

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y  
ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

**Tema: “Aplicación móvil para optimizar el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero en el transporte de mercancías en la CAN”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniero en Logística y Transporte

AUTOR: Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso

TUTOR: MSc. Realpe Cabrera Iván Alirio

Tulcán, 2025.

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

Certifico que el Estudiante Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso con el número de cédula 0401784087 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Aplicación móvil para optimizar el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero en el transporte de mercancías en la CAN".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

---

MSc. Realpe Cabrera Iván Alirio

**TUTOR**

Tulcán, mayo de 2025

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de logística y transporte de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso con cédula de identidad número 0401784087 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso', written over a horizontal line.

Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso

**AUTOR**

Tulcán, mayo de 2025

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Aplicación móvil para optimizar el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero en el transporte de mercancías en la CAN" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso

**AUTOR**

Tulcán, mayo de 2025

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, quienes han sido mi pilar en cada etapa de este proceso y de mi vida. A mi hija, mi pequeña estrella, mi luz en los momentos más oscuros: gracias por ser mi mayor motivación. Tu sonrisa y tu alegría me recuerdan cada día el verdadero significado de luchar por un futuro mejor, y este logro también es para ti, porque todo lo que hago lleva tu nombre grabado en el corazón. A mis padres, quienes han estado a mi lado en cada paso del camino, les debo todo lo que soy. A mi padre, un ejemplo de responsabilidad, honestidad y fortaleza, gracias por enseñarme a ser un hombre de bien, por guiarme con tus consejos y por mostrarme que el esfuerzo siempre tiene su recompensa. A mi madre, mi gran admiración y mi heroína, gracias por tu incansable dedicación para sacar adelante a nuestra familia; tu amor infinito y tu sacrificio son el motor que me impulsa a no rendirme nunca.

A mi esposa, mi compañera inseparable y mi otra mitad, no tengo palabras suficientes para agradecerte. Tu amor, tu paciencia y tu compasión han sido el refugio donde he encontrado paz en medio de las tormentas. Sin ti, este proyecto no habría sido posible; tu apoyo incondicional, tus palabras de aliento y la fortaleza que me das junto a nuestra hija han hecho que cada esfuerzo valga la pena.

A mis hermanos, a quienes quiero con todo mi corazón, gracias por estar siempre presentes, aunque no estemos muy cerca. En las buenas y en las malas, hemos sabido apoyarnos, y ese lazo familiar me da fuerza para seguir adelante. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en mi vida, y este logro también lleva un pedacito de sus risas y su apoyo. A mi sobrino Maykel, mi pequeño que aprecio profundamente, gracias por llenar mi vida de alegría con tu energía, tu inocencia y travesuras.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo al cimiento de mi vida y la razón de cada uno de mis esfuerzos. A mi hija, mi mayor tesoro, porque cada paso que doy es para construir un mundo mejor para ti. A mis padres, quienes con su amor y ejemplo me han formado como persona, enseñándome los valores que me guían y dándome las alas para alcanzar mis sueños; su sacrificio y apoyo incondicional son la base de todo lo que soy. A mi esposa, mi alma gemela y mi compañera de vida, porque este logro también es tuyo; tu amor y tu presencia hacen que todo sea posible, y cada meta que alcanzo lleva tu huella, tejida con la compasión y fortaleza que me das cada día junto a nuestra hija.

A mis hermanos, con quienes comparto un vínculo especial que trasciende las distancias, dedico este trabajo como un símbolo de nuestra unión en las buenas y en las malas. A mi tutor, MSc. Iván Realpe, dedico este trabajo con profunda gratitud por haber confiado en mí y por brindarme la guía y el apoyo necesarios para llevarlo a cabo. Su paciencia, conocimientos y aliento fueron fundamentales para superar los retos de este proyecto, y su confianza en mi capacidad me motivó a dar lo mejor de mí. Finalmente, a todas las personas que me desearon éxito y prosperidad en este camino, en especial a mis estudiantes de mi bella ciudad de Mira, quienes con su cariño y sus buenos deseos me dieron un impulso adicional para llegar hasta aquí; sus palabras de aliento y su entusiasmo me recordaron la importancia de este logro, no solo para mí, sino para todos los que creen en mi esfuerzo.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>14</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>20</b>
1.4.1. Objetivo General .....	20
1.4.2. Objetivos Específicos .....	21
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	21
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
2.2.1. Transporte de mercancías.....	23
2.2.2. Acondicionamiento de carga.....	23
2.2.3. Envase, empaque y embalaje industrial .....	24
2.2.3.1. Envase .....	24
2.2.3.2. Empaque .....	24
2.2.3.3. Embalaje .....	24
2.2.4. Gestión de inventario .....	24
2.2.5. Cubicaje.....	25
2.2.6. Documentación de transporte de carga .....	25
2.2.7. Optimización.....	26
2.2.8. Normas ISO .....	26
2.2.9. Procesos aduaneros .....	26

2.2.9.1.	Aplicaciones móviles dirigidas a la logística .....	27
2.2.10.	Intercambio de datos.....	27
2.2.11.	Simplex Maximización .....	27
2.2.12.	Implementación XP (Programación Extrema) .....	27
2.2.13.	Lenguaje Java .....	28
2.2.14.	API.....	28
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.</b>	<b>ENFOQUE METODOLÓGICO.....</b>	<b>29</b>
3.1.1.	Enfoque .....	29
3.1.2.	Tipo de Investigación .....	29
<b>3.2.</b>	<b>IDEA A DEFENDER .....</b>	<b>30</b>
<b>3.3.</b>	<b>DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>31</b>
3.3.1.	Definición de las variables .....	31
3.3.2.	Operacionalización de las variables .....	32
<b>3.4.</b>	<b>MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>33</b>
3.4.1.	Métodos .....	33
3.4.2.	Técnicas.....	33
<b>3.5.</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>34</b>
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
4.1.1.	Recopilación de información .....	35
4.1.1.1.	Evaluación aplicaciones actuales.....	36
4.1.1.2.	Análisis de encuesta.....	40
4.1.2.	Desarrollo de la aplicación móvil .....	46
4.1.2.1.	Recopilación de información para la base de datos .....	47
4.1.2.2.	Cubicaje .....	64
4.1.2.3.	Procesos aduaneros en el transporte .....	75
4.1.2.5.	Base de datos .....	81

4.1.2.6.	Interfaz de usuario .....	82
4.1.2.7.	Recursos necesarios .....	87
4.1.2.6.	Programación .....	89
4.1.2.7.	Permisos.....	97
4.1.3.	Viabilidad .....	98
4.1.4.	Análisis FODA .....	100
4.1.5.	Impacto del desarrollo de la app móvil.....	101
<b>4.2.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>103</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>106</b>
<b>5.1.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>106</b>
<b>5.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Definición de variables.....	31
<b>Tabla 2.</b>	Operacionalización de la variable independiente .....	32
<b>Tabla 3.</b>	Procesos para mejora en el transporte de mercancía.....	36
<b>Tabla 4.</b>	Comparación de aplicaciones actuales.....	37
<b>Tabla 5.</b>	Importancia en conocer el tipo de mercancía .....	48
<b>Tabla 6.</b>	Información necesaria del producto a transportar .....	49
<b>Tabla 7.</b>	Tipos de producto según subpartida .....	50
<b>Tabla 8.</b>	Documentos para cada tipo de producto según subpartida .....	51
<b>Tabla 9.</b>	Organismos de control y reglamentos para el transporte de mercancía por carretera en Ecuador.....	53

<b>Tabla 10.</b> Cuidado de mercancía según subpartida .....	55
<b>Tabla 11.</b> Envase del producto según la subpartida .....	58
<b>Tabla 12.</b> Empaque de cada producto según la subpartida .....	59
<b>Tabla 13.</b> Embalaje de cada producto según subpartida .....	60
<b>Tabla 14.</b> Embalaje adicional de cada producto según subpartida .....	61
<b>Tabla 15.</b> Etiquetado para cada producto según subpartida .....	62
<b>Tabla 16.</b> Contenedor para cada producto según subpartida .....	63
<b>Tabla 17.</b> Restricción cubicaje por subpartida .....	66
<b>Tabla 18.</b> Entradas del sistema .....	69
<b>Tabla 19.</b> Actores y sus funciones en los procesos aduaneros .....	75
<b>Tabla 20.</b> Recursos para el desarrollo directo de la app móvil .....	88
<b>Tabla 21.</b> Planeación para el desarrollo directo de la aplicación móvil.....	97
<b>Tabla 22.</b> Comparación con las aplicaciones actuales .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> App móvil SENA .....	38
<b>Figura 2.</b> App CBM Calculator .....	39
<b>Figura 3.</b> App móvil DFright .....	40
<b>Figura 4.</b> Resultado de los desafíos más comunes en el acondicionamiento de carga. .....	41
<b>Figura 5.</b> Resultado de los desafíos más comunes en los procesos aduaneros. ....	41
<b>Figura 6.</b> Resultado del conocimiento de aplicaciones para el acondicionamiento de carga y procesos aduaneros.....	41
<b>Figura 7.</b> Resultado de las falencias operativas en las aplicaciones actuales. ....	42

<b>Figura 8.</b> Resultado de los problemas en el manejo de información en los procesos aduaneros.....	42
<b>Figura 9.</b> Resultado de los problemas en el acondicionamiento de la carga.....	42
<b>Figura 10.</b> Resultado del tiempo promedio en completar el acondicionamiento de carga. ....	43
<b>Figura 11.</b> Resultado de la información esencial para el acondicionamiento de carga. ....	43
<b>Figura 12.</b> Resultados de la aceptación de la app móvil para el acondicionamiento de la carga. ....	43
<b>Figura 13.</b> Resultado del tiempo promedio en los procesos aduaneros. ....	44
<b>Figura 14.</b> Resultado de la información esencial para el proceso aduanero. ....	44
<b>Figura 15.</b> Resultado de la aceptación de la app móvil para el proceso aduanero. ....	44
<b>Figura 16.</b> Resultado de las funcionalidades que debería tener la app móvil. ....	45
<b>Figura 17.</b> Procesos en el transporte de mercancía por carretera .....	46
<b>Figura 18.</b> Etapas para el plan de desarrollo de la aplicación móvil .....	47
<b>Figura 19.</b> Flujograma del algoritmo de cubicaje .....	68
<b>Figura 20.</b> Proceso de cubicaje .....	70
<b>Figura 21.</b> Medidas Envase .....	70
<b>Figura 22.</b> Medidas Producto .....	71
<b>Figura 23.</b> Orientación del producto con los giros posibles.....	71
<b>Figura 24.</b> Principales actores en los procesos aduaneros .....	77
<b>Figura 25.</b> Alojamiento web de la app, sección de Guía documentación – CPIC.....	78
<b>Figura 26.</b> Diagrama de flujo para la función de identificación del producto y cubicaje .....	80
<b>Figura 27.</b> Diagrama de flujo Guía documentación .....	81
<b>Figura 28.</b> Base de datos.....	82
<b>Figura 29.</b> Página de inicio en el sitio web .....	83
<b>Figura 30.</b> Funciones principales .....	84

<b>Figura 31.</b> Identificación de producto .....	84
<b>Figura 32.</b> Cubicaje.....	84
<b>Figura 33.</b> Resultados cubicaje .....	85
<b>Figura 34.</b> Resultados gráficos del cubicaje .....	85
<b>Figura 35.</b> Cubicaje gráfico 3d .....	85
<b>Figura 36.</b> Reporte con resultados del cubicaje .....	86
<b>Figura 37.</b> Procesos Aduaneros .....	86
<b>Figura 38.</b> Guía documentación .....	86
<b>Figura 39.</b> Apartado de Vinculación UPEC 2024 .....	87
<b>Figura 40.</b> Interfaz para los dispositivos móviles .....	87
<b>Figura 41.</b> Software Android Studio .....	88
<b>Figura 42.</b> Metodología de desarrollo de app móvil .....	89
<b>Figura 43.</b> Repositorio en Github del sitio web.....	90
<b>Figura 44.</b> Lenguaje usado en el sitio web .....	90
<b>Figura 45.</b> Archivo html de la página inicio.....	91
<b>Figura 46.</b> Archivo css de la página de inicio .....	91
<b>Figura 47.</b> Cubicaje - Ajuste de dimensiones de contenedor.....	92
<b>Figura 48.</b> Cubicaje - Factor de forma.....	92
<b>Figura 49.</b> Cubicaje - Permutación de dimensiones.....	92
<b>Figura 50.</b> Cubicaje - Cálculo de encaje por eje .....	93
<b>Figura 51.</b> Cubicaje - Restricción producto no apilable .....	93
<b>Figura 52.</b> Cubicaje - Restricción de peso.....	93
<b>Figura 53.</b> Cubicaje - Porcentaje de volumen y peso utilizado .....	93
<b>Figura 54.</b> Cubicaje - Visualización capas y sobrantes .....	94
<b>Figura 55.</b> Archivo script de la página de cubicaje .....	94
<b>Figura 56.</b> Estructura del proyecto en Android Studio .....	95
<b>Figura 57.</b> Código para la pantalla usando web viewer .....	95

<b>Figura 58.</b> App móvil desarrollada.....	96
<b>Figura 59.</b> Análisis FODA de la propuesta.....	100
<b>Figura 60.</b> Capacitación con el uso del sitio web diseñado.....	102
<b>Figura 61.</b> Finalización Proyecto de Vinculación UPEC 2024.....	103

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	111
<b>Anexo 2.</b> Certificado del abstract por parte de idiomas.....	112
<b>Anexo 3.</b> Formato de encuesta.....	114
<b>Anexo 4.</b> Código de script para cubicaje.....	117
<b>Anexo 5.</b> Repositorio y código para página web.....	119
<b>Anexo 6.</b> Diseño en <i>Android Studio</i> .....	121

## RESUMEN

El presente Trabajo de Integración Curricular presenta el desarrollo de una aplicación móvil, *Optitrans*, diseñada para optimizar el acondicionamiento de carga y los procesos aduaneros en el transporte de mercancías dentro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), con un enfoque específico en Ecuador. A través de un enfoque metodológico mixto, que incluyó encuestas, observación directa y análisis estadístico, se identificaron las principales dificultades del sector logístico, como el cubicaje manual, el desconocimiento de normativas aduaneras y la falta de herramientas integrales. La propuesta diseñada abarca funciones clave: identificación de productos, cubicaje optimizado con visualización 3D, y guías dinámicas para documentación y procesos aduaneros, adaptadas a las regulaciones del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE) y la CAN. Los resultados demuestran que *Optitrans* ofrece eficiencia operativa y facilita el cumplimiento normativo, beneficiando a empresas de transporte, importadores y exportadores. Además, se implementó un prototipo funcional alojado en *GitHub* y convertido a aplicación móvil mediante *Android Studio*, con impacto positivo en la Asociación de Transporte Pesado del Carchi. Este proyecto fomenta la innovación tecnológica en logística, promoviendo la competitividad y la integración regional.

Palabras Claves: aplicación móvil, acondicionamiento de carga, procesos aduaneros, transporte de mercancías, Comunidad Andina, cubicaje, logística.

## ABSTRACT

This Curricular Integration Work presents the development of a mobile application, Optitrans, designed to optimize cargo conditioning and customs procedures in goods transportation within the Andean Community of Nations (CAN), with a particular focus on Ecuador. Using a mixed methodological approach, including surveys, direct observation, and statistical analysis, the main challenges in the logistics sector were identified, such as manual cubing, lack of awareness of customs regulations, and the absence of integrated tools. The designed proposal includes key functionalities: product identification, optimized cubing with 3D visualization, and dynamic guides for documentation and customs processes, aligned with the regulations of the National Customs Service of Ecuador (SENAE) and the CAN. The results demonstrate that Optitrans enhances operational efficiency, reduces costs, and facilitates regulatory compliance, benefiting transportation companies, importers, and exporters. Additionally, a functional prototype was implemented, hosted on GitHub and converted into a mobile app using Android Studio, with a positive impact on the Carchi Heavy Transport Association. This project promotes technological innovation in logistics, fostering competitiveness and regional integration.

Keywords: mobile application, cargo conditioning, customs processes, goods transportation, Andean Community, cubing, logistics.

