro de pesaje.

Tabla 5

Tabla de frecuencia absoluta y relativa – Facilidad de proceso de pesaje

Opinión sobre la automatización	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
Sí facilita el proceso	20	100%
No facilita el proceso	0	0%

Fuente: Elaboración propia

- De un grupo de 20 personal, el 100 % de encuestados considera que la implementación de la balanza automática facilita el proceso de pesaje de unidades.
- **Objetivo específico 2:** Analizar las mejores prácticas y experiencias internacionales en la implementación de balanzas automáticas en terminales portuarios, con el fin de establecer criterios de diseño aplicables al contexto del puerto de Salaverry.

Se ha realizado un análisis de 4 experiencias internacionales segregadas en 5 factores mas importantes que van a permitir establecer criterios de diseño aplicables en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry (ver tabla 6).

Tabla 6

Tabla de casos y ejemplos de países por factores

PAÍS	F1	F2	F3	F4	F5
Países Bajos (Rotterdam)	x		x		x
Australia	x	x	x		x
España (Valencia)	x		x		
Alemania (Hamburgo)	x			x	
Singapur	x		x		x

Fuente. Elaboración propia

➤ **Factor 1: Tecnología / Precisión**

En cuanto a la tecnología utilizada por puertos internacionales, tienen diferentes tipos de modalidades implementadas para sus balanzas automáticas destacando el sistema WIN, que es el pesaje de unidades en movimiento y el sistema de básculas estáticas automatizadas, uno de los sistemas más utilizados, por su precisión en la información de datos de pesaje debidamente certificados. Además, también se suele utilizar la combinación de ambos sistemas como es el caso del puerto de Rotterdam, donde los camiones primero son pesados en movimiento y si cumplen con las condiciones necesarias pasan a posicionarse en el gate de la balanza estática.

El sistema de bascula estática, es el que tiene la mayor probabilidad de ser usado en el puerto de Salaverry, ya que, al tener un pesaje de precisión con certificación, es mas confiable para sacar datos de pesaje como peso VGM, muy utilizados para el peso de

contenedores, entre otros.

➤ **Factor 2: Flujo De Accesos**

Para el control de flujo de accesos muchos puertos tienen áreas de esperas con espacios de filas que alberga como mínimo 5 vehículos antes del ingreso a las balanzas. Además, tienen implementados los semáforos automatizados que van enlazados y/o vinculados al sistema de pesaje; siendo el caso del puerto de Botany en Australia que tiene implementado el sistema de semáforo vinculado a su sistema WIN, que les permitió reducir en un 40% el tiempo de procesamiento, además de eliminar por completo colas en la vía pública

La implementación de semáforos, podría ser una opción viable para el puerto de Salaverry permitiendo un mejor control para el flujo de ingreso de las unidades.

➤ **Factor 3: Trazabilidad De Datos**

En los puertos internacionales se viene manejando diferentes tipos de sistemas que permiten la integración digital de los sistemas del terminal portuario, entidades terceras (SUNAT/ADUANAS) y el de la balanza automática permitiendo que la trazabilidad de la información sea segura y confiable y en tiempo real. Un ejemplo muy claro sería el TOS (Terminal Operating System) utilizado en el puerto de APM Terminals Valencia, que genera un ticket de peso VGM y es enviado de forma automática al cliente o destinatario correspondiente.

La integración de los sistemas del puerto de Salaverry y el de la balanza automática, es un factor muy importante para la continuidad del flujo operativo del registro de ingreso de las unidades.

➤ **Factor 4: Procedimientos Operativos.**

Si bien la automatización de las balanzas reduce significativamente el riesgo de errores que puedan generar retrasos en las operaciones. Es necesario establecer o implementar parámetros claros que permitan tener un registro claro y sin incidentes del ingreso de las unidades. Como, por ejemplo, el control de discrepancia de pesos o información no correspondiente al registro de las unidades, que generaría un rechazo o error del sistema no permitiendo el pesaje y registro del vehículo. Por ejemplo, en Hamburgo, las balanzas automatizadas generan alerta al centro de monitoreo cuando los pesos difieren a lo establecido en el sistema.

Para el control de casos excepcionales y verificación del correcto funcionamiento del sistema automático es necesario contar con un personal perenne (controlador) que esté debidamente capacitado para poder dar asistencia y solución al problema.

➤ **Factor 5: Mantenimiento / Calibración.**

Para la correcta trazabilidad y fiabilidad de los datos, es necesario que las balanzas cuenten con el mantenimiento adecuado y una calibración oficial certificada por un organismo autorizado. En Singapur, la autoridad portuaria cuenta con un sistema que les permite monitorear desviaciones diarias y calibrarlas de forma automáticas.

En el caso del terminal de Salaverry se debe establecer plazos claros para la calibración y mantenimiento de la balanza.

- **Objetivo específico 3:** Diseñar una propuesta de implementación de balanzas automáticas considerando aspectos tecnológicos y operativos.

Para efectos de la implementación efectiva se ha considerado 5 factores claves (ver tabla 7).

Tabla 7

Tabla de áreas y factores

ÁREAS	FACTORES
<ul style="list-style-type: none"> • Área de TI • Subárea de balanza • Área de Proyectos 	Tecnología /Precisión
<ul style="list-style-type: none"> • Área de TI 	Flujo de accesos
<ul style="list-style-type: none"> • Área de TI • Subárea de balanza 	Trazabilidad de datos
<ul style="list-style-type: none"> • Área de TI • Subárea de balanza 	Procedimientos operativos
<ul style="list-style-type: none"> • Área de Mantenimiento 	Mantenimiento / Calibración

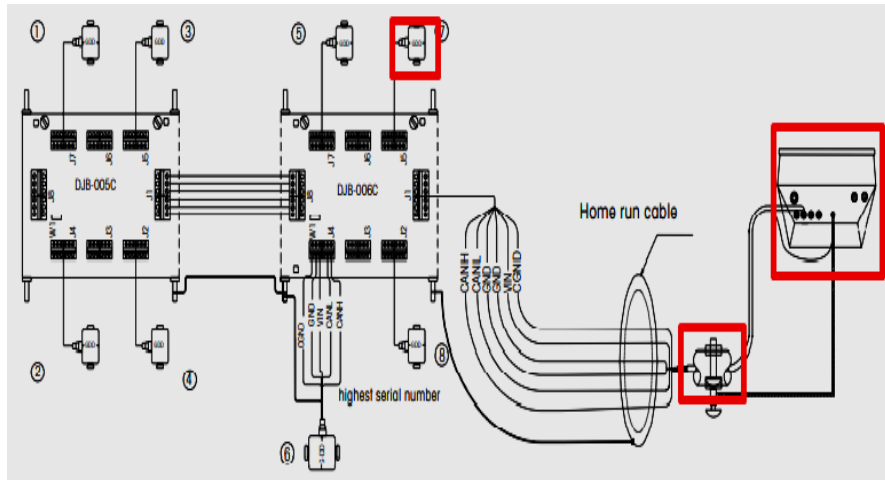
Fuente. Elaboración propia

➤ **Factor 1: Tecnología / Precisión**

Para la implementación de la balanza automática se utilizó el sistema de balanza estática, siendo que es el sistema más confiable y con mayor precisión para verificar los pesos totales. Cuando la unidad ingrese y se posicione en la plataforma de pesaje y esté completamente detenido, el sistema a través de celdas de cargas electrónicas captará el peso del vehículo que será transmitido mediante un indicador digital y se verá reflejado en el visor de balanza. De esta manera se podrá obtener el peso de la unidad y será complementado con la información previamente ingresada por el transportista (datos de chofer, vehículo y operación), permitiendo guardar la información y teniendo trazabilidad de ello.

Figura 9

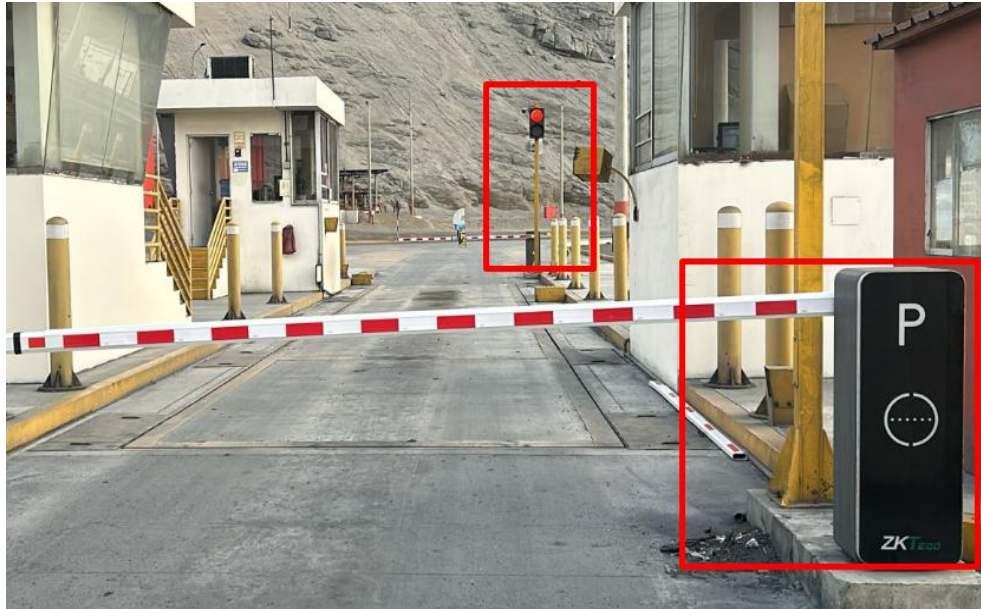
Flujo de pesaje de balanza automática



Fuente: Salaverry Terminal Internacional

➤ **Factor 2: Flujo De Accesos**

Para el control de flujo de acceso se tiene la implementación de los semáforos y tranqueras automáticas que están vinculados al sistema de pasaje a través de un monitor. Cuando la unidad se acerque al gate de ingreso, podrán visualizar el color del semáforo; si esta de color verde, podrá seguir avanzando y esperar que la tranquera se levante para posicionarse en la plataforma de pesaje. Por el contrario, si el semáforo presenta color rojo, este indicara que la unidad aun tiene que esperar para ser atendido. Con estas implementaciones se contempla asegurar no solo el control de flujo de acceso, sino que, además se podrá impedir infiltraciones de unidades no requeridas.