## INTRODUCCIÓN

El transporte de mercancías por carretera es un pilar fundamental para la economía global, especialmente en la Comunidad Andina de Naciones (CAN), donde facilita el comercio intrarregional y la integración económica. Sin embargo, este sector enfrenta desafíos significativos que afectan su eficiencia, como la falta de herramientas tecnológicas integrales para optimizar el acondicionamiento de carga y los procesos aduaneros. En Ecuador, las empresas de transporte lidian con problemas como el cubicaje manual, el desconocimiento de normativas aduaneras y los retrasos en fronteras, lo que genera costos adicionales y reduce su competitividad. Este trabajo propone una solución innovadora: una aplicación móvil llamada Optitrans, diseñada para abordar estas problemáticas de manera integral.

Optitrans busca optimizar el acondicionamiento de carga mediante algoritmos de cubicaje con visualización 3D y proporcionar guías dinámicas para los procesos aduaneros, alineadas con las regulaciones del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE) y la CAN. La investigación emplea un enfoque metodológico mixto, combinando análisis cualitativos y cuantitativos a través de encuestas a operadores logísticos, observación directa y revisión documental. Los resultados evidencian la necesidad de una herramienta que integre estas funciones, destacando su potencial para reducir tiempos, costos y errores, al tiempo que mejora el cumplimiento normativo. Este proyecto no solo beneficia a las empresas de transporte, sino que también promueve la modernización del sector logístico en la región, fomentando la adopción de tecnologías y fortaleciendo la competitividad económica. Además, el prototipo de Optitrans, desarrollado con herramientas como *GitHub* y *Android Studio*, fue implementado con éxito en colaboración con la Asociación de Transporte Pesado del Carchi y la UPEC, demostrando su aplicabilidad práctica. Este TIC representa un paso hacia la innovación en la logística regional, abriendo oportunidades para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos en el transporte de mercancías.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El transporte de mercancías por carretera a nivel mundial envuelve procesos que deben ser realizados adecuadamente, entre ellos resaltan la selección de embalaje, cubicaje y preparar todo lo necesario para el control aduanero. En la actualidad, muchas empresas de importación y exportación se enfrentan a dificultades y demoras debido a la falta de herramientas tecnológicas que les permitan optimizar estos procesos provocando altos costos que pueden incluso aumentar por el declive de la economía. Como menciona Martínez (2010), durante el periodo 2008-2019 se reflejó la tasa más baja de crecimiento del comercio intracomunitario, atribuida en parte a la crisis económica internacional del año 2009 que afectó el intercambio comercial.

La falta de una aplicación móvil que brinde información específica sobre las regulaciones aduaneras para el transporte internacional en la región dificulta el comercio y la integración económica en la región. Aunque se han eliminado progresivamente las barreras arancelarias con la aplicación de normas subregionales, gran parte de la región se encuentra en una etapa de unión aduanera inestable, además debido a las visiones y objetivos diferentes de cada gobierno, lo que dificulta el desarrollo eficiente de políticas y medidas. Por otro lado, el proceso de cubicaje, fundamental para determinar el espacio necesario y óptimo de transporte, suele realizarse de manera manual o a través de software poco intuitivos y de versión paga (Jiménez, et al., (2015)). Esta situación implica demoras y posibles errores en la planificación y ejecución de los envíos. Es necesario destacar también el problema del trasbordo de carga en las fronteras, como señala Orbes (2013), donde aproximadamente el 70% de la carga transportada por carretera en la CAN requiere ser trasbordada antes o después de pasar la frontera, lo que agrega complejidad y costos adicionales al proceso logístico. De hecho, según Jiménez, et al (2015) sin la debida planeación, el cubicaje tomará mucho más tiempo realizarlo a la vez de dejar dudas de haber encontrado la mejor optimización posible, y más cuando el proceso es manual y empírico. Además, cabe destacar que el cubicaje

es un proceso bastante fundamental para la competitividad de las empresas e influye directamente con el precio de venta de los productos cuyo costo logístico es un factor clave.

A nivel local, las empresas de transporte de mercancías de Ecuador también se ven afectadas por la falta de una solución integral y automatizada para la selección de embalaje, cubicaje y consulta de información aduanera y comercial. Según Mora (2015), el desconocimiento de las sanciones inherentes al transporte internacional de carga por carretera es bajo, lo que indica que la mayoría de los actores están al tanto de las posibles infracciones que pueden cometerse en la operatividad del transporte, no obstante, es necesario una herramienta que provea la información correspondiente para el transporte de mercancía.

Además, la escasa disponibilidad de información actualizada sobre las políticas aduaneras y los acuerdos comerciales entre países dificulta aún más el comercio y la integración regional. Es evidente, como indica Orbes (2013), que existe una falta de compromiso efectivo y sincero de todos los actores del sistema de transporte internacional de carga por carretera para cumplir con las normativas, lo que resalta la necesidad de soluciones efectivas para mejorar la operatividad y la eficiencia en el transporte de mercancías en la región.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo se podría mejorar el acondicionamiento de carga y procesos aduaneros en el transporte de mercancía en la CAN?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El transporte internacional de mercancía por carretera no dispone de un enfoque estratégico que lo haya permitido abordar la problemática de manera integral. Más aún, en la discusión de las normas solo participan las autoridades de transporte, sin la colaboración de representantes de los cargadores, o en su defecto, de los ministerios de producción y comercio. (Martínez, 2010)

El transporte de mercancías es un sector clave en la economía global, y su eficiencia y efectividad son fundamentales para el comercio internacional. Sin embargo, existen desafíos significativos en el proceso de transporte de mercancías, como la selección rápida y óptima de embalaje, el cubicaje eficiente y la consulta de información aduanera y comercial. Estos desafíos pueden generar ineficiencias,

desperdicio de espacio y costos adicionales para las empresas y los consumidores. Por lo tanto, es necesario el desarrollo de soluciones innovadoras que permitan optimizar estos procesos y mejorar la eficiencia del transporte de mercancías. Por ello, fue necesario acudir al desarrollo de una aplicación móvil que permita optimizar el acondicionamiento de carga y procesos aduaneros aplicados al transporte de mercancías por carretera en el Ecuador, con el fin de promover adaptaciones hasta que su alcance sea la CAN.

La propuesta de desarrollo de la aplicación móvil tuvo el propósito de llenar un vacío de conocimiento en este ámbito. Actualmente, existe una falta de herramientas tecnológicas integrales y accesibles que combinen estas actividades en un solo lugar. La propuesta impulsó la búsqueda en una solución innovadora al ofrecer a los usuarios una aplicación móvil centralizada para realizar estas actividades de manera eficiente y precisa. Al combinar la automatización de procesos logísticos con información actualizada sobre políticas, la aplicación llena un vacío en términos de acceso y disponibilidad de conocimientos específicos para el transporte de mercancías por carretera en Ecuador. Por lo tanto, la investigación y la propuesta de aplicación móvil no solo tuvo un impacto en el transporte de mercancía sino también tiene implicaciones prácticas significativas dentro de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. En primer lugar, una aplicación móvil puede permitir a las empresas cumplir con las regulaciones aduaneras y evitar infracciones al proporcionar información clara y precisa y cumplir con los requisitos y trámites para el control aduanero, además, de esta manera, se promueve el cumplimiento normativo y facilita la labor de las autoridades aduaneras en el soporte y guías para documentación y procesos aduaneros. Esto contribuye a la confiabilidad y transparencia en el comercio regional llegando a agilizar los trámites aduaneros relacionados con la importación y exportación de mercancías, reduciendo los tiempos de despacho y los retrasos en las operaciones, mejorando la eficiencia y la competitividad.

Por otro lado, la propuesta afortunadamente consiguió un impacto significativo en varios actores involucrados en el transporte de mercancías por carretera. En primer lugar, las empresas de transporte y logística se beneficiaron al contar con una herramienta que les permita optimizar sus procesos de manera precisa y acceder a información aduanera y comercial relevante. Esto ayuda a mejorar la eficiencia, reducir costos, evitar infracciones y tomar decisiones más informadas, lo que a su vez

fortalece la competitividad en el mercado. Los importadores y exportadores también se benefician al contar con una herramienta que les facilite la selección del embalaje y contenedor adecuados para sus productos. La aplicación permitió optimizar el uso del espacio en los envíos, evitando el desperdicio de espacio y reduciendo los costos de transporte y almacenamiento. Además, al acceder a información aduanera y comercial específica, se logró cumplir con los requisitos aduaneros agilizando incluso el proceso de importación y exportación.

La propuesta también buscó fortalecer la adopción de tecnología en el sector logístico. Al proporcionar una solución innovadora que integra herramientas de selección de embalaje, cubicaje y consulta de información aduanera y comercial, se impulsa la modernización y la mejora de los procesos logísticos para las empresas de transporte en el Ecuador. Esto motiva a otras empresas incluyendo aduanas y demás actores del sector a adoptar soluciones tecnológicas similares y promover un cambio positivo en la forma en que se gestionan y optimizan las operaciones logísticas. Además, una aplicación móvil desarrollada con software especializado y profesional podría convertirse en una herramienta de capacitación y formación para los trabajadores del sector logístico, permitiéndoles adquirir habilidades y conocimientos en el uso de tecnología y en la gestión de procesos logísticos. Esto mejora la calidad de los servicios y la eficiencia del sector en general, lo que a su vez tiene un impacto positivo en la economía nacional.

De esta manera, la propuesta de desarrollo de una aplicación móvil presenta un gran potencial para llenar un vacío de conocimiento en el ámbito del transporte de mercancías. La aplicación móvil propuesta mejora la eficiencia y la competitividad de las empresas de transporte y logística, así como facilita el cumplimiento de las regulaciones aduaneras y la toma de decisiones informadas. Además, la aplicación genera nuevos conocimientos y datos valiosos para el sector logístico y las autoridades aduaneras, y promover la adopción de tecnología en el sector.

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Proponer una aplicación móvil dirigida al acondicionamiento de carga y proceso aduanero con visión al transporte de mercancías en la CAN, basada en un análisis hasta el 2024.

#### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las aplicaciones móviles actuales (hasta el año 2024) dirigidas al sector logístico en términos de acondicionamiento de carga y control aduanero en el transporte de mercancías por carretera.
- Examinar los requisitos y necesidades de los usuarios para la aplicación móvil.
- Diseñar la propuesta dirigida al caso de Ecuador en el contexto de transporte de carga pesada por carretera.

#### 1.4.3. Preguntas de Investigación

1. ¿Cuáles son las aplicaciones actuales y cómo es su funcionamiento?
2. ¿Cuáles son los requisitos y necesidades de los usuarios para el desarrollo de la app móvil?
3. ¿Cómo se debería desarrollar la aplicación móvil para el caso de Ecuador en el transporte de carga pesada por carretera?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de una aplicación móvil dirigida a los procesos logísticos dentro de la Comunidad Andina se fundamentó en varios avances tecnológicos que se han venido implementando en las empresas con el fin de mejorar los procesos logísticos pertinentes, es importante mencionar que cada uno de estos aporta al estudio, y servirán para realizar la comparación con otras aplicaciones a través de los resultados que se hayan obtenido.

En el artículo de Azab et al. (2021) se describe el desarrollo de una aplicación móvil inteligente para el transporte de carga de corta distancia. La aplicación se desarrolló para abordar dos problemas principales identificados en el sector del transporte de carga, como es la mala comunicación ya que existe un flujo de información ineficiente entre las múltiples partes interesadas, lo que lleva a malentendidos y errores. Por otro lado, la falta de coordinación en la gestión de recursos provoca que los proveedores de servicios a menudo carezcan de una coordinación efectiva en la gestión de recursos, lo que puede llevar a ineficiencias y retrasos. Dicha propuesta continuamente busca que la aplicación para smartphones aumente la satisfacción de los clientes y las empresas de camiones a través de actualizaciones.

El portal de *Bee Interactive* (2023) ofrece un recurso tecnológico para calcular el espacio óptimo que ocupan las mercancías dentro de vehículos o contenedores de transporte. Esta herramienta es valiosa para la funcionalidad de cubicaje en la aplicación móvil, ya que permite al usuario obtener un plan de carga en 3D y visualizar la ubicación de los artículos, así como estimar el porcentaje de aprovechamiento del espacio, el peso total de la carga y el costo del transporte. El simulador de cubicaje en línea ofrece al usuario la posibilidad de introducir las dimensiones, el peso y la cantidad de las mercancías que se desean transportar. A partir de estos datos, la herramienta calcula el espacio óptimo que ocuparían las mercancías dentro del vehículo o contenedor de transporte. Este cálculo tiene en cuenta no solo el tamaño de los artículos, sino también su forma y características especiales. La visualización en 3D del plan de carga es una característica destacada

del simulador de cubicaje, estos datos son valiosos para evaluar la eficiencia y rentabilidad de la operación logística. En la aplicación móvil propuesta, se puede integrar esta funcionalidad para permitir al usuario realizar cálculos rápidos y precisos sobre el espacio requerido y los costos asociados al transporte de las mercancías.

Finalmente, el artículo de Jaramillo (2018) presenta el desarrollo e implementación de una aplicación móvil para mejorar la movilidad y la seguridad vial en el transporte urbano. Si bien este artículo se enfoca en el transporte urbano, proporciona información relevante sobre la gestión logística y normas pertinentes, que puede ser adaptada a la aplicación móvil propuesta para el transporte de mercancías en la Comunidad Andina.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se presentan los componentes bibliográficos que respaldan el desarrollo de la aplicación móvil propuesta, abordando aspectos relacionados con la logística del transporte, la gestión de órdenes de pedidos, el embalaje y envase industrial, la optimización del proceso de embalaje y documentación necesario.

### **2.2.1. Transporte de mercancías**

Para Secretaría Andina (2021) el transporte de mercancías es “un factor clave para la competitividad y el desarrollo de los países de la Comunidad Andina, ya que facilita el comercio intrarregional y con terceros mercados, así como la integración productiva y la generación de empleo” (párr. 3).

La logística del transporte comprende un conjunto de actividades que permiten planificar, organizar, dirigir y controlar el flujo físico de las mercancías desde su origen hasta su destino final, optimizando los recursos disponibles y minimizando los costos asociados. La aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el transporte de mercancías ofrece múltiples ventajas, tales como la mejora de la eficiencia operativa, la reducción de los tiempos de espera y tránsito, la simplificación de los trámites aduaneros y comerciales, la trazabilidad y seguridad de las cargas, y la disminución del impacto ambiental. (Secretaría Andina, 2021)

### **2.2.2. Acondicionamiento de carga**

En el transporte de mercancías es necesario tomar en cuenta algunos procesos en relación al cuidado de la carga como lo menciona Bloch (2012) en su portal “El acondicionamiento de la mercadería para su movilidad internacional implica la

elección del envase y del embalaje adecuados. Aquí intervienen fabricantes de los materiales de envases y embalajes, diseñadores del envase y del embalaje, empacadores, estibadores." (párr. 4)

### 2.2.3. Envase, empaque y embalaje industrial

#### 2.2.3.1. Envase

Como expresa Pérez (2012) un envase es una cubierta que interactúa directamente con el producto que contiene. Su objetivo es proporcionar una presentación atractiva y facilitar su manejo, transporte, almacenamiento, manipulación y distribución. Además, las implicaciones simbólicas que se asocian al producto, ya sea mejorando o deteriorando su imagen, son aspectos que se abordan a través de la forma del envase y la representación gráfica que se le asigna.

#### 2.2.3.2. Empaque

Pérez (2012) menciona que el empaque es la forma en que se muestra el producto al consumidor, juega un papel crucial en la protección del producto durante el transporte y facilita su venta. Le proporciona una imagen positiva y lo diferencia de otros productos similares en el mercado.

#### 2.2.3.3. Embalaje

El embalaje según Pérez (2012) es un tipo de empaque que rodea, alberga, resguarda y mantiene los productos ya envasados. Su diseño facilita el transporte al proporcionar información externa sobre cómo manejarlo, los requisitos necesarios, los símbolos correspondientes y la identificación de lo que contiene. En esencia, el embalaje sirve como la defensa del producto durante su traslado o almacenamiento.

### 2.2.4. Gestión de inventario

La gestión de inventario es un componente esencial en la logística del transporte, ya que implica el control y la administración eficiente de los productos y materiales almacenados. Según González (2020), una gestión de inventario adecuada permite optimizar los niveles de stock, minimizar costos de almacenamiento y agilizar la preparación de pedidos. Además, la integración de sistemas de gestión de inventario con la aplicación móvil puede proporcionar información en tiempo real sobre el estado y disponibilidad de los productos, mejorando la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

La gestión de inventario eficiente contribuye a reducir los costos de almacenamiento al evitar el exceso o la escasez de stock. Al contar con una visión clara de las existencias disponibles, los usuarios pueden optimizar sus pedidos y evitar la acumulación innecesaria de productos en el almacén. Además, la integración de sistemas de gestión de inventario con la aplicación móvil puede proporcionar información en tiempo real sobre el estado y disponibilidad de los productos, lo que mejora la eficiencia operativa y agiliza la preparación de pedidos.

#### 2.2.5. Cubicaje

El cubicaje es una técnica utilizada en la logística del transporte para determinar el volumen de carga ocupado por un envío. Según Cánovas (2021), el cubicaje consiste en "medir las dimensiones de la carga y calcular su volumen en metros cúbicos, mismo proceso para su empaque o contenedor para poder determinar el número de unidades que puede ser dispuestas y organizadas". (pág. 23)

Para llevar a cabo el cubicaje, es necesario medir las dimensiones de la carga en tres ejes: longitud, anchura y altura. Estas medidas se toman utilizando instrumentos de medición precisos, como cintas métricas o láseres de distancia, y se registran con el objetivo de obtener valores exactos. Posteriormente, se realiza el cálculo del volumen utilizando la fórmula matemática correspondiente a la forma geométrica de la carga, ya sea un cubo, un prisma rectangular u otra forma más compleja.

Es importante destacar que el cubicaje no solo se aplica a la carga propiamente dicha, sino también al embalaje o contenedor en el cual se encuentra. Esto implica considerar el volumen total ocupado por la carga y su embalaje, ya que ambos elementos contribuyen al espacio requerido en el vehículo de transporte.

#### 2.2.6. Documentación de transporte de carga

La documentación de transporte de carga es un aspecto fundamental en la logística del transporte de mercancías. Según la Secretaría Andina (2021), la documentación de transporte de carga incluye la emisión de documentos como la factura comercial, la lista de empaque, el conocimiento de embarque, entre otros, que son necesarios para identificar, controlar y respaldar el traslado de la mercancía. Estos documentos son requeridos tanto para los trámites aduaneros como para la gestión interna de la empresa transportista.

De hecho, algunos documentos que pueden formar parte de la documentación de transporte de carga son el certificado de origen, el certificado de seguro, los permisos especiales, las licencias y autorizaciones específicas, entre otros. Estos documentos son requeridos en función de las regulaciones y requisitos específicos de cada país, producto o tipo de transporte.

#### 2.2.7. Optimización

Para Pérez (2019) la optimización:

Busca obtener una utilización óptima de los recursos, tanto de los disponibles para realizar sus operaciones normales, como de los que se reinvertirán en el mercado de capitales, portafolios de inversión y en la planificación de las operaciones de las empresas. Actualmente, existen diversas herramientas que permiten incrementar la probabilidad de obtener mayor eficiencia en los procesos productivos y administrativos de la empresa y organizaciones en general.

#### 2.2.8. Normas ISO

Para Carro y González (2020) las normas ISO son un grupo de normas y reglamentos que tienen el propósito de brindar orientación, coordinación, simplificación y unificación de los procesos necesarios para reducir costos y aumentar la efectividad. Actualmente, su uso se está extendiendo debido al creciente interés en adoptar estas normas, ya que, desde el punto de vista económico, permiten reducir costes, tiempo y trabajo.

#### 2.2.9. Procesos aduaneros

Llevar a cabo el transporte internacional de mercancías conlleva varios procesos y como se menciona en el portal Proceso aduanero general (2023):

Antes de importar mercancías, los organismos deben realizar un análisis exhaustivo de todas las directrices y requisitos aduaneros, como las posibles restricciones y la documentación necesaria. Cabe señalar que este proceso puede verse alterado ante emergencias de aparición rápida, aunque no siempre (párr. 1)

#### 2.2.9.1. Aplicaciones móviles dirigidas a la logística

Actualmente el mercado de las aplicaciones móviles y las aplicaciones en sí están dirigidas a únicamente la satisfacción del cliente, sin embargo, para aplicaciones que resuelven problemas logísticos se espera generar varios beneficios para el usuario, como puede ser la agilidad para hacer cálculos o para encontrar una información específica.

Los beneficios esperados de las aplicaciones móvil son: reducir el tiempo de espera de los clientes, mejorar la precisión y rapidez de los pedidos, disminuir los costos operativos, aumentar la satisfacción y fidelización de los clientes, y generar ventajas competitivas para los locales de venta de comida. (Criollo, 2016, pág. 6)

#### 2.2.10. Intercambio de datos

En palabras del portal de IBM (2024) el intercambio de datos es el proceso mediante el cual se transfiere información, generalmente en formato binario, de un punto a otro o entre varios puntos. Este proceso puede ser manual, como el uso de dispositivos USB o el envío de archivos adjuntos por correo electrónico, o puede ser electrónico, como a través de una unidad de red compartida o un servicio de almacenamiento en la nube.

#### 2.2.11. Simplex Maximización

El simplex maximización es un método matemático para resolver problemas de optimización lineal. Se puede utilizar para calcular el volumen de carga necesario para un envío, dado el tamaño y la forma de la carga y el embalaje. (Taha & González, 2004)

#### 2.2.12. Implementación XP (Programación Extrema)

La Programación Extrema (XP) es una metodología ágil de gestión de proyectos que se centra en la velocidad y la simplicidad con ciclos de desarrollo cortos. Esta metodología se basa en 5 valores, 5 reglas y 12 prácticas de programación. La programación extrema permite a los desarrolladores responder a las solicitudes de los clientes, adaptarse y realizar cambios en tiempo real. Es muy disciplinada, realiza revisiones de código frecuentes y pruebas unitarias para realizar cambios rápidamente (Asana, 2022).

### 2.2.13. Lenguaje Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos que se utiliza para crear aplicaciones móviles, entre otras cosas. Es una buena opción para el desarrollo de aplicaciones móviles en logística, ya que es un lenguaje robusto y ampliamente utilizado que permite crear aplicaciones escalables. (Oracle, 2023)

### 2.2.14. API

Es un conjunto de funciones y procedimientos que se pueden utilizar para interactuar con un sistema o servicio. Se pueden utilizar para integrar la aplicación móvil con otros sistemas, como sistemas de gestión de inventario o sistemas de gestión de transporte. (Oracle, 2023)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Enfoque**

Según Hernandez et al. (2006) el enfoque mixto implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema.

El enfoque metodológico utilizado para el desarrollo de esta investigación es el enfoque mixto, que combina elementos cualitativos y cuantitativos. Se realizó una recopilación y análisis de datos cualitativos para comprender en profundidad las necesidades y requisitos de los usuarios, así como los desafíos y oportunidades relacionados con la logística del transporte de mercancías en la Comunidad Andina. Además, se llevó a cabo una recopilación y análisis de datos cuantitativos para evaluar la eficacia y eficiencia de la aplicación móvil desarrollada en términos de optimización de los procesos de selección de embalaje, cubicaje y consulta de información aduanera y comercial.

##### **3.1.2. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación que se realizó fue una investigación aplicada. El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar una solución práctica a través de una propuesta que permita optimizar los procesos de selección de embalaje, cubicaje y consulta de información aduanera y comercial en el transporte de mercancías dentro de la Comunidad Andina. Se buscó aplicar los conocimientos teóricos existentes en el campo de la logística del transporte y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para desarrollar una propuesta de crear una aplicación móvil efectiva y útil para los usuarios.

En la investigación aplicada, se buscó generar conocimiento práctico y soluciones concretas para abordar problemas o necesidades específicas en un campo determinado. En este caso, el objetivo fue proponer una aplicación móvil que resuelva los desafíos y optimice los procesos de selección de embalaje, cubicaje y

facilite el transporte internacional de mercancía por carretera para el caso de Ecuador. Esta, además, implica un enfoque práctico y orientado a la solución de problemas reales. Se realizarán comparaciones con otros softwares para verificar su eficacia y eficiencia en la optimización de los procesos logísticos. También se recopilarán datos cualitativos para comprender las necesidades y requisitos de los usuarios, así como los desafíos y oportunidades en el contexto del transporte de mercancías en la Comunidad Andina.

### **3.2. IDEA A DEFENDER**

La propuesta de una aplicación móvil para optimizar el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero en el transporte de mercancías en la CAN es viable y comprende las necesidades del sector logístico.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

#### 3.3.1. Definición de las variables

**Tabla 1.** Definición de variables

Tema	Variables	Definición Conceptual	Definición Real	Definición Operacional
Aplicación móvil para optimizar el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero en el transporte de mercancías en la CAN	Variable independiente: Aplicación móvil	Herramienta digital diseñada para mejorar la eficiencia y precisión de los procesos logísticos y aduaneros en el transporte de mercancías.	Software desarrollado para dispositivos móviles que proporciona funcionalidades específicas para optimizar el acondicionamiento de carga y proceso aduanero en el transporte de mercancías dentro de la Comunidad Andina.	Aplicación móvil con capacidad para proporcionar información precisa y actualizada sobre las normas de embalaje, realizar cálculos de cubicaje y facilitar la realización de procesos aduaneros como trámites y documentación.
	Variable dependiente: Optimización en el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero	Mejora de la eficiencia y precisión en el acondicionamiento de carga y proceso aduanero en el transporte de mercancías.	Mejora de gestión en los diversos procesos que forman parte de las funciones en la propuesta diseñada.	La optimización se medirá comparando las funciones planteadas en la propuesta con las aplicaciones y herramientas ya existentes.

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 2.** Operacionalización de la variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicador	Técnica	Instrumento
Variable independiente: Aplicación móvil	Eficiencia	Compatibilidad		
	Eficacia	Base de datos		
		Optimización	Observación y encuesta	Ficha de observación
	Innovación	Algoritmos		Cuestionarios
Interfaz				
Variable dependiente: Acondicionamiento de carga y el proceso aduanero	Normativa	Costo		
		Información precisa y correctamente clasificada		
	Empaque, envase, embalaje, contenedor y etiquetas correctas	Observación y encuesta	Ficha de observación	
		Cubicaje adecuado	Cuestionarios	
Rendimiento	Procesos aduaneros eficientes			
		Coordinación rápida de funciones		

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

#### 3.4.1. Métodos

Método deductivo

Lafuente y Marín (2008) afirman que “el método deductivo se enmarca en la denominada lógica racional y consiste en: partiendo de unas premisas generales, llegar a inferir enunciados particulares” (p.8).

Métodos de recolección de datos:

Investigación documental. Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura y fuentes de información relacionadas con la logística del transporte, el proceso de selección de embalaje, cubicaje y consulta de información aduanera y comercial, así como las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aplicadas a la logística. Esta investigación documental permitirá fundamentar teóricamente la propuesta de desarrollo de la aplicación móvil.

Investigación aplicada. Se llevará a cabo una investigación aplicada, que se centrará en la propuesta de desarrollo de la aplicación móvil para optimizar los procesos de selección de embalaje, cubicaje y consulta de información aduanera en el transporte de mercancías dentro de la Comunidad Andina. Este método implicará la aplicación práctica de los conocimientos teóricos y el diseño e implementación de la solución propuesta.

Evaluación de la efectividad. Se utilizará un enfoque evaluativo para medir la efectividad de la aplicación móvil en la optimización de los procesos logísticos. Se recopilarán datos antes y después de la propuesta de la aplicación, y se compararán los indicadores relevantes para determinar el impacto y la eficacia de la solución desarrollada.

#### 3.4.2. Técnicas

Las técnicas que se utilizarán en la investigación son las siguientes:

Encuestas. Se realizarán encuestas a expertos en logística del transporte, especialistas en aduanas y profesionales del sector empresarial para recopilar información sobre las necesidades y requisitos específicos de los usuarios en términos de selección de embalaje, cubicaje y consulta de información aduanera y comercial. Estas

entrevistas proporcionarán una base sólida para el diseño y desarrollo de la aplicación móvil.

Observación directa. Se llevará a cabo la observación directa de los procesos logísticos existentes en empresas de transporte y logística dentro de la Comunidad Andina. Esta técnica permitirá identificar las deficiencias y los desafíos actuales en la selección de embalaje, cubrición y consulta de información aduanera y comercial, así como las oportunidades de mejora que puede ofrecer la aplicación móvil.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó técnicas de análisis estadístico para evaluar la eficacia y eficiencia de la propuesta de desarrollo de la aplicación móvil en términos de optimización de los procesos logísticos. Es necesario analizar los datos recopilados para evaluar las necesidades de la aplicación y con respecto a la competencia. De hecho, "el análisis estadístico de datos es una herramienta fundamental para entender al mundo, comprender los comportamientos e identificar patrones" (Medina, 2022, pág. 12)

Para el análisis de los datos obtenidos en las encuestas, se ha optado por utilizar un análisis descriptivo a través de frecuencias y porcentajes para resumir las respuestas a preguntas categóricas. Esta opción permite una comprensión clara y directa de la distribución de las respuestas, facilitando la identificación de los principales desafíos que enfrenta el sector logístico en relación con el acondicionamiento de carga y los procesos aduaneros. Al presentar los resultados en forma de frecuencias y porcentajes, se puede visualizar rápidamente la prevalencia de cada respuesta, lo cual es fundamental para establecer un punto de partida sólido para la propuesta de desarrollo de una aplicación móvil innovadora que aborde estas necesidades.

Por otro lado, la encuesta es un recurso importante para el presente proyecto para diagnosticar los procesos actuales relacionados al acondicionamiento de carga y procesos aduaneros. De esta manera, se puede conocer los desafíos que enfrenta el sector logístico y las necesidades para una solución innovadora mediante la propuesta de desarrollo de una aplicación móvil. Este método permite establecer un punto de partida para establecer la propuesta, a través de preguntas organizadas con respuestas concretas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Recopilación de información

La presente propuesta se enfatizó en estudiar y desarrollar una solución para optimizar el acondicionamiento de carga y procesos aduaneros en la CAN, sin embargo, para llevar a cabo un estudio más específico, solamente se concentró en el transporte internacional de mercancía por carretera en el Ecuador. Este proceso envolvió una serie de procesos que se ejecutan de manera eficiente y en conformidad con las regulaciones tanto nacionales como internacionales. Comúnmente, las empresas de transporte asumen la mayoría de estos procesos, lo que conlleva obligaciones para ellas en términos de formación continua y seguimiento. Sin embargo, si estos procesos no se gestionan correctamente, pueden resultar en costos adicionales y retrasos. Por esta razón, algunas empresas optan por utilizar intermediarios que se encargan de gestionar los diversos procesos involucrados en la operación, desde el acondicionamiento de la carga hasta el cumplimiento de los trámites aduaneros. Aunque esta práctica puede proporcionar cierta comodidad a las empresas exportadoras e importadoras, también puede tener un impacto negativo en los costos y la eficiencia general del proceso.

La intermediación en el transporte de carga internacional se traduce en un aumento significativo de los costos para las empresas, ya que deben pagar las tarifas de los intermediarios además de los gastos propios asociados al transporte y la logística. Esta dependencia de terceros también limita la transparencia y el control sobre los procesos, dificultando la toma de decisiones oportunas y la optimización de la cadena de suministro.

Para superar los desafíos asociados a la intermediación o fallas en las gestiones de cada proceso y mejorar su competitividad en el mercado global, las empresas proveedoras, de producción o empresas de transporte real deben asumir con responsabilidad la gestión de los procesos que incluyen el acondicionamiento de carga, cubicaje y gestión de los procesos aduaneros de manera autónoma. Esto

permite eliminar la necesidad de pagar tarifas a intermediarios, las empresas pueden optimizar sus gastos y mejorar su rentabilidad. De igual manera, al tener control sobre la información y los procesos, las empresas pueden tomar decisiones más informadas y mejorar la trazabilidad de la carga. La Tabla 3 muestra los procesos que pueden mejorarse en el transporte de la mercancía.