Figura 10*Semáforo y tranquera de balanza automática*

Fuente: Salaverry Terminal Internacional

➤ Factor 3: Trazabilidad De Datos

La integración de sistemas para la trazabilidad de datos con la balanza automática se da desde 2 puntos; el primero está relacionado con el sistema Oper Web, plataforma que permite a los usuarios (clientes), ingresar requisitos o información de todas las unidades que van a realizar operaciones en el puerto por un determinado periodo de tiempo, los datos que incluyen son: información de vehículo, del chofer y de la operación a realizar. El Oper Web, a la vez se enlaza con el segundo sistema que es el ANTP, plataforma dirigida netamente a operaciones portuarias de Salaverry Terminal Internacional, que permite al auxiliar operativo corroborar los datos ingresado por los clientes en la primera plataforma. Estos 2 sistemas están vinculados al sistema automático de la balanza que unifica la información previamente ingresada con los pesos capturados y guardados.

Figura 11

Sistema Oper Web



Fuente: Salaverry Terminal Internacional

Figura 12

Sistema Antp

Operación	Unidad	Estado	Requerimiento	Fecha de Atención	Estado
12	123456789	En Espera	Servicio OPERACIONAL DE DESPACHO DE CARGA	12/10/2018	APROBADO
13	123456789	En Espera	Servicio OPERACIONAL DE DESPACHO DE CARGA	12/10/2018	APROBADO
14	123456789	En Espera	Servicio OPERACIONAL DE DESPACHO DE CARGA	12/10/2018	APROBADO
15	123456789	En Espera	Servicio OPERACIONAL DE DESPACHO DE CARGA	12/10/2018	APROBADO

Fuente: Salaverry Terminal Internacional

➤ **Factor 4: Procedimientos Operativos.**

Para la implementación del sistema automático de la balanza fue necesario implementar parámetros que permitan tener un registro claro del ingreso y pesaje de las unidades. Como, por ejemplo, se estableció que la diferencia permitida de discrepancia en pesos sea de un +/- 30% con respecto a los pesos históricos de las unidades. Adicional a ello, también se tienen bloqueos para no permitir el ingreso o pesaje de los vehículos si no fueron requeridos o si la información ingresada es errónea o no está completa.

Para casos excepcionales y para el control del uso correcto del sistema automático de balanza, se cuenta con un controlador de balanza que se encarga de iniciar, supervisar y resolver los problemas que se puedan presentar durante la jornada de trabajo.

➤ **Factor 5: Mantenimiento / Calibración.**

Para la calibración de las balanzas se estableció que el plazo para realizar estas actividades serán cada 3 meses, donde se obtendrán los certificados emitidos por el organismo autorizado y estarán disponibles para los usuarios. Además, como control interno cada semana se realiza control de pesos para una mejor fiabilidad de datos. Así mismo el mantenimiento y limpieza de las plataformas de pesaje se realiza de forma regular en coordinación con el área de mantenimiento (ver Anexo 1).

- **Objetivo específico 4:** Ejecutar la implementación piloto de balanzas automáticas en un sector estratégico del terminal para evaluar su operatividad.

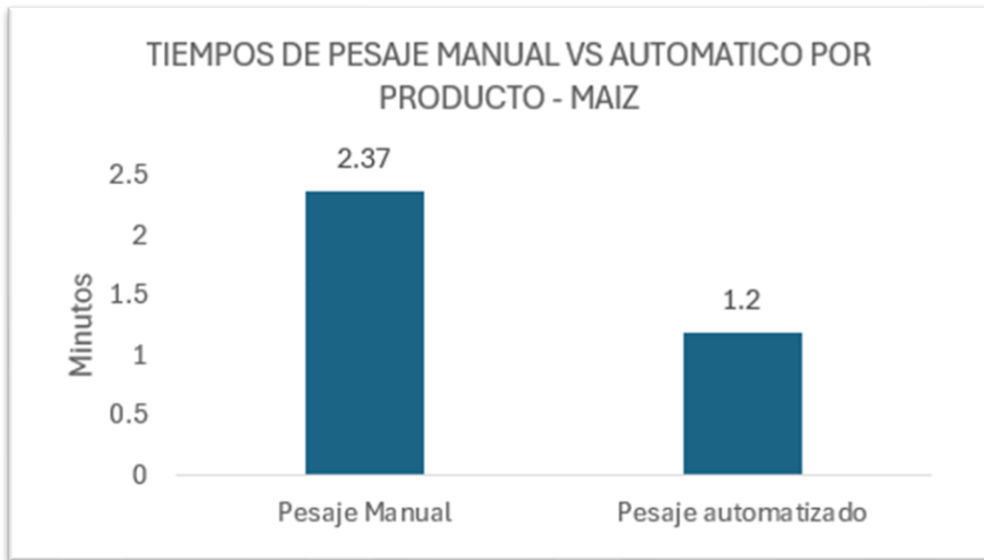
Se estableció, para la implementación de la primera balanza automática se tomará el Gate 4 para iniciar este proceso de automatización. Debido a que este gate tiene un acceso directo y es el más utilizado para el ingreso de unidades al terminal portuario, posterior a ello el sistema será replicado en el Gate de ingreso 3.