**Tabla 3.** Procesos para mejora en el transporte de mercancía.

Aspecto	Descripción	Problemas/Retos	Soluciones
<b>Acondicionamiento de carga</b>	Proceso crucial para garantizar la integridad de la mercancía durante el transporte. En la región andina, aún se realiza de forma manual, lo que aumenta riesgos de errores y accidentes.	Mal acondicionamiento puede causar pérdidas, accidentes laborales y daños a la mercancía. Según el estudio de Jiménez, et al (2015) el 25% de accidentes en transporte pesado están relacionados con una estiba deficiente.	Implementar tecnología y capacitación en normas internacionales. Contar con procedimientos establecidos para manipulación, almacenamiento y protección de la carga.
<b>Cubicaje</b>	Cálculo del volumen de la carga para optimizar espacio en contenedores o medios de transporte. Puede realizarse manualmente o con software especializado.	Mal aprovechamiento del espacio debido a mala organización, falta de conocimiento técnico y habilidades del personal. Variaciones en dimensiones de contenedores afectan la planificación.	Uso de software especializado para cubicaje. Capacitación del personal en técnicas de carga y consideración de dimensiones volumétricas. Implementación de tecnologías como sistemas en la nube.
<b>Procesos aduaneros</b>	Procedimientos rigurosos para cumplir con regulaciones aduaneras en importaciones y exportaciones. Incluyen identificación de régimen, documentación, pago de aranceles, inspección física y despacho.	Uso limitado de tecnología en procesos aduaneros, lo que genera errores, demoras, multas y pérdida de licencias.	Implementación de software para gestionar operaciones de documentación y guías de procesos. Esto mejora eficiencia, trazabilidad y competitividad de las empresas. (González, 2020)

#### 4.1.1.1. Evaluación aplicaciones actuales

El crecimiento de desarrollo de aplicaciones móviles para satisfacer las necesidades de los clientes ha beneficiado a varias empresas y el sector logístico no es una excepción. El uso de *software* móvil tiene varias ventajas como el almacenamiento de datos para identificar procesos de mejora, optimización de procesos y cálculos

complejos al alcance de la mano. En el caso de las empresas de transporte las aplicaciones están mayormente enfocadas en la información de ubicación (rastreo), no obstante, es necesario abarcar más funciones con el fin de lograr una mejor optimización en el transporte internacional de mercancías, la Tabla 4 resume a detalle la comparación de las apps actuales.

**Tabla 4.** Comparación de aplicaciones actuales

Requerimientos		Aplicaciones actuales			
Funciones	Características	SENAE Móvil (Aplicaciones de aduanas)	CBM Calculator	DFright	Propuesta
Acondicionamiento de carga	Envase, empaque, embalaje, etiquetado y contenedor sugerido	✗	✗	✓	✓
	Relación con normativas	✗	✗	✓	✓
	Presenta partida arancelaria	✓	✗	✓	✓
	Cuidado de mercancía	✗	✗	✓	✓
Cubicaje	Cálculo de cubicaje	✗	✓	✓	✓
	Relación con normativas	✗	✓	✓	✓
	Relación con fuerzas físicas	✗	✗	✗	✓
	Visualización 3d/RA	✗	✗	✗	✓
Procesos aduaneros	Pasos a realizar	✗	✗	✗	✓
	Documentación	✓	✗	✓	✓
	Trámites por proceso	✓	✗	✓	✓
	Seguimiento de trámites	✓	✗	✓	✓
Programación	Usabilidad	✓	✓	✓	✓
	Disponibilidad	✓	✓	✓	✓
	Reportes	✓	✗	✓	✓
	Seguridad	✓	✓	✓	✓
	Interfaz intuitiva	✓	✓	✗	✓

## **SENAE Móvil**

La aplicación SENAE Móvil, cuyo logo e identificación se muestra en la Figura 1, es una app desarrollada por el Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE), ofrece funcionalidades relacionadas con los procesos aduaneros que son relevantes para la optimización del transporte internacional de mercancías.



**Figura 1.** App móvil SENAE

Esta herramienta de consulta de estado de declaraciones aduaneras, permite a los usuarios monitorear el avance de sus declaraciones aduaneras y recibir notificaciones sobre su estatus, lo cual facilita el seguimiento y control de los envíos. También, brinda la posibilidad de realizar el pago de aranceles e impuestos de manera electrónica, simplificando el proceso y eliminando la necesidad de desplazarse a las oficinas del SENAE. Además, proporciona acceso a información sobre las regulaciones y procedimientos aduaneros vigentes, lo que permite a los usuarios estar informados y cumplir con los requisitos legales.

La aplicación se enfoca principalmente en los procesos aduaneros, sin abarcar otras etapas del transporte internacional de mercancías, como el acondicionamiento de carga, el cubicaje y la demás logística. Por otro lado, no se integra con otros sistemas logísticos o de gestión de transporte, lo que impide proporcionar una visión holística de la cadena de suministro. La aplicación SENAE Móvil ofrece funcionalidades valiosas para los procesos aduaneros, sin embargo, su alcance es limitado y la falta de integración con otros sistemas la convierten en una solución incompleta para la optimización del transporte internacional de mercancías.

## **CBM Calculator**

La aplicación *CBM Calculator*, diseñada para móviles como se observa en la Figura 2, fue desarrollada por Krovis Overseas y es una de las mejores herramientas para el cubicaje que existen en el mercado de aplicaciones actualmente, es útil para el cálculo del volumen de carga (CBM) en el contexto del transporte internacional de

mercancías, permitiendo calcular el volumen de carga en metros cúbicos (CBM) a partir de las dimensiones de la carga (largo, ancho y alto) en unidades métricas o imperiales.



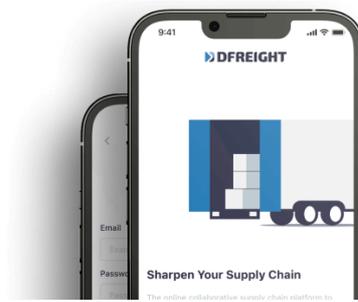
**Figura 2.** App *CBM Calculator*

Además, ofrece una estimación aproximada de los costos de flete marítimo o aéreo en función del volumen de carga calculado, proporcionando una referencia para la planificación del presupuesto.

En cuestión al cubicaje, es necesario mencionar que no permite al usuario indicar el tipo de carga y solo se puede operar con un producto. Adicional a ello, la aplicación no toma en cuenta las fuerzas físicas que ocurre en el transporte de mercancía esto debido a que no toma en cuenta tanto el tipo de carga como el tipo de contenedor. Cabe destacar que la aplicación se enfoca únicamente en el cálculo de CBM y la estimación de costos de flete, sin abarcar otras etapas del transporte internacional de mercancías. Del mismo modo, la estimación de los costos de flete es aproximada y puede variar en función de diversos factores, como la ruta, el tipo de carga y las condiciones del mercado.

### ***DFright***

Entre las aplicaciones y *software* que actúan como asistentes en gran parte de los procesos del transporte de mercancía se encuentra la App de *DFright* que se observa su diseño en la Figura 3, esta aplicación móvil sirve como una solución digital todo en uno para optimizar la cadena de suministro de las empresas.



**Figura 3.** App móvil *DFright*

Automatiza varias tareas de envío, como la generación de etiquetas de envío, el seguimiento de envíos y la gestión de inventario.

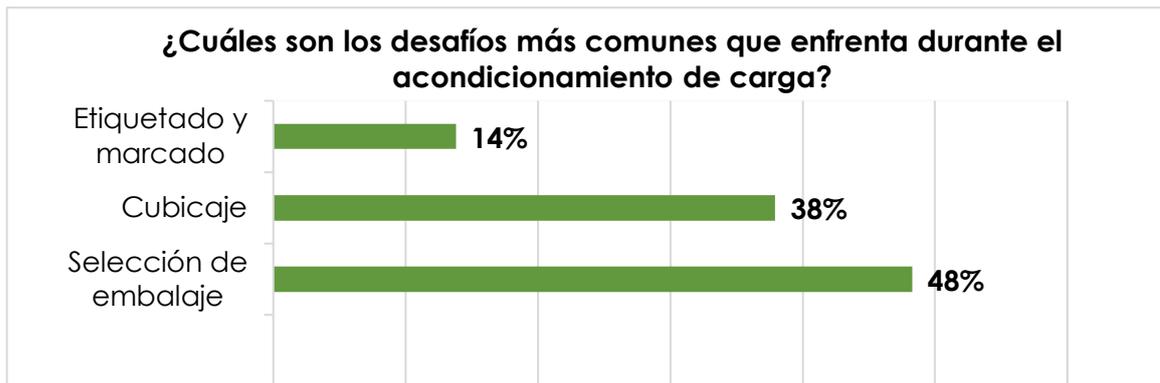
*DFreight* puede proporcionar información valiosa sobre el proceso de envío, ayudando a identificar áreas de mejora. Su sistema de consulta y cotización estructurada ofrece precios transparentes en tiempo real. Incluso permite conocer el tiempo exacto y el costo de envío para la carga. También, su sistema automatizado de seguimiento y rastreo permite seguir el envío desde el origen hasta el destino.

Cuenta con un centro de comunicación que proporciona actualizaciones y detalles en tiempo real sobre cada paso del envío, lo que permite mantener el control de la cadena de suministro y evitar la pérdida de información.

Como desventajas de esta aplicación se encuentra el costo de uso y la alta demanda provocando demoras, además, no presenta reportes de cubicaje para saber el cuidado y optimización que se tuvo con la carga. Por otro lado, su interfaz es poco intuitiva y aunque realice la mayor parte del trabajo de transporte no permite a la empresa tener una visión de mejora y gestión de costos.

#### 4.1.1.2. Análisis de encuesta

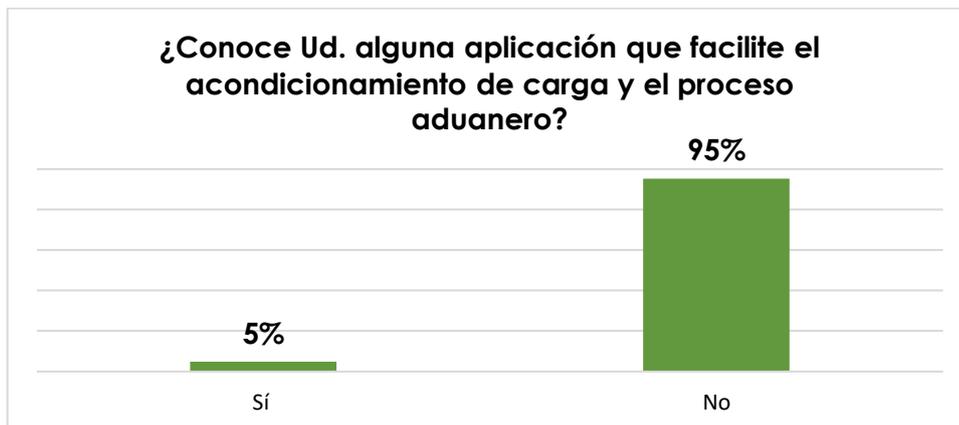
Para un mejor diagnóstico de las necesidades de los usuarios fue conveniente la aplicación de una encuesta dirigida a las empresas de transporte, agentes de aduana, importadoras y exportadoras (Ver anexo 3). Dicha encuesta recolectó información acerca de los desafíos actuales y las necesidades existentes en el sector logístico, así como también el conocimiento de las aplicaciones ya existentes empleadas para el acondicionamiento de carga, cubicaje y procesos aduaneros. Desde la Figura 4 a la Figura 16 se muestran los resultados de la encuesta realizada a operadores logísticos situados en la ciudad de Tulcán.



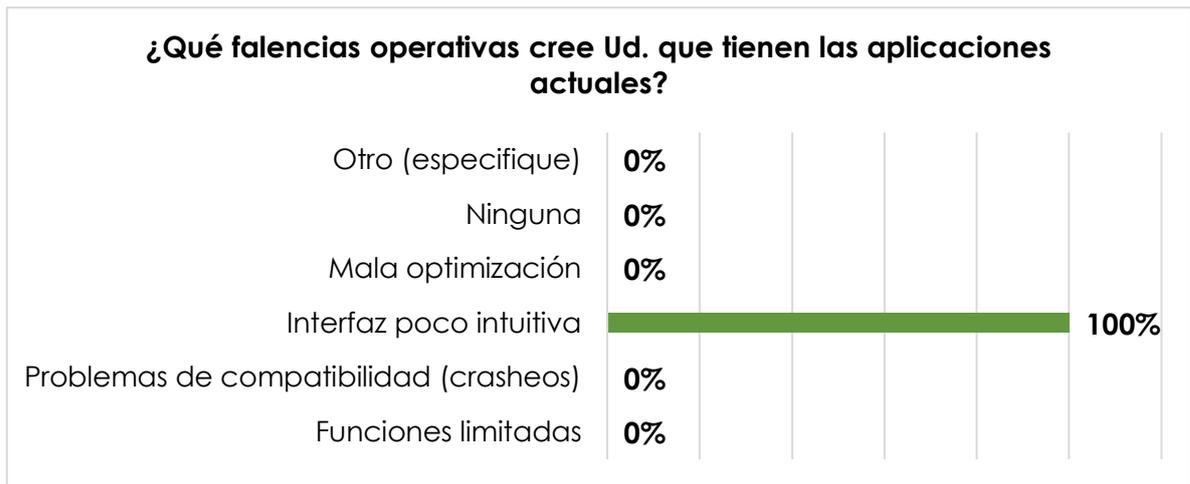
**Figura 4.** Resultado de los desafíos más comunes en el acondicionamiento de carga.



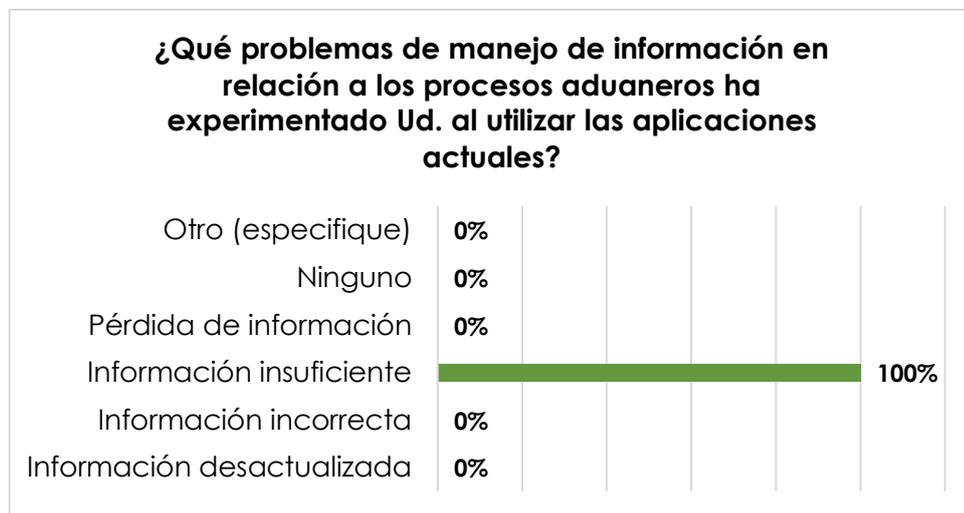
**Figura 5.** Resultado de los desafíos más comunes en los procesos aduaneros.



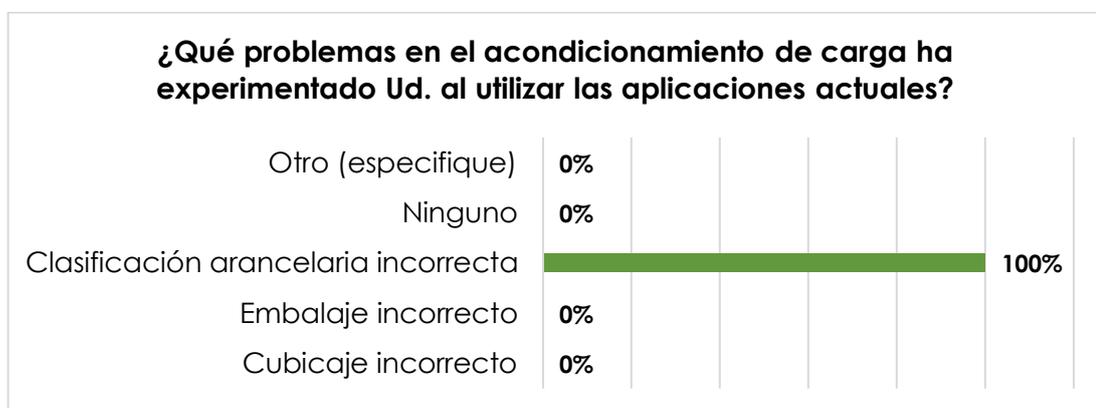
**Figura 6.** Resultado del conocimiento de aplicaciones para el acondicionamiento de carga y procesos aduaneros.