Luego de definir el mejor lugar para la implementación y después de tener una propuesta de diseño. Se procedió con la instalación y configuración del sistema automático tales como: Censores, software, entre otros. Posterior a ello se realizaron las pruebas iniciales de calibración y mantenimiento.

Para la ejecución del sistema automático de balanza se realizaron pruebas operativas para determinar su correcto funcionamiento. Así mismo, para evidenciar la optimización de tiempos se tomó una muestra de los productos más movidos en el terminal portuario (Maíz y Antracita), calculando el tiempo de pesaje en minutos entre la balanza manual y la automática (ver figura 13 y 14).

Figura 13

Tiempo de pesaje manual vs automático por producto - Maíz

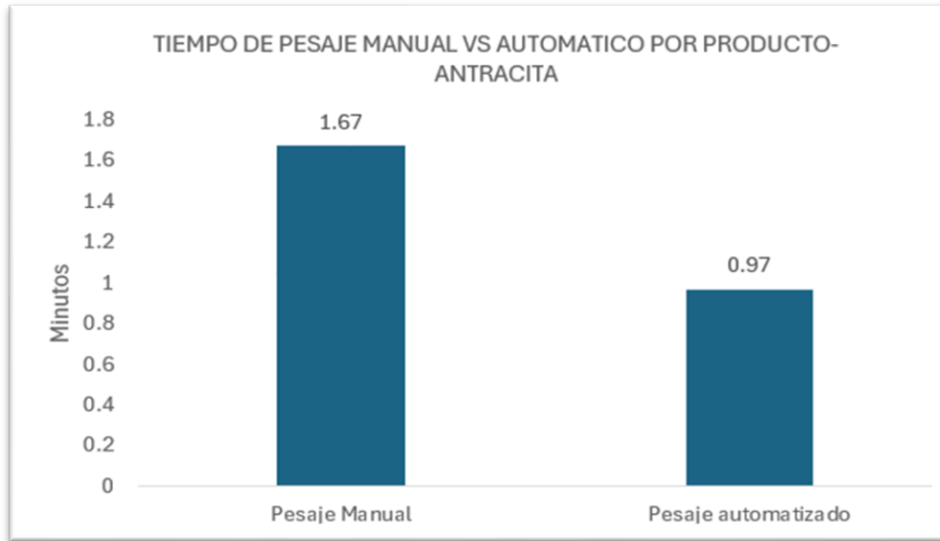


Fuente. Elaboración propia

- En la figura se puede observar una reducción de 77 segundos, equivalente a una disminución del 49% con relación al tiempo inicial, evidenciando mejoras en la eficiencia operativas de las balanzas automáticas.

Figura 14

Tiempo de pesaje manual vs automático por producto - Antracita



Fuente. Elaboración propia. Nota: Los tiempos tomados corresponden a datos tomados del primer semestre de los años 2024 – 2025.

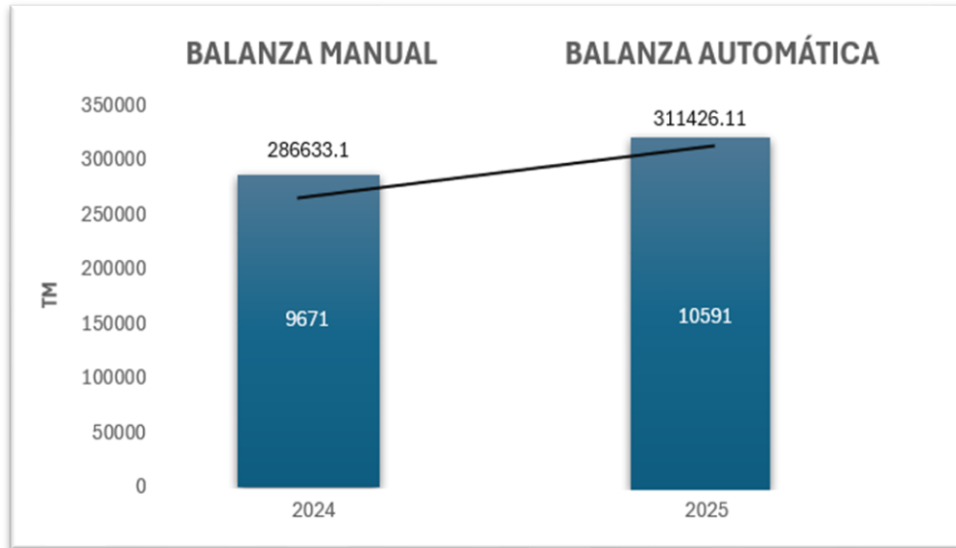
En la figura se puede observar una reducción de 70 segundos, equivalente a una disminución del 42% con relación al tiempo inicial, evidenciando mejoras en la eficiencia operativas de las balanzas automáticas.

- **Objetivo específico 5:** Evaluar los resultados de la implementación mediante indicadores de eficiencia operativa, comparando la situación del antes y después del cambio tecnológico.

Para evaluar la operatividad de la balanza automática se utilizaron indicadores en función a la cantidad de pesaje por producto, se tomó una muestra de 6 meses de enero a febrero, entre el 2024 (balanza manual) y 2025 (balanza automática) de los productos mas movidos en el terminal portuario (ver figura 15 y 16).

Figura 15

Cantidad de pesaje por producto (Maíz) entre balanza manual vs automática

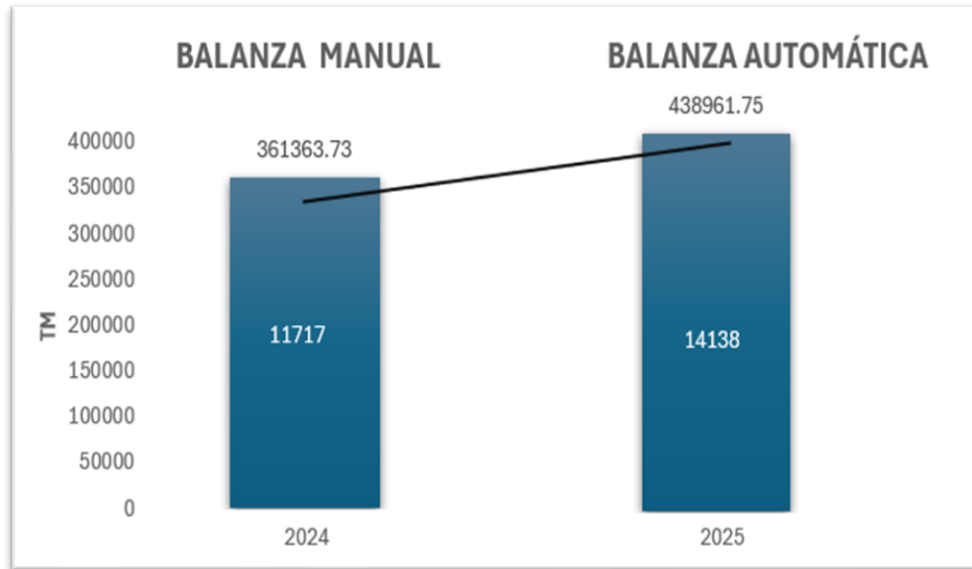


Fuente. Elaboración propia

- En la figura se puede observar que, con la balanza manual en la primera mitad del año 2024, se tuvo un total 286,633 TM de Maíz con una cantidad de pesaje de 9,671 unidades. En comparación con el año 2025, con la balanza automática, se obtuvo un total de 311,426 TM y una cantidad de pesaje de unidades de 10,591, evidenciando un incremento porcentual de aproximadamente 9.51% de registro de unidades y un 8.65% en el volumen total de la carga en el mismo periodo de tiempo gracias a la automatización de las balanzas. Al margen del increment de la oferta se observa una mayor capacidad de respuesta en las balanzas automáticas en relación con las balanzas manuales.

Figura 16

Cantidad de pesaje por producto (Antracita) - balanza manual vs automática



Fuente. Elaboración propia

- En la figura se puede observar que, con la balanza manual en la primera mitad del año 2024, se tuvo un total 361,363 TM de Antracita con una cantidad de pesaje de 11,717 unidades. En comparación con el año 2025, con la balanza automática, se obtuvo un total de 438,961 TM y una cantidad de pesaje de unidades de 14,138, evidenciando un incremento porcentual de aproximadamente 20.66% de registro de unidades y un 21.47% en el volumen total de la carga gracias a la automatización de las balanzas. Al margen del incremento de la oferta se observa una mayor capacidad de respuesta en las balanzas automáticas en relación con las balanzas manuales.

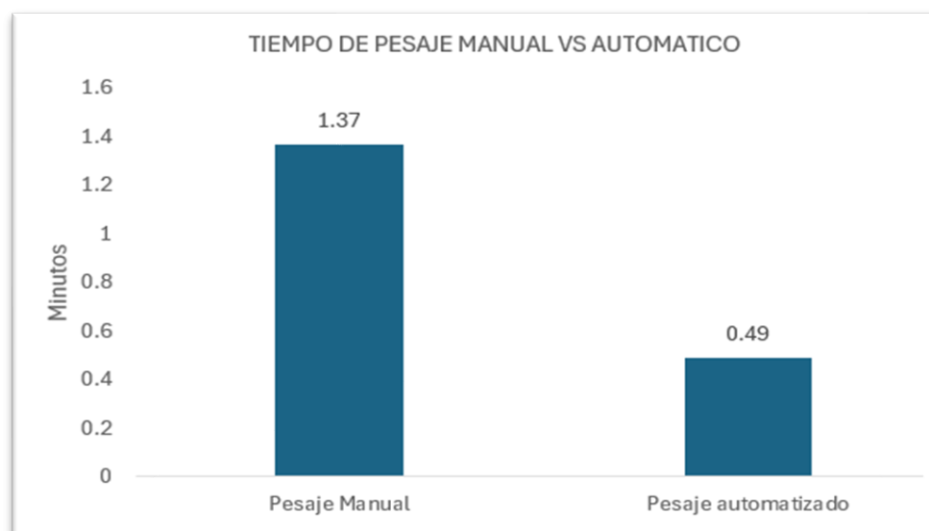
- **Objetivo general:** Mejorar la capacidad de pesaje de ingreso de unidades mediante la

implementación de balanzas automáticas en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry.