**Figura 7.** Resultado de las falencias operativas en las aplicaciones actuales.



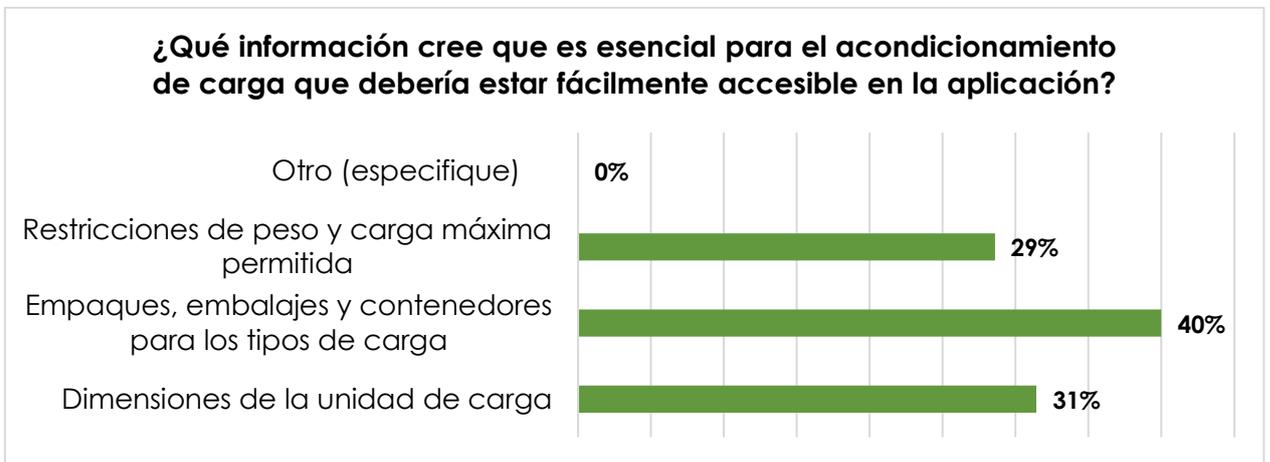
**Figura 8.** Resultado de los problemas en el manejo de información en los procesos aduaneros.



**Figura 9.** Resultado de los problemas en el acondicionamiento de la carga.



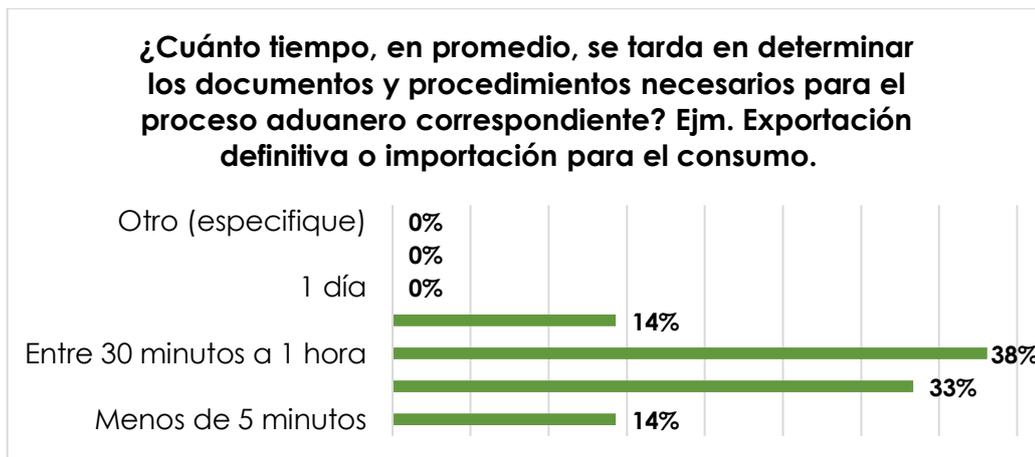
**Figura 10.** Resultado del tiempo promedio en completar el acondicionamiento de carga.



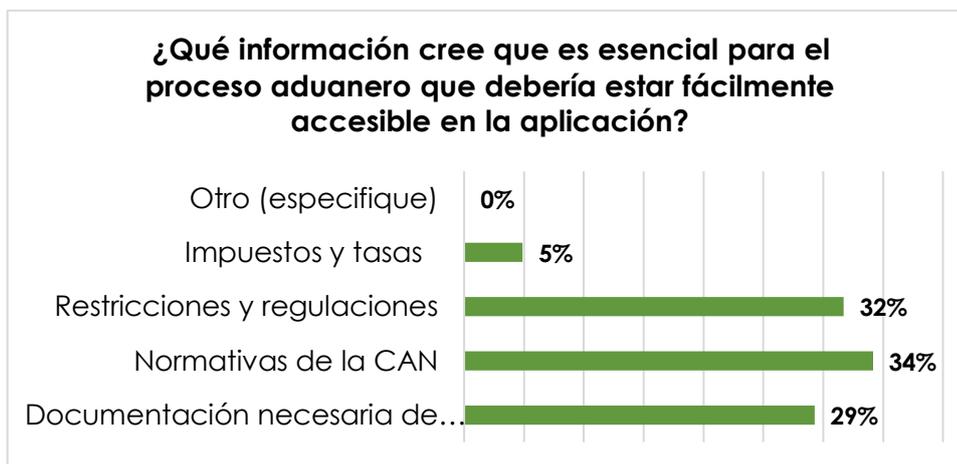
**Figura 11.** Resultado de la información esencial para el acondicionamiento de carga.



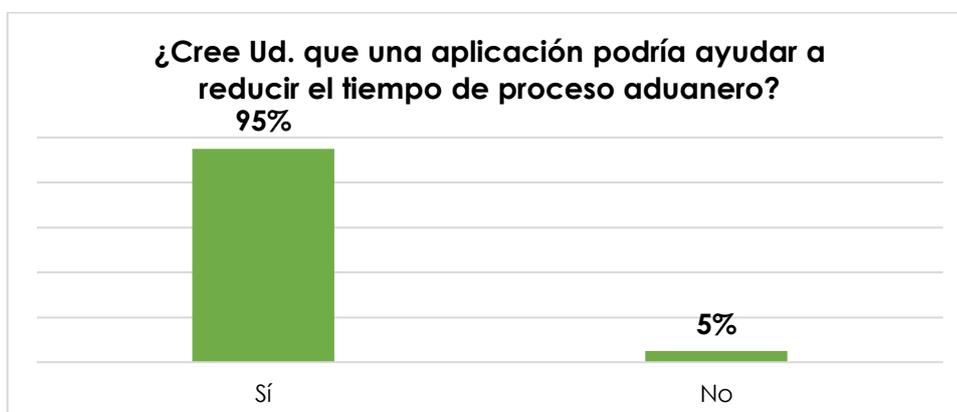
**Figura 12.** Resultados de la aceptación de la *app* móvil para el acondicionamiento de la carga.



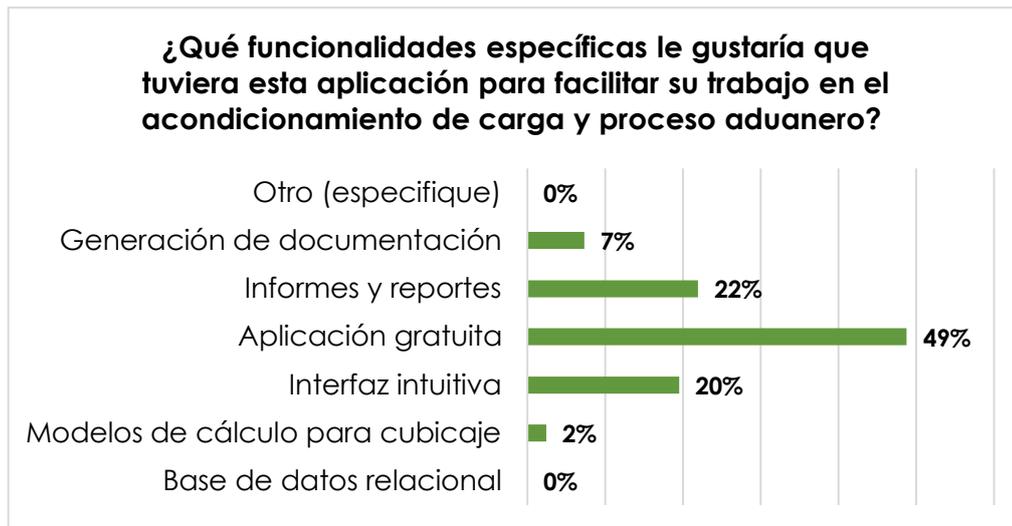
**Figura 13.** Resultado del tiempo promedio en los procesos aduaneros.



**Figura 14.** Resultado de la información esencial para el proceso aduanero.



**Figura 15.** Resultado de la aceptación de la app móvil para el proceso aduanero.



**Figura 16.** Resultado de las funcionalidades que debería tener la *app* móvil.

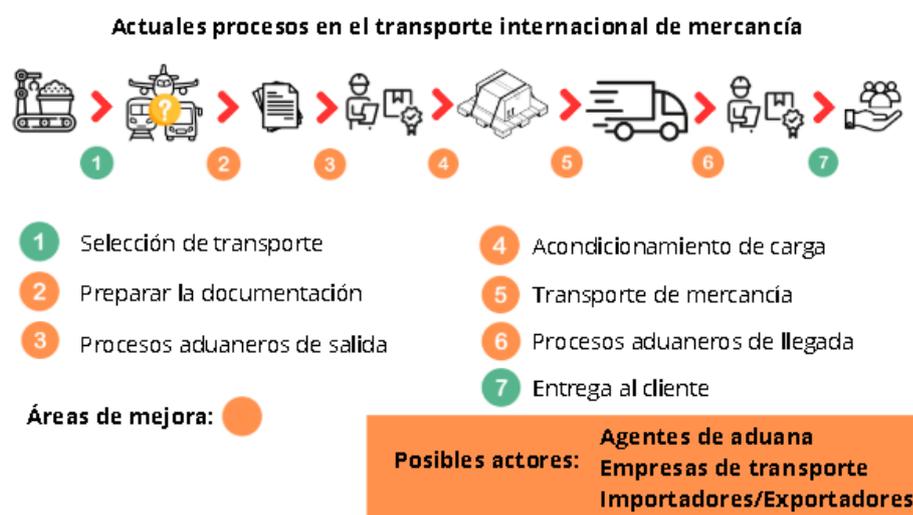
A través de la encuesta realizada se puede evidenciar que existen demoras y problemas actuales que enfrentan las empresas de transporte. Entre lo más importante se encuentra que cerca del 40 % de los encuestados desconocen las restricciones y regulaciones que existen durante los procesos aduaneros (Figura 5), esto puede ser la razón principal por la que las empresas presentan pérdidas de dinero y de clientes. Por otro lado, el acondicionamiento de carga, para el 67% de los encuestados tiene un tiempo aproximado de duración de entre 30 minutos a 1 hora (Figura 10), este dato da a entender que existen falencias en el conocimiento de la mercancía o en la realización de cubicaje. Por este motivo, la encuesta confirmó la necesidad de una aplicación integral de gestión de carga que aborde los desafíos específicos identificados en el acondicionamiento de carga y los procesos aduaneros. La aplicación debe ofrecer una interfaz intuitiva, información precisa y actualizada, y funcionalidades que faciliten y optimicen estos procesos. Para ello, fue necesario priorizar el desarrollo de funciones que respondan a las necesidades más urgentes de los usuarios, como el cubicaje preciso, la información aduanera actualizada y guías de documentación.

De esta manera, el desarrollo de la aplicación que satisface las necesidades expresadas en la encuesta, buscó contribuir significativamente a la optimización del transporte internacional de mercancías, reduciendo costos, mejorando la eficiencia y simplificando los procesos para los operadores logísticos.

#### 4.1.2. Desarrollo de la aplicación móvil

El transporte internacional de mercancías se caracteriza por una red compleja de procesos, regulaciones y actores, lo que dificulta la optimización de la eficiencia y la minimización de costos. Las prácticas actuales a menudo implican la entrada manual de datos, la comunicación fragmentada y el desconocimiento de información durante la cadena de suministro, lo que genera retrasos, errores y mayores gastos.

Para abordar estos desafíos y mejorar la eficiencia general del transporte internacional de mercancías, fue necesario identificar las áreas de mejora como se observa en la Figura 17. En donde se puede evidenciar que la propuesta tuvo un alcance muy extenso debido a las diversas áreas y actores que beneficia.



**Figura 17.** Procesos en el transporte de mercancía por carretera

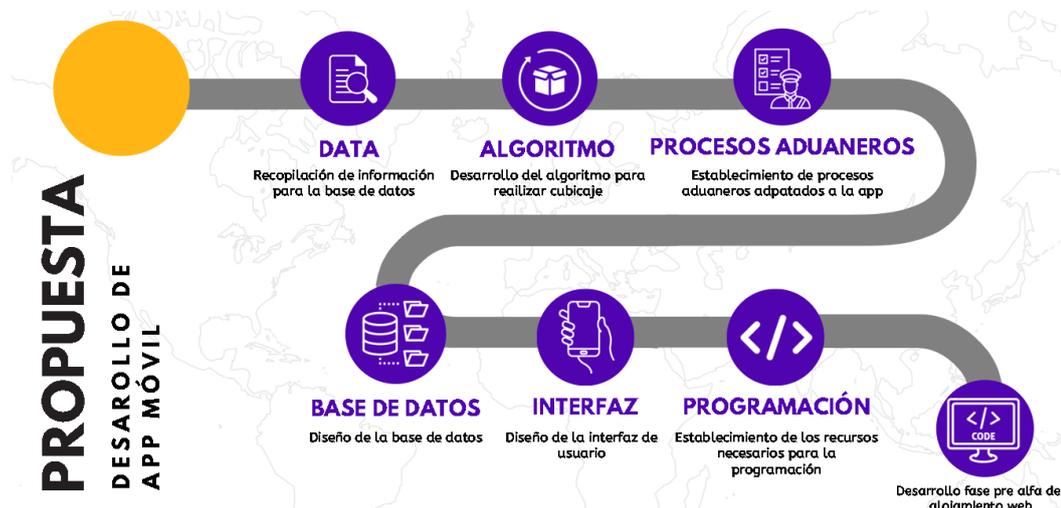
Al automatizar tareas y centralizar datos, la aplicación optimizó la eficiencia de las operaciones de transporte. Además, dicha aplicación pudo ayudar a las empresas de transporte con actualización de conocimiento en materia de normativas y documentación. De igual manera, los exportadores e importadores son beneficiados con el acondicionamiento de la carga, el despacho aduanero y la gestión de documentos.

El desarrollo de la aplicación móvil denominada Optitrans requirió una planificación meticulosa y un enfoque estructurado para asegurar su éxito. Por este motivo fue necesario detallar las diversas etapas del plan de desarrollo, proporcionando una guía clara y ordenada de los pasos a seguir, empezando con la recolección inicial de datos hasta la fase de programación desde el alojamiento web, cada etapa fue

diseñada para optimizar el proceso y garantizar que todos los aspectos críticos del proyecto sean abordados de manera eficiente.

Estas fases incluyeron la recopilación de datos esenciales, el desarrollo de algoritmos específicos, la implementación de procesos aduaneros adaptados, la creación de una base de datos robusta, diseño de interfaz y la programación de la aplicación móvil a partir de su alojamiento web. Este enfoque integral aseguró que todos los componentes clave del proyecto sean desarrollados y evaluados adecuadamente, proporcionando una base sólida para el lanzamiento exitoso de la aplicación móvil.

La propuesta promovió la innovación de procesos logísticos con ayuda de la tecnología, para ello fue importante detallar las bases fundamentales para el desarrollo de una aplicación (Figura 18), dicho desarrollo abarcó diversos puntos muy importantes que envuelve tanto la logística como la programación.



**Figura 18.** Etapas para el plan de desarrollo de la aplicación móvil

#### 4.1.2.1. Recopilación de información para la base de datos

##### 4.1.2.1.1. Tipo de mercancía

En el transporte internacional de mercancías es fundamental conocer el tipo de mercancía que se va a transportar, la Tabla 5 presenta los distintos aspectos importantes que envuelve conocer el tipo de producto a transportar.