Para el desarrollo de este objetivo, se hizo un cálculo comparativo de tiempos de pesaje por minuto y cantidad de pesaje de unidades por hora entre la balanza manual y la balanza automática de todos los productos movilizados en el TPMS (ver tabla 17).

Figura 17

Tiempos de pesaje manual vs automático



Fuente. Elaboración propia

- Se puede evidenciar que con la balanza automática se redujo en un 58.76% el registro por minuto de unidades, pasando de 1 minuto 37 segundos a 49 segundos, representando una gran mejora en cuanto a la operatividad de la balanza automática. Lo cual se confirma con la información proporcionada por los colaboradores de balanza (ver tabla 4).

Finalmente, se realizó una entrevista al supervisor de balanza para conocer desde su perspectiva, el impacto y la relevancia que ha tenido en las operaciones la automatización de las balanzas.

Dando como respuesta, que la automatización de las balanzas ha incrementado en gran medida la capacidad de pesaje de carga en el puerto, optimizando tiempos y generando mas ingresos. Además, comento que uno de los factores más relevantes para esta implementación, fue el crecimiento constante de carga en el puerto, lo que generaba una sobre carga de trabajo en sus operadores de balanzas que inducían a estos a cometer errores y generar colas de ingreso.

Por último, en cuanto a la sostenibilidad del sus de las balanzas automáticas, mencionó que es importante contar con un programa estable de mantenimiento y también contar con operadores y/o controladores capacitados para la resolución de problemas (Ver anexo 3).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Para el objetivo específico 1 vinculado al diagnóstico de proceso de pesaje en el Terminal Portuario multipropósito de Salaverry, se pudo reflejar las grandes diferencias entre los pesajes de forma manual y automática, teniendo como resultado que, con la balanza automática el tiempo promedio de pesaje es de 50 segundos, a diferencia del pesaje manual con un aproximado de 1 minuto 30 segundos, evidenciando una reducción de un 44% en los tiempos de registros de unidades. Además, ante una encuesta realizada a los auxiliares de balanza, el 100% considera que la automatización de las balanzas facilita el proceso de pesaje. Ante esto, se puede confirmar una mejora en la eficiencia operativa reduciendo cuellos de botella en el TPMS. Para concretar los resultados de este objetivo fue necesario la capacidad coordinación, comunicación y empatía.
- En relación con el objetivo específico 2 vinculado al análisis comparativo de experiencias exitosas en cuanto a la implementación de balanzas automáticas en puertos, se realizó una analítica de 5 países internacionales que ayudó a identificar las mejores prácticas para poder implementar un modelo de diseño de balanzas automáticas en el TPMS. Los artículos y casos de estudio permitieron resaltar los 5 factores más importantes a tener en consideración para la implantación, combinando tecnología, accesos, trazabilidad de datos, procedimientos operativos y mantenimiento, que en conjunto permitirán que el proceso de pesaje sea, seguro, eficiente y confiable. Para definir este objetivo fue necesario la capacidad de análisis

crítico, búsqueda de información de calidad, gestión de tiempo y organización.

- En relación con el objetivo específico 3 vinculado al diseño de implementación de balanzas automáticas en el Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry; se permitió la integración de las mejores prácticas internacionales segregadas en los 5 factores más importantes con las experiencias, condiciones y actividades actuales de Salaverry Terminal Internacional, logrando crear una estructura que mejore la eficiencia operativa. Para concretar los resultados de este objetivo, fue necesario la capacidad de gestión de tiempo, creatividad, compromiso y organización.
- Para el objetivo específico 4 vinculado a la ejecución de la implementación piloto de la balanza automática, se pudo evidenciar una mejora en la eficiencia de pesaje, gracias a la muestra de 2 productos (Maíz y Antracita), calculando tiempos de pesaje por minuto entre la balanza manual y la automática, dando como resultado para el maíz una disminución equivalente al 49% y para el antracita una disminución del 42% en relación al tiempo inicial optimizando tiempos y mejorando la productividad operativa. Para definir este objetivo, fue necesario la capacidad de análisis de datos, pensamiento crítico, gestión de tiempo y positividad.
- En relación con el objetivo específico 5 vinculado a los resultados mediante indicadores, se pudo demostrar que la automatización de balanzas a generado mejoras en el registro de cargas y unidades pesadas, corroborado que la implementación de balanzas automáticas en Salaverry Terminal Internacional ha contribuido a tener una mayor y mejor control operativo, reflejando grandes mejoras de eficiencia, dando como resultado en cuanto al maíz un incremento porcentual de aproximadamente 9.51% de registro de unidades y un 8.65% en el volumen total de la carga y para

antracita un incremento porcentual de aproximadamente 20.66% de registro de unidades y un 21.47% en el volumen total de la carga. Para concretar este objetivo, fue necesario la capacidad de análisis de datos, pensamiento crítico, gestión de tiempo y positividad.