**Tabla 5.** Importancia en conocer el tipo de mercancía

<b>Aspecto</b>	<b>Importancia</b>
<b>Selección de embalaje adecuado</b>	Cada tipo de mercancía tiene requisitos específicos de embalaje para garantizar su protección durante el transporte. Por ejemplo, productos frágiles pueden requerir embalajes especiales como espumas, burbujas o cajas reforzadas, mientras que productos líquidos necesitarán envases herméticos y resistentes a las fugas. Conociendo el tipo de mercancía, la aplicación puede recomendar el embalaje más adecuado para asegurar la integridad de los productos durante el transporte.
<b>Cubicaje óptimo</b>	El tamaño y la forma de la mercancía influyen en la capacidad de carga del vehículo y en la utilización eficiente del espacio disponible. Al conocer las dimensiones y características de la mercancía, la aplicación puede calcular el cubicaje óptimo, es decir, la disposición más eficiente de la carga dentro del vehículo para maximizar la capacidad de transporte y minimizar los espacios vacíos.
<b>Requisitos legales y regulaciones</b>	Algunos tipos de mercancías están sujetos a regulaciones específicas en cuanto a su transporte, almacenamiento y manejo. Por ejemplo, productos químicos peligrosos o materiales biológicos pueden requerir precauciones adicionales y cumplir con normativas específicas de seguridad y manipulación. La aplicación puede proporcionar información sobre los requisitos legales y regulaciones aplicables a la mercancía en cuestión para garantizar el cumplimiento normativo durante el transporte.

Para el desarrollo de la aplicación móvil esta información se aprovechó para ofrecer recomendaciones personalizadas y optimizar cada etapa del proceso logístico. Para la presente propuesta se diseñó una categorización por tipo de producto permitiendo al usuario seleccionar el tipo de producto que desean transportar de una lista predefinida. Esta lista incluye categorías amplias como productos alimenticios, productos electrónicos, productos químicos, materiales de construcción, entre otros. De esta manera, los usuarios pueden elegir la categoría que mejor se ajuste a su mercancía, sin embargo, para la aplicación móvil desarrollada solo se tomó en cuenta los aspectos más importantes como son, documentación, envase y cubicaje.

Una de las mejores maneras de conocer cada tipo de mercancía fue usar el Sistema Armonizado. Según el artículo de Pérez, (2012) "es un sistema internacional de clasificación de mercancías desarrollado por la Organización Mundial de Aduanas (OMA). Se trata de un amplio sistema de clasificación de alrededor de 5,000 categorías de productos de seis dígitos organizadas en una estructura jerárquica" (pág. 34).

Los países miembros de la Comunidad Andina (CAN) utilizan el Sistema Armonizado (SA) como parte de sus sistemas de clasificación de mercancías. La CAN, compuesta

por Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, ha adoptado el SA como un estándar para la clasificación de mercancías en sus actividades de comercio internacional. La adopción del SA refleja su compromiso con la estandarización y la armonización de los procedimientos comerciales, lo que facilita el intercambio de información y mercancías entre los países de la región. Al utilizar el SA, estos países pueden alinear sus sistemas de clasificación de mercancías con estándares internacionales reconocidos, lo que simplifica los trámites aduaneros y promueve la transparencia y eficiencia en el comercio intrarregional.

En el caso de Ecuador y los demás países este sistema permite conocer el tipo de producto para proceder con un adecuado acondicionamiento de la carga, seleccionando los pertinentes documentos, cuidados, embalajes y posteriormente su óptimo cubicaje que se adecue a las normas del país. La información necesaria para la app que se recolectó de este sistema se puede detallar en la Tabla 6 que sirve de ejemplo de cómo debe distribuirse la información de los productos.

**Tabla 6.** Información necesaria del producto a transportar

<b>Información</b>	<b>Detalle</b>
<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	Código que consta de 10 dígitos que se usa a nivel Nacional.
<b>Grupo</b>	Referencia a las secciones del Sistema Armonizado
<b>Subgrupo</b>	Referencia a los capítulos del Sistema Armonizado
<b>Tipo</b>	Referencia a los subcapítulos del Sistema Armonizado
<b>Producto</b>	Producto a transportar

Una vez elegidos los parámetros necesarios para la identificación de producto, los datos ya pueden ser ingresados. La Tabla 7 muestra cómo fue la clasificación de la mercancía tomando en cuenta cada aspecto importante para conocer el tipo de producto, asegurando así la capacidad de estudiar en profundidad todo lo necesario que se deberá tomar en cuenta para llevar a cabo su transporte internacional.

**Tabla 7.** Tipos de producto según subpartida

<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Tipo de producto</b>	<b>Producto</b>	<b>Subpartida arancelaria Nacional</b>
<b>Animales vivos y productos del reino animal</b>	Animales vivos	Caballos, asnos, mulos y burdéganos, vivos	Reproductores de raza pura (Caballos)	0101.21.00.00
			Para carrera (Caballos)	0101.29.10.00
			Los demás (Caballos)	0101.29.90.00
			Asnos	0101.30.00.00
			Los demás	0101.90.00.00
			Reproductores de raza pura (Bovinos domésticos)	0102.21.00.00
	Animales vivos de la especie bovina	Animales vivos de la especie bovina	Para lidia (Bovinos domésticos)	0102.29.10.00
			Los demás (Bovinos domésticos)	0102.29.90.00
			Reproductores de raza pura (Búfalos)	0102.31.00.00
			Los demás (Búfalos)	0102.39.00.00
			Los demás	0102.90.00.00

#### 4.1.2.1.2. Documentos internacionales

La documentación internacional desempeña un papel crucial durante el transporte internacional de mercancías, principalmente porque es un requerimiento legal y aduanero además de facilitar el despacho aduanero, seguridad, trazabilidad y protección de los derechos de los importadores y exportadores. En el caso de la Comunidad Andina y específicamente en Ecuador, se han establecido normas, decisiones y resoluciones en las que se establecen los documentos pertinentes para cada proceso y tipo de mercancía durante el transporte.

Para la aplicación propuesta se detalla en la Tabla 8 los documentos generales y especiales para cada tipo de mercancía que se deben presentar ante el servicio de aduanas.

**Tabla 8.** Documentos para cada tipo de producto según subpartida

<b>Subpartida arancelaria</b>	<b>Documento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importancia</b>	<b>Referencia</b>
	<b>Carta Porte</b>	Documento que prueba que el transportista autorizado ha tomado las mercancías bajo su responsabilidad y se ha obligado a transportarlas.	Alta	Reglamento del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.
	<b>Manifiesto de carga</b>	Documento que ampara las mercancías que se transportan.	Alta	SENAE, Resolución No. SENAE-DGN-2013-0196-RE.
	<b>Permiso Originario</b>	Documento que acredita que un transportista ha sido autorizado para el transporte.	Alta	SENAE, Resolución No. SENAE-DGN-2013-0196-RE.
<b>Todas</b>	<b>Certificado de Habilitación</b>	Documento que acredita la habilitación del medio de transporte.	Alta	Reglamento del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.
	<b>Libreta de Tripulante Terrestre</b>	Documento que permite al o los tripulantes transitar, permanecer o salir en el país.	Alta	SENAE, Resolución No. SENAE-DGN-2013-0196-RE.
	<b>Póliza de seguro</b>	Póliza que cubre los riesgos asociados al transporte internacional de mercancías.	Alta	SENAE, Resolución No. SENAE-DGN-2013-0196-RE.
	<b>Factura Comercial</b>	Documento que acredita la venta de las mercancías, detallando precio, cantidad y descripción.	Alta	Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI).
<b>01</b>	<b>Certificado Zoosanitario</b>	Certifica que los productos de origen animal cumplen con las normas sanitarias.	Alta	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Acuerdo Ministerial No. 186.

Subpartida arancelaria	Documento	Descripción	Importancia	Referencia
	<b>Permiso de Importación/exportación del Ministerio de Agricultura y Ganadería</b>	Autorización para importar/exportar productos agrícolas y alimenticios.	Alta	MAG, Acuerdo Ministerial No. 186.
	<b>Certificado Zoosanitario</b>	Certifica que los productos de origen animal cumplen con las normas sanitarias.	Alta	MAG, Acuerdo Ministerial No. 186.
02	<b>Permiso de Importación/exportación del Ministerio de Agricultura</b>	Autorización para importar/exportar productos de origen animal	Alta	MAG, Acuerdo Ministerial No. 186.
07	<b>Certificado Fitosanitario</b>	Certifica que los productos hortícolas cumplen con las normas sanitarias.	Alta	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), Resolución No. 299.

La elaboración de tablas de documentos aduaneros y de transporte internacional se fundamentó en una amplia gama de organismos y fuentes oficiales que garantizan la precisión y la relevancia de la información presentada. Cada uno de dichos organismos es responsable de establecer y regular los requisitos y permisos necesarios para el transporte y la importación/exportación de diferentes tipos de mercancías, asegurando que se cumplan las normas sanitarias, de seguridad y de calidad. La inclusión de documentos como la carta porte, el certificado zoosanitario y el certificado fitosanitario refleja la importancia de contar con pruebas documentales que acrediten la legalidad y la seguridad del transporte de mercancías, protegiendo así la integridad del comercio internacional y la salud pública.

Asimismo, las referencias específicas a resoluciones y acuerdos ministeriales, como la Resolución No. SENAE-DGN-2013-0196-RE, el Acuerdo Ministerial No. 186, y la Resolución No. 299, entre otros, proporcionan un marco legal claro y detallado para cada documento requerido. Estos documentos no solo son esenciales para cumplir con las normativas vigentes, sino que también facilitan el proceso de fiscalización y control por parte de las autoridades competentes. La alta importancia atribuida a

cada uno de estos documentos refleja su papel crítico en la prevención de fraudes, la protección del medio ambiente y la garantía de calidad de los productos que ingresan y salen del país.

En cuanto a los responsables de controlar la documentación mencionada anteriormente, la Tabla 9 muestra las autoridades y entidades gubernamentales especializadas en diferentes aspectos del transporte, comercio y regulación de mercancías.

**Tabla 9.** Organismos de control y reglamentos para el transporte de mercancía por carretera en Ecuador

Organismo	Función
<b>Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE)</b>	Controla documentos como la Carta Porte, Manifiesto de Carga, Permiso Originario, Certificado de Habilitación, Libreta de Tripulante Terrestre, y la Póliza de Seguro. Estas funciones se realizan bajo la normativa establecida en resoluciones específicas como la Resolución No. SENAE-DGN-2013-0196-RE.
<b>Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)</b>	Es responsable de emitir y controlar certificados zoosanitarios y permisos de importación y exportación de productos agrícolas y alimenticios, conforme al Acuerdo Ministerial No. 186.
<b>Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD)</b>	Supervisa y emite certificados fitosanitarios para diversos productos agrícolas, asegurando que cumplen con las normas sanitarias, según la Resolución No. 299.
<b>Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA)</b>	Encargada de la emisión de registros sanitarios y autorizaciones de importación de medicamentos, bajo la Resolución No. ARCSA-DE-2020-0001-RE.
<b>Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP)</b>	Gestiona permisos de exportación de productos textiles y otros productos, conforme al Acuerdo Ministerial No. 020.
<b>Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables</b>	Controla los permisos de exportación de productos petroleros y la emisión de certificados de calidad de estos productos, según el Acuerdo Ministerial No. MERNNR-2021-0030-AM.
<b>Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos (ARCH)</b>	Supervisa la calidad de productos petroleros, asegurando que cumplen con los estándares necesarios.
<b>Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN)</b>	Controla los certificados de calidad para productos metálicos y sus manufacturas, según la Resolución No. INEN-2020-0014.

Organismo	Función
<b>Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI)</b>	Este código regula varios aspectos relacionados con la producción, comercio e inversiones en Ecuador, incluyendo el transporte y manejo de mercancías. Provee lineamientos generales y específicos para asegurar la integridad de los productos durante su transporte.
<b>Normas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)</b>	Para productos agrícolas y animales vivos, el MAG proporciona normativas específicas sobre el manejo y transporte de estos productos para asegurar su bienestar y calidad. Esto incluye regulaciones sobre transporte de animales vivos, productos cárnicos y productos agrícolas perecibles.
<b>Normas del Ministerio de Salud Pública (MSP)</b>	En cuanto a productos que requieren condiciones sanitarias específicas, como productos lácteos y cárnicos, el MSP emite regulaciones para asegurar que los productos se mantengan en condiciones adecuadas de refrigeración o congelación durante el transporte.
<b>Regulaciones Internacionales del Transporte de Mercancías</b>	Además de las normativas locales, el transporte internacional de mercancías por carretera en Ecuador debe cumplir con acuerdos y regulaciones internacionales, como las establecidas por la Organización Mundial del Comercio (OMC) y la Convención Internacional de Transporte de Mercancías por Carretera (CMR).
<b>Buenas Prácticas de Transporte (BPT)</b>	Las BPT son lineamientos generales que aseguran el transporte seguro y eficiente de mercancías. Incluyen prácticas de manejo de carga, almacenamiento, refrigeración, y otros aspectos esenciales para mantener la calidad y seguridad de los productos durante el transporte.

Estos organismos y reglamentos trabajan en conjunto para asegurar que todas las mercancías y operaciones comerciales cumplan con las normativas vigentes, protegiendo así la economía, la salud pública y el medio ambiente, transportando de manera correcta la mercancía.

#### 4.1.2.1.3. Cuidado de la mercancía

El cuidado de la mercancía durante el transporte terrestre es fundamental para asegurar que los productos lleguen a su destino en óptimas condiciones, preservando su integridad y valor. La manipulación adecuada, el almacenamiento y el transporte controlado son cruciales para evitar daños físicos, contaminación, o deterioro de las mercancías, lo que podría resultar en pérdidas económicas significativas para el exportador o importador. Además, los productos dañados pueden generar insatisfacción en los clientes, afectar la reputación de la empresa y causar problemas legales debido al incumplimiento de contratos y normas de calidad.

Además, considerar el cuidado de la mercancía es vital para cumplir con las regulaciones y estándares internacionales que rigen el transporte de bienes. Muchos productos, especialmente aquellos que son perecederos, peligrosos o de alto valor, requieren condiciones específicas de temperatura, humedad y protección física. El incumplimiento de estas condiciones puede resultar en sanciones por parte de las autoridades regulatorias, pérdida de licencias de operación, y la necesidad de costosos reemplazos o reparaciones. Por ello, las empresas deben invertir en embalajes adecuados, y personal capacitado para manejar y supervisar el estado de las mercancías durante todo el proceso logístico.

Un manejo cuidadoso de la mercancía contribuye a la sostenibilidad y responsabilidad social empresarial. La reducción de pérdidas y daños de productos no solo tiene un impacto positivo en los resultados financieros, sino que también disminuye el desperdicio y el impacto ambiental asociado con la producción, el transporte y la disposición de bienes dañados.

Para cumplir con las disposiciones de los organismos de control en Ecuador para el cuidado de la mercancía en el transporte terrestre, la Tabla 10 menciona los organismos de control y reglamentarias a cumplir para el transporte de mercancía.

**Tabla 10.** Cuidado de mercancía según subpartida

Subpartida	Cuidado del producto	Descripción	Referencia
0101			
0102			
0103	Cuidado específico	Transporte en condiciones adecuadas para garantizar el bienestar animal, evitando estrés y lesiones.	MAG, Acuerdo Ministerial No. 186.
0104			
0105			
0201			
0202			
0203	Cuidado específico	Almacenamiento y transporte en condiciones de refrigeración o congelación para preservar calidad.	MAG, Acuerdo Ministerial No. 186.
0204			
0205			
0206			
0207	Cuidado específico	Transporte en condiciones adecuadas de refrigeración o congelación para preservar la calidad.	MAG, Acuerdo Ministerial No. 186.

Subpartida	Cuidado del producto	Descripción	Referencia
0301	Cuidado específico	Transporte en condiciones que aseguren la vida y salud de los peces, incluyendo oxigenación adecuada.	AGROCALIDAD, Resolución No. 299.
0302	Cuidado específico	Almacenamiento y transporte en condiciones de refrigeración o congelación para mantener calidad.	AGROCALIDAD, Resolución No. 299.
0303			
0304			

#### 4.1.2.1.4. Selección de envase, empaque y embalaje

La selección correcta de envase, empaque y embalaje es crucial en el transporte internacional de mercancía por carretera en Ecuador porque es fundamental para proteger los productos, cumplir con normativas, mejorar la eficiencia logística y asegurar la calidad y satisfacción del cliente. Una buena estrategia de envase, empaque y embalaje puede marcar la diferencia entre una operación de transporte exitosa y un costoso fracaso.

El envase es el primer nivel de protección que entra en contacto directo con el producto. Seleccionar un envase adecuado garantiza que el producto no sufra daños físicos, químicos o biológicos durante el transporte. Continúa el recubrimiento y protección el empaque, el cual agrega una capa adicional de protección y facilita el manejo del producto. Es vital que el empaque sea resistente y capaz de absorber impactos y vibraciones durante el transporte por carretera. Un empaque adecuado puede prevenir que productos frágiles, como vidrio o cerámica, se rompan o se dañen. Por último, el embalaje, agrupa varios paquetes individuales en una unidad de carga manejable y segura. Una selección adecuada del embalaje asegura que los productos se mantengan estables y protegidos contra movimientos bruscos, aplastamiento y condiciones ambientales adversas durante largos trayectos. El uso de *pallets*, cajas de madera o contenedores robustos puede minimizar el riesgo de daño.

Cumplir con las normativas nacionales e internacionales sobre envase, empaque y embalaje es esencial para evitar sanciones, demoras y rechazos en aduanas. Además, una selección correcta de envase, empaque y embalaje facilita la manipulación, el almacenamiento y el transporte de las mercancías, mejorando la eficiencia logística. Un empaque optimizado puede maximizar el espacio de carga, reducir costos de transporte y minimizar el tiempo de carga y descarga. Además, el

uso de códigos de barras y etiquetas claras puede agilizar los procesos de identificación y seguimiento de los productos.

Por otro lado, mantener la calidad del producto desde el punto de origen hasta el destino final es fundamental. Un envase adecuado protege el producto contra condiciones adversas como temperatura, humedad y contaminación, asegurando que el producto llegue en perfectas condiciones. Esto es especialmente crítico para productos perecederos como alimentos y medicamentos. Un empaque y embalaje bien diseñado no solo protege el producto, sino que también puede influir en la percepción del cliente sobre la calidad del producto y de la empresa. Un embalaje profesional y bien presentado puede aumentar la satisfacción del cliente y fortalecer la reputación de la empresa, lo que es vital para el éxito en mercados internacionales.

Es fundamental conocer y cumplir con las regulaciones del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE), así como las normativas internacionales que regulan el transporte de mercancías. Estas normativas pueden especificar requisitos de envase, empaque y embalaje para diferentes productos. También, dependiendo del tipo de producto, pueden existir regulaciones sanitarias y de seguridad específicas, como las impuestas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Salud Pública (MSP), que dictan el tipo de envase y las condiciones de transporte.

Las características físicas y químicas del producto (por ejemplo, si es perecedero, frágil, tóxico, etc.) determinarán el tipo de envase, empaque y embalaje necesario. Los productos perecederos requerirán envases que mantengan la temperatura adecuada, mientras que los productos frágiles necesitarán protección contra impactos. Otro aspecto es el tamaño y peso del producto que influirán en las dimensiones del envase, empaque y embalaje. Es esencial que las dimensiones sean adecuadas para contener el producto de manera segura y eficiente.

Las características del transporte, como el tipo de vehículo influirán en la selección del envase, empaque y embalaje. Por ejemplo, productos transportados por carretera pueden necesitar embalajes resistentes a vibraciones y movimientos bruscos. Muchos productos tienen especificaciones técnicas de los fabricantes sobre cómo deben ser embalados. Esto incluye las dimensiones exactas de envases y empaques recomendados para el transporte seguro. Utilizar estándares industriales internacionales, como los establecidos por la *International Organization for Standardization (ISO)*, puede ayudar a garantizar que los envases, empaques y

embalajes cumplan con los requisitos de calidad y seguridad. Finalmente, se pueden hacer uso de Guías de Buenas Prácticas de Transporte, que son publicaciones que detallan las mejores prácticas para el manejo y transporte de mercancías.

En el caso de productos personalizados o especiales es necesario usar una documentación técnica de los fabricantes que contenga instrucciones y especificaciones proporcionadas por los fabricantes sobre el envase, empaque y embalaje adecuados. Para la propuesta se ha establecido diseñar tablas con envases, empaques y embalajes preestablecidos para cada tipo de producto acorde a las bases anteriormente mencionadas, esta información se muestra en la Tabla 11. Adicional a ello, en el caso de que la empresa establezca su propio embalaje, la aplicación deberá añadir las medidas pertinentes y continuar con los procesos.

**Tabla 11.** Envase del producto según la subpartida

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Envase</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Cap. Máx. (Kg)</b>	<b>Referencia</b>
0101210000	No necesario	-	-	-	-	
0101299000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas
0105110010	No necesario	-	-	-	-	
0201100000	Funda plástica	40	60	50	20	
0202200000	Funda plástica	30	50	40	15	Guías técnicas, MAG
0206300000	Funda plástica	35	55	45	18	
0301100000	No necesario	-	-	-	-	
0302300000	Bolsa de poliestireno	30	40	25	12	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0306130000	Bolsa de polietileno	25	35	20	10	
0401100000	No necesario	10	10	30	1	Guías técnicas
0402210000	Bolsa plástica	15	20	25	5	Guías técnicas, ARCSA
0409000000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas
0504000000	Bolsa plástica	25	35	40	5	Guías técnicas, MAG
0511990000	Bolsa plástica	25	35	30	7	
0510000000	No necesario	-	-	-	-	
0601100000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Envase</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Cap. Máx. (Kg)</b>	<b>Referencia</b>
0602900000	Bolsa de polietileno	20	25	30	3	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0603100000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas
0701100000	Bolsa de polietileno	30	50	60	25	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0703200000	Bolsa de polietileno	25	35	40	12	
0706100000	Bolsa de polietileno	30	50	45	15	

De igual manera, con respecto al empaque, la Tabla 12 brinda información del empaque preestablecido y sus medidas pertinentes que son más acordes al producto que se desea transportar.

**Tabla 12.** Empaque de cada producto según la subpartida

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Empaque</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Cap. Máx. (Kg)</b>	<b>Referencia</b>
0101210000	No necesario	-	-	-	-	
0101299000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas
0105110010	No necesario	-	-	-	-	
0201100000	Caja de cartón	45	65	55	20	
0202200000	Caja de cartón	35	55	45	15	Guías técnicas, MAG
0206300000	Caja de cartón	40	60	50	18	
0301100000	No necesario	-	-	-	-	
0302300000	Caja de cartón	35	45	30	12	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0306130000	Caja de cartón	30	40	25	10	
0401100000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas
0402210000	Caja de cartón	20	30	35	5	Guías técnicas, ARCSA
0409000000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas
0504000000	Caja de cartón	25	35	30	5	Guías técnicas, MAG
0511990000	Caja de cartón	30	40	35	7	
0510000000	No necesario	-	-	-	-	
0601100000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Empaque</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Cap. Máx. (Kg)</b>	<b>Referencia</b>
0602900000	Caja de cartón	25	30	35	3	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0603100000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas

El embalaje adecuado con sus medidas pertinentes para los productos según su subpartida se detalla en la Tabla 13. Esto proveerá a la base de datos de la *app*, información veraz y contundente para los usuarios.

**Tabla 13.** Embalaje de cada producto según subpartida

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Embalaje</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Cap. Máx. (Kg)</b>	<b>Referencia</b>
0101210000	No necesario	-	-	-	-	
0101299000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas
0105110010	No necesario	-	-	-	-	
0201100000	Caja de cartón	40	60	50	20	
0202200000	Bolsa plástica	30	50	40	15	Guías técnicas, MAG
0206300000	Caja de poliestireno	35	55	45	18	
0301100000	No necesario	-	-	-	-	
0302300000	Caja de poliestireno	30	40	25	12	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0306130000	Bolsa plástica	25	35	20	10	
0401100000	Botella de plástico	10	10	30	1	Guías técnicas
0402210000	Bolsa plástica	15	20	25	5	Guías técnicas, ARCSA
0409000000	Tarro de vidrio	10	10	15	1.5	Guías técnicas
0504000000	Bolsa plástica	25	35	40	8	Guías técnicas, MAG
0511990000	Caja de cartón	30	45	40	15	
0510000000	No necesario	-	-	-	-	
0601100000	Maceta de plástico	15	15	20	3	Guías técnicas
0602900000	Caja de cartón	40	60	50	10	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0603100000	No necesario	-	-	-	-	Guías técnicas

Por otro lado, el embalaje juega un rol importante en el manejo y cuidado de la carga, por ende, es necesario tomarlo en cuenta como se detalla en la Tabla 14, indicando el tipo de embalaje y si es necesario para cada producto.

**Tabla 14.** Embalaje adicional de cada producto según subpartida

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Embalaje Adicional</b>	<b>Descripción</b>	<b>Referencia</b>
0101210000	No	-	
0101299000	No	-	Guías técnicas
0105110010	No	-	
0201100000	Sí	Films, Flejes	
0202200000	Sí	Films, Flejes	Guías técnicas, MAG
0206300000	Sí	Films, Flejes	
0301100000	No necesario	-	
0302300000	Sí	Films, Flejes	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0306130000	Sí	Films, Flejes	
0401100000	No	-	Guías técnicas
0402210000	Sí	Films, Flejes	Guías técnicas, ARCSA
0409000000	No	-	Guías técnicas
0504000000	Sí	Films, Flejes	Guías técnicas, MAG
0511990000	Sí	Films, Flejes	
0510000000	No	-	Guías técnicas
0601100000	No	-	
0602900000	Sí	Films, Flejes	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0603100000	No	-	Guías técnicas
0701100000	Sí	Films, Flejes	
0703200000	Sí	Films, Flejes	
0706100000	Sí	Films, Flejes	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0801110000	Sí	Films, Flejes	
0802120000	Sí	Films, Flejes	
0804200000	Sí	Films, Flejes	

Por otra parte, la Tabla 15 abarca los requisitos de etiquetación para cada producto, como ejemplo de la información esencial que dispondrá la base de datos de la app.

**Tabla 15.** Etiquetado para cada producto según subpartida

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Requisitos de etiquetación</b>	<b>Referencia</b>
0101210000		
0101299000	Identificación del animal, país de origen, información sanitaria	Guías técnicas
0105110010		
0201100000		
0202200000	Nombre del producto, país de origen, fecha de caducidad, condiciones de almacenamiento	Guías técnicas, MAG
0206300000		
0301100000	Especie, país de origen, fecha de captura, método de captura	
		Guías técnicas, AGROCALIDAD
0306130000	Especie, país de origen, fecha de captura, método de captura, condiciones de almacenamiento	
0401100000		
0402210000	Nombre del producto, país de origen, fecha de caducidad, condiciones de almacenamiento	Guías técnicas, ARCSA
0409000000		
0504000000		
0511990000	Nombre del producto, país de origen, condiciones de almacenamiento	Guías técnicas, MAG
0510000000		
0601100000		
0602900000	Especie, país de origen, instrucciones de cuidado	Guías técnicas, AGROCALIDAD
0603100000		
0701100000		
0703200000	Nombre del producto, país de origen, fecha de cosecha, condiciones de almacenamiento	
0706100000		Guías técnicas, AGROCALIDAD
0801110000		
0802120000	Nombre del producto, país de origen, fecha de cosecha, condiciones de almacenamiento	
0804200000		

La propuesta también estableció una base para el cubicaje en contenedores, preestableciendo el contenedor con las medidas de los contenedores más usados. En el caso de la Comunidad Andina, cada país miembro tiene sus normas en cuanto al peso permitido en relación a los vehículos de carga, esto debido al cuidado de la mercancía con la que trabaja cada país y la calidad de vías que cuenta, es por ello que la propuesta también toma en cuenta el vehículo de carga acorde a los ejes para las restricciones necesarias, tomando en cuenta las restricciones que existen para el tránsito en Ecuador. La Tabla 16 muestra un ejemplo de cómo se recopila la información del contenedor necesario para cada producto.

**Tabla 16.** Contenedor para cada producto según subpartida

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Contenedor</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Cap. Máx. (Kg)</b>	<b>Referencia</b>
0101210000	Jaula metálica	100	200	150	800	
	Camión con ventilación	250	700	300	1500	
0101299000	Jaula metálica	100	200	150	800	Guías técnicas
	Camión con ventilación	250	700	300	1500	
0105110010	Jaula metálica	60	90	70	50	
	Camión con ventilación	250	700	300	1500	
0201100000	Contenedor refrigerado 20 ft	243,8	605,8	259,1	14000	
	Contenedor refrigerado 40 ft	243,8	1219,2	259,1	28000	
0202200000	Contenedor refrigerado 20 ft	243,8	605,8	259,1	14000	Guías técnicas, AGROCALIDAD
	Contenedor refrigerado 40 ft	243,8	1219,2	259,1	28000	
00200630000	Contenedor refrigerado 20 ft	243,8	605,8	259,1	14000	
	Contenedor refrigerado 40 ft	243,8	1219,2	259,1	28000	

<b>Subpartida Arancelaria Nacional</b>	<b>Contenedor</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Alto (cm)</b>	<b>Cap. Máx. (Kg)</b>	<b>Referencia</b>
0301100000	Contenedor refrigerado 20 ft	243,8	605,8	259,1	14000	Guías técnicas, MAG
	Contenedor refrigerado 40 ft	243,8	1219,2	259,1	28000	
0302300000	Contenedor refrigerado 20 ft	243,8	605,8	259,1	14000	Guías técnicas
	Contenedor refrigerado 40 ft	243,8	1219,2	259,1	28000	

En el caso de la CAN se adiciona la restricción de peso máximo para vehículos según sus ejes, en Ecuador se detalla los siguientes pesos máximos:

- Vehículos de 2 ejes:

Peso bruto máximo permitido: 18 toneladas.

- Vehículos de 3 ejes:

Peso bruto máximo permitido: 25 toneladas.

- Vehículos de 4 ejes:

Peso bruto máximo permitido: 30 toneladas.

Estas tablas formaron una base de datos sólida con información precisa y acorde a las necesidades de cada producto mejorando el cuidado de la mercancía, actuando al marco de la ley y generando así un lineamiento base al que se pueden acoger más empresas, estableciendo cuidados fijos que ayuda a enlazar a todos los procesos relacionados con el transporte internacional de mercancías por carretera.

#### 4.1.2.2. Cubicaje

El costo del transporte no solo se basa en el peso de las mercancías, sino también en el espacio que ocupan. En muchos casos, las tarifas se calculan en función del peso volumétrico, especialmente en el transporte aéreo y marítimo. Un cálculo preciso del cubicaje ayuda a evitar costos adicionales y a determinar la forma más económica de transportar las mercancías. (Jiménez et al., 2015)

Un buen cubillaje asegura que las mercancías estén bien distribuidas y aseguradas dentro del contenedor o vehículo. Según el Diario Transporte (2021) esto previene daños durante el transporte y mejora la seguridad de la carga, evitando desplazamientos que puedan causar accidentes o deterioros en los productos. La propuesta proporcionó cálculos precisos del espacio que ocupan las mercancías. Utilizando algoritmos avanzados, la *app* consideró las dimensiones que establezca el usuario, así como las posibles configuraciones del contenedor, preestablecidas o seleccionadas en el momento.

#### 4.1.2.2.1. Cubillaje con algoritmo propio

Como base del algoritmo se tomó en cuenta las dimensiones tanto del envase, empaque y embalaje que de acuerdo al usuario puede usar las preestablecidas o editar según sus preferencias y necesidades, además de ello, el algoritmo se preparó para casos en los que la orientación tenga restricciones.

Primeramente, en el comercio internacional, no todos los productos requieren cubillaje para su transporte y almacenamiento. Los animales vivos, por ejemplo, como los de las subpartidas arancelarias 0101210000 (caballos de pura raza), 0101299000 (otros caballos vivos), y 0105110010 (aves de corral), no necesitan cubillaje específico debido a la naturaleza de su carga. Estos animales deben ser transportados en condiciones adecuadas que garanticen su bienestar, evitando estrés y lesiones, como se detalla en el Acuerdo Ministerial No. 186 del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En estos casos, se prioriza el *comfort* y la seguridad del animal sobre las dimensiones del espacio utilizado.