- Para el objetivo general, en relación con la capacidad de ingreso de unidades con la balanza automática, se evidenciaron mejoras en los tiempos operativos de pesaje. Teniendo que el tiempo de registro paso de 1 minuto 37 segundos a 49 segundos, representando una reducción de 58,76% aproximadamente en los tiempos de pesaje, Así mismo, la cantidad de pesaje por hora se vio incrementada en casi el doble de su capacidad operativa pasando de 37 a 74 unidades, confirmando que la implementación de la balanza automática mejora la capacidad de ingreso de unidades. Para concretar el resultado de este objetivo fue necesario la capacidad de análisis de datos, pensamiento crítico, gestión de tiempo, coordinación y comunicación.

Recomendaciones

- Se recomienda replicar he implementar la automatización, en las balanzas que aun siguen operando de forma manual Salaverry Terminal Internacional, y de esta manera poder seguir evidenciando mejoras en cuanto a la eficiencia operativa.
- Se recomienda priorizar y trabajar a profundidad en las principales prácticas internacionales identificadas para poder asegurar lineamientos eficientes y confiables basados o enfocados en los estándares internacionales tales como R51-Automatic Catchweighing Instruments, R134 – Automatic Instruments for Vehicles in Motion (WIM), entre otros.

- La implementación del diseño de la balanza automática debe darse de forma gradual asegurando una buena infraestructura y un buen sistema tecnológico que asegure y permita un proceso de pesaje seguro y fluido.
- Es importante la constante evaluación de tiempos de pesaje y la trazabilidad de datos para evaluaciones de mejoras que se puedan implementar asegurando y manteniendo una buena eficiencia operativa.
- Es importante implementar indicadores que permitan evaluar constantemente (cada mes) la productividad operativa y que puedan detectar oportunidades de mejora.
- Se recomienda implementar un programa de monitoreo en tiempo real que permita analizar los tiempos de pesaje para poder lograr una mejor trazabilidad de datos en pro del flujo de la operatividad.

Limitaciones

- El resultado incluyo opciones de respuesta basados en la percepción de los operativos de balanza que aportaron información relevante, pero que a la vez pueden estar influenciadas por sus experiencias previas o expectativas hacia la implementación de nuevas tecnologías.
- Accesos limitados a detalles técnicos, al ser documentos internacionales la información brindada en algunos artículos o trabajos eran de índole genérico. Además, las experiencias a nivel de actividad de puerto de Salaverry eran escasas limitando el hallazgo de información adecuada.
- Dependencia de tecnología y/o equipos que no se pueda encontrar fácilmente en el mercado local.

- Muestra limitada, ya que solo se tuvo en consideración 2 productos principales para la ejecución de las pruebas.
- Dificultad para descargar la información, ya que la data se tomo desde el año 2024 y la cantidad de registro que contiene es muy amplia.
- Dificultad para el acceso a data histórica para el análisis requerido.

Lecciones aprendidas

En el desarrollo del trabajo, se evidencio un gran proceso de transición que implica grandes cambios e involucra a diferentes grupos de personas trabajando en conjunto para lograr un cometido. Se pudo demostrar el éxito de la implementación de la balanza automática gracias al análisis de información histórica confiable y a la capacidad de integración y adaptación de las diferentes áreas para lograr el correcto funcionamiento sin interrupciones y brindando información clara y precisa.

REFERENCIAS

- Alarcón Ortiz, M. (2013). *Diseño y desarrollo de un sistema automatizado de control de entradas y salidas de camiones* [Tesis de grado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Cartagena].
<https://repositorio.upct.es/server/api/core/bitstreams/31b49516-c919-4809-899a-07a57e663931/content>
- Castillo, M. & Huayanay, B. (2024). *Implementación de balanza electrónica para sistematizar el control de la producción en la unidad minera El Porvenir, Compañía Minera Nexa* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14745/4/IV_FIN_110_TE_Castillo_Huaynay_2024.pdf
- Hidalgo P, J. (2020). *Balanza electrónica de pesaje de vehículos de carga pesada en la ciudad de Chancay* [Tesis de maestría, Maestría en Administración de Empresas Ejecutivo, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)].
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653935/Hidalgo_P_J.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Notteboom, T., & Winkelmann, W. (2001). Structural changes in logistics: How will port authorities face the challenge? *Maritime Policy & Management*, 28(1), 71–89.
<https://doi.org/10.1080/03088830119197>

Paredes, & Valenzuela (2021). *Diseño de una balanza automática en la industria logística ecuatoriana para el pesado de encomiendas utilizando celdas de carga* [Tesis de grado, Facultad de ingeniería Mecánica y Ciencias de Producción (ESPOL)].

<https://dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/54708/T->

[112181%20PAREDES%20ANDR%c3%89S-](https://dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/54708/T-112181%20PAREDES%20ANDR%c3%89S-)

[VALENZUELA%20ALFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/54708/T-112181%20PAREDES%20ANDR%c3%89S-VALENZUELA%20ALFREDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Organización Marítima Internacional. (2023). *Conferencia conjunta OMI-OIT sobre el trabajo en el mar* (13 de noviembre de 2023). Londres: OMI / OIT

<https://wwwcdn.imo.org/localresources/es/MediaCentre/Documents/Circular%20n>

[%20C2%BA%204767%20-%20Conferencia%20Conjunta%20Omi-](https://wwwcdn.imo.org/localresources/es/MediaCentre/Documents/Circular%20n%20C2%BA%204767%20-%20Conferencia%20Conjunta%20Omi-)

[Oit%20Sobre%20El%20Trabajo%20En%20El%20Mar.pdf?utm_source=chatgpt.co](https://wwwcdn.imo.org/localresources/es/MediaCentre/Documents/Circular%20n%20C2%BA%204767%20-%20Conferencia%20Conjunta%20Omi-Oit%20Sobre%20El%20Trabajo%20En%20El%20Mar.pdf?utm_source=chatgpt.co)

[m](https://wwwcdn.imo.org/localresources/es/MediaCentre/Documents/Circular%20n%20C2%BA%204767%20-%20Conferencia%20Conjunta%20Omi-Oit%20Sobre%20El%20Trabajo%20En%20El%20Mar.pdf?utm_source=chatgpt.co)

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024). *Perfil Marítimo y Logístico de América Latina y el Caribe*. <https://perfil.cepal.org/l/es/start.html>


Organización Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN. (2024). *Informe de desempeño 2024: Terminal Portuario*

Multipropósito Salaverry. [https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-](https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2018/11/id-2024-tp-salaverry.pdf)

[content/uploads/2018/11/id-2024-tp-salaverry.pdf](https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2018/11/id-2024-tp-salaverry.pdf)

ANEXOS

ANEXO 01. Carta de autorización

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA	
---	---

Yo Jose Luis Luna Ramirez, identificado con DNI o CE N° 10866480, como representante legal de la empresa/institución: SALAVERRY TERMINAL INTERNACIONAL S.A. ("STI") con R.U.C. N° 20603487321, ubicada en la ciudad de Trujillo. Otorgo la **AUTORIZACIÓN** de uso de información a:

1) Jesenia Nieto Escobedo, con DNI/CE 74087093

Egresado/s del Programa de pregrado (x) o Programa de Posgrado () de la Universidad Privada del Norte, para que utilice la siguiente información de la empresa:

Documentos de área, información del sistema de balanzas automáticas, para análisis de datos, organigrama de la empresa, descripción de procesos del área laboral con la finalidad de que pueda desarrollar su () Trabajo de Investigación, () Tesis o (x) Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de () Bachiller, (x) Título Profesional () Maestro, () Doctor.

Autorizo expresamente el uso de la información con fines académicos, incluyendo su publicación en el repositorio de la **Universidad** Privada del Norte, contribuyendo con la comunidad educativa y sociedad en su conjunto.

Respecto al uso del nombre y/o cualquier distintivo de la empresa, se determina:
(marcar con una "X" la opción seleccionada)

- () **Mantener en reserva** el nombre y/o cualquier distintivo de la empresa.
(x) **Autorizo mencionar** el nombre y/o cualquier distintivo de la empresa.

Salaverry 11 de noviembre de 2025



Firma del Representante Legatú Autoridad
DNI/CE: 10866480

Firma del egresado (1)
DNI: 74087093

Nota: se solicita mantener todos los campos de información requeridos en el presente formato.

ANEXO 02. Encuesta Automatización de balanzas – Operadores de balanza

Automatización de Balanzas

El presente cuestionario busca conocer las opiniones sobre la implementación de balanzas automáticas en el TPMS.

¿Cuál es su puesto de trabajo en la empresa STI?

Texto de respuesta breve

¿Cuánto tiempo viene laborando en su puesto actual? *

- 6 meses
- 1 año
- 2 años
- 3 - 5 años

Con la implementación de las balanzas automáticas. ¿Cuál es el tiempo promedio de registro de peso de las unidades? *

- 50 s
- 1 min
- 1 min 5 s
- 1 min 15 s

¿Considera que las balanzas automáticas facilitan el proceso de pesaje de unidades? *

- Si
- No

¿Qué tan satisfecho se encuentra con la implementación de balanzas automáticas en el TPMS? *

- | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Insatisfecho | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Satisfecho |

ANEXO 03. Encuesta Automatización de balanzas – Supervisor de balanza

Automatización de Balanzas

El presente cuestionario busca conocer la opinión del Supervisor de balanza sobre la implementación de balanzas automáticas en el TPMS.

1. ¿Considera que a partir de la implementación de la balanza automática se ha mejorado la capacidad de pesaje de carga en el puerto? *

Texto de respuesta largo

2. ¿Cuál ha sido el factor relevante para la automatización de las balanzas en el TPMS? *

Texto de respuesta largo

3. ¿Qué acciones se puede desarrollar para observar una sostenibilidad en el uso de las balanzas automáticas? *

Texto de respuesta largo