Otro caso son los productos de gran tamaño y peso, como la maquinaria pesada. Estos equipos generalmente no se clasifican según las dimensiones de sus envases sino por su peso y características específicas de transporte. Por ejemplo, la maquinaria agrícola o industrial, cuyo manejo y transporte se regulan bajo normas técnicas y de seguridad específicas, no requiere cubillaje detallado porque sus dimensiones pueden variar considerablemente. En su lugar, se consideran aspectos como el tipo de transporte especializado necesario, las condiciones de carga y descarga, y los cuidados especiales para evitar daños durante el traslado. Estas normativas aseguran que la maquinaria llegue en condiciones óptimas, sin necesidad de un envase estandarizado que limite su transporte. La Tabla 17 indica la restricción para proceder con el cubillaje.

**Tabla 17.** Restricción cubicaje por subpartida

<b>Subpartida</b>	<b>Cubicaje</b>
0101	No
0102	No
0103	No
0104	No
0105	No
0201	Si
0202	Si
0203	Si
0204	Si
0205	Si
0206	Si
0207	Si
0301	No
0302	Si
0303	Si
0304	Si
0305	Si
0401	Si
0402	Si
0403	Si
0404	Si
0405	Si

Por otro lado, al transportar mercancías, la correcta posición de la carga es un factor crucial que impacta la seguridad, la integridad de los productos y la eficiencia del transporte. Asegurar una correcta distribución y posición de la carga ayuda a prevenir daños durante el tránsito, mejorar la estabilidad del vehículo y optimizar el uso del espacio disponible. En el caso de productos perecederos como carnes y productos agrícolas, mantener la carga en una posición adecuada dentro del vehículo refrigerado es esencial para garantizar que todos los productos se mantengan a la temperatura requerida, preservando así su calidad y frescura durante el transporte. La normativa ecuatoriana, incluyendo las resoluciones de Agrocalidad y ARCSA, establece directrices claras sobre la manipulación y colocación de estos productos para asegurar su integridad. En el caso de mercancías voluminosas es fundamental considerar no solo la posición, sino también la sujeción

adecuada de la carga. La maquinaria, por ejemplo, debe ser asegurada correctamente para evitar movimientos durante el transporte, lo cual podría causar daños tanto al equipo como al vehículo, y representar un riesgo para la seguridad en la carretera. Además, una carga bien posicionada y asegurada ayuda a mantener el equilibrio del vehículo, previniendo accidentes. Las regulaciones del Ministerio de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial estipulan métodos y herramientas de sujeción adecuados para distintos tipos de carga, asegurando que la maquinaria pesada sea transportada de manera segura y eficiente, protegiendo tanto la carga como a las personas involucradas en el proceso logístico.

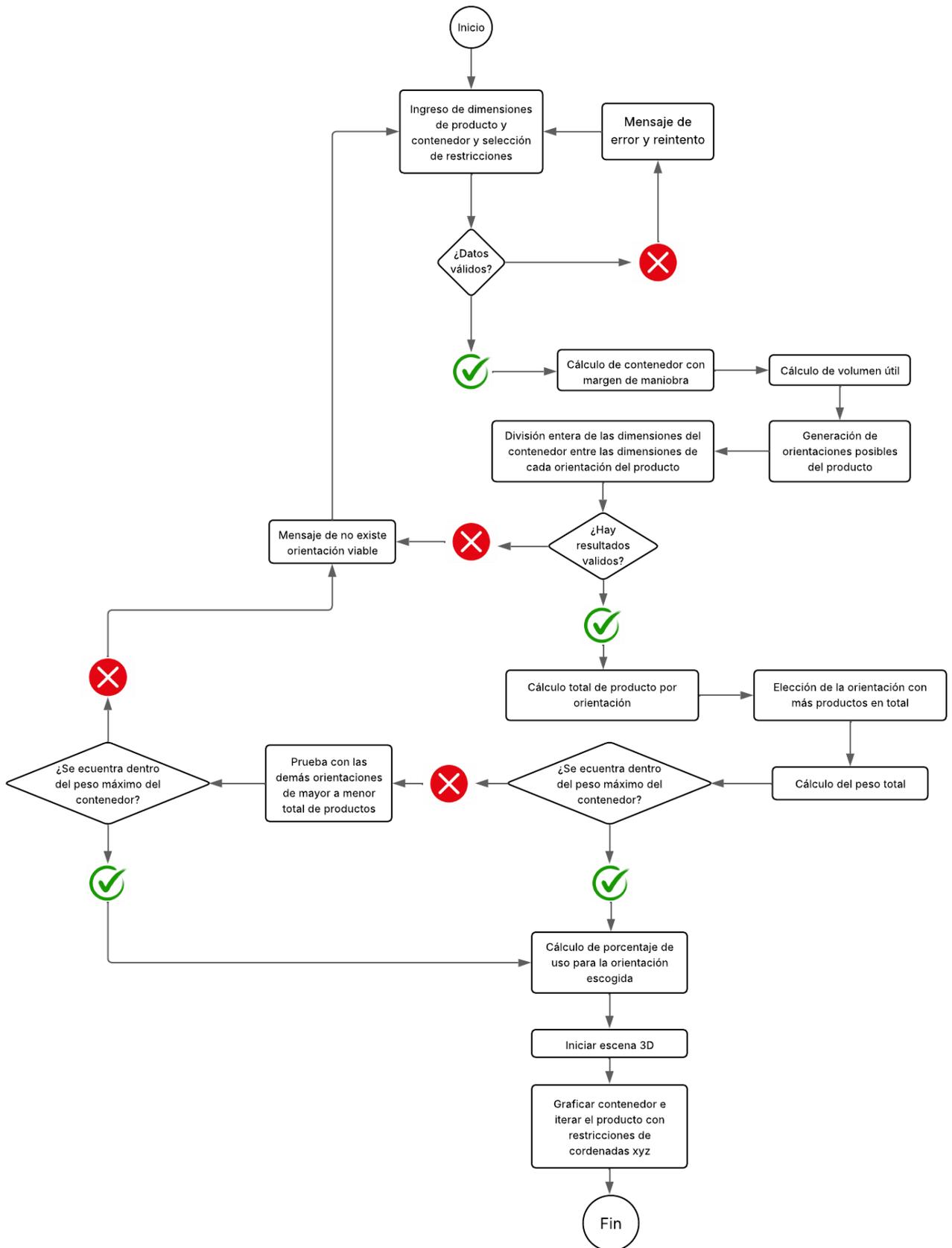
El algoritmo de la calculadora de cubicaje fue diseñado para optimizar la disposición de productos dentro de un contenedor (como un *pallet* europeo o contenedor personalizado) maximizando el número de productos que pueden caber, respetando las restricciones físicas y operativas del contenedor y los productos.

### **Algoritmo de cubicaje**

Con base en el artículo de Jiménez et al. (2015), donde se exponen cinco métodos aplicables al cálculo de cubicaje, se desarrolló un algoritmo computacional que implementa una variante simplificada del método rápido, incorporando además elementos del método exacto para cargas paletizadas, enfocado en la disposición ordenada de productos cúbicos o rectangulares dentro de un contenedor tridimensional.

El algoritmo fue implementado con lenguaje *javascript* con visualización en 3D mediante la librería *Three.js*, permitiendo una simulación clara del proceso de cubicaje. Los cálculos se desarrollan sobre principios de geometría tridimensional discreta, y se consideran múltiples restricciones y opciones configurables por el usuario.

Para el desarrollo del algoritmo fue necesario el diseño del flujograma del cual se guiará el paso a paso en los cálculos pertinente. La Figura 18 muestra el diagrama de flujo en el que se desarrolló el algoritmo de cubicaje.



**Figura 19.** Flujograma del algoritmo de cubicaje

- **Entradas del sistema**

Para llevar a cabo el cálculo de cubillaje, el usuario necesita llenar una serie de campos sobre las medidas del producto y contenedor, además puede seleccionar el margen de seguridad o maniobra. En la Tabla 18 se observa a detalle los campos a llenar y opciones a elegir disponibles para el usuario.

**Tabla 18.** Entradas del sistema

<b>Entrada</b>	<b>Datos</b>
Dimensiones del contenedor	$A_C = \text{alto}$
	$W_C = \text{ancho}$
	$L_C = \text{largo}$
	$P_{max} = \text{peso máximo}$
Dimensiones del producto	$H_s = \text{altura segura}$
	$A_p = \text{alto}$
	$W_p = \text{ancho}$
	$L_p = \text{largo}$
Margen de seguridad	$P = \text{peso}$
Forma del producto	$m = \% \text{ de margen de seguridad o maniobra}$
Restricciones adicionales	$\text{cubo, cilindro o esfera (para el cálculo volumétrico)}$
	$\text{frágil} = \text{no apilable (una sola capa vertical)}$
	$\text{Orientación} = \text{libre, horizontal, vertical o fija}$

- **Cálculo**

1. Ajuste del volumen útil del contenedor

Se reduce cada dimensión del contenedor en función del margen:

$$A'_C = A_C * (1 - m)$$

$$W'_C = W_C * (1 - m)$$

$$L'_C = L_C * (1 - m)$$

2. Cálculo del volumen

Producto:

$$V_P = A_P * W_P * L_P * f$$

Donde  $f$  es un factor de forma (1.0 para cubos, 0.785 para cilindros y 0.524 para esferas)

Contenedor:

$$V_c = A'_c * W'_c * L'_c$$

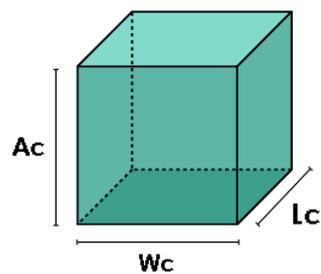
### 3. Validación por orientación

La orientación de los productos permite optimizar el espacio usado del envase o empaque como se muestra en la Figura 20, no obstante, para ello es necesario tomar en cuenta las medidas del envase y del producto (Figura 21 y Figura 22)

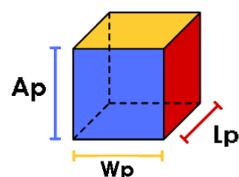
Posteriormente, se generan las permutaciones de las dimensiones del producto según la opción de orientación seleccionada (hasta 6 posibles combinaciones como se observa en la Figura 23)



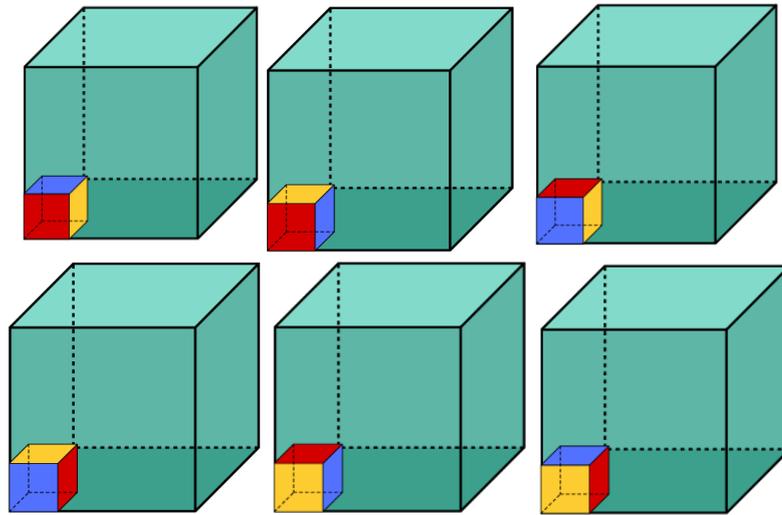
**Figura 20.** Proceso de cubicaje



**Figura 21.** Medidas Envase



**Figura 22.** Medidas Producto



**Figura 23.** Orientación del producto con los giros posibles

4. Cálculo de encaje por eje (para cada orientación)

Para cada orientación viable se calcula:

$$n_x = \frac{L'_c}{L_p}$$

$$n_y = \frac{A'_c}{A_p}$$

$$n_z = \frac{W'_c}{W_p}$$

La cantidad total de productos que caben con esa orientación es:

$$N = n_x * n_y * n_z$$

5. Restricciones especiales

Si el producto es no apilable o frágil, se fuerza  $n_y = 1$ , reduciendo las capas a una sola.

Si se supera el peso máximo del contenedor:

$$N * P_p = P_{max}$$

Entonces se reduce  $N$  unidad por unidad hasta cumplir la restricción:

$$\text{While } N * P_p > P_{max}, \quad N = N - 1$$

## 6. Selección de orientación óptima

El algoritmo compara todas las combinaciones y elige aquella que maximiza la cantidad de productos acomodados  $N$ , sin violar restricciones.

## 7. Cálculo del aprovechamiento

Una vez encontrada la orientación óptima, se procede a calcular el porcentaje de aprovechamiento:

$$\%V = \frac{N * V_P}{V_C} * 100$$

$$\%P = \frac{N * P_P}{P_{max}} * 100$$

### • Visualización y desglose de resultados

El algoritmo genera una visualización 3D donde se representan las capas completas y los productos sobrantes de forma ordenada dentro del contenedor. El acomodo busca centrar el grupo de productos dentro del volumen disponible, lo cual mejora el centro de gravedad visual del sistema. Por otro lado, se genera un gráfico de barras que representa el porcentaje de volumen y peso utilizados, proporcionando una lectura rápida del rendimiento del cubicaje.

### • Ejemplo práctico

Con el fin de demostrar el funcionamiento del algoritmo de cubicaje implementado en la aplicación móvil Optitrans, se presenta un ejemplo práctico basado en parámetros reales.

### Parámetros de entrada

- **Dimensiones de cada caja:** 40 cm (alto) × 30 cm (ancho) × 50 cm (largo)
- **Peso de cada caja:** 10 kg
- **Contenedor utilizado:** 20 pies
- **Dimensiones internas del contenedor:** 235 cm (alto) × 234 cm (ancho) × 589 cm (largo)
- **Capacidad máxima de carga del contenedor:** 18,000 kg
- **Margen de maniobra aplicado:** 10%

### **Cálculo del volumen útil**

- **Volumen interno del contenedor:**  
 $235 \times 234 \times 589 = 32,356,290 \text{ cm}^3$
- **Volumen útil con margen del 10%:**  
 $32,356,290 \times 0.9 = 29,120,661 \text{ cm}^3$
- **Volumen de una caja:**  
 $40 \times 30 \times 50 = 60,000 \text{ cm}^3$

### **Optimización del acomodo por orientación**

El algoritmo evalúa distintas permutaciones de acomodo de las cajas en el contenedor. En una de las orientaciones óptimas:

- **Cantidad de cajas en el eje altura (Z):**  
 $235 / 40 = 5.875 \rightarrow 5 \text{ cajas}$
- **Cantidad de cajas en el eje ancho (Y):**  
 $234 / 30 = 7.8 \rightarrow 7 \text{ cajas}$
- **Cantidad de cajas en el eje largo (X):**  
 $589 / 50 = 11.78 \rightarrow 11 \text{ cajas}$

Total de cajas cargadas en esta orientación:  $5 \times 7 \times 11 = 385$  cajas

### **Validación de peso**

- **Peso total:**  $385 \times 10 \text{ kg} = 3,850 \text{ kg}$

El peso total es inferior a la capacidad máxima del contenedor, por lo tanto, esta orientación es válida. Caso contrario se restaría el peso de una unidad hasta llegar al peso correcto.

El algoritmo determina que pueden cargarse hasta 385 cajas en el contenedor de 20 pies, optimizando el espacio útil sin superar el peso permitido y respetando el margen de maniobra. Este cálculo toma en cuenta no solo el volumen, sino también restricciones como la apilabilidad del producto, el peso máximo y la forma geométrica.

- **Consideración del cálculo integral**

Durante el desarrollo del algoritmo se contempló implementar un enfoque basado en cálculo integral, mediante el cual se calcularía el cociente continuo entre el volumen del contenedor y el volumen del producto. Sin embargo, este método fue descartado debido a que el cubicaje es una variable discreta, y un redondeo del resultado de una función continua puede producir errores significativos. Un valor fraccional como  $x = 17.89$  implicaría 17 productos reales, pero no considera el acomodo real ni la orientación, lo cual puede llevar a sobre estimar la capacidad del contenedor.

- **Posibles mejoras**

Aunque el algoritmo desarrollado es funcional y adecuado para el acomodo de la carga de un solo tipo de producto, se puede contemplar futuras mejoras incorporando heurísticas avanzadas ya establecidas para problemas de cubicaje tridimensional, como:

*First Fit*. Acomoda el producto en el primer espacio disponible

*Best fit*. Selecciona el espacio que genera el menor desperdicio.

*Bottom-Left-Back (BLB)*. Acomoda productos ordenadamente desde una esquina, minimizando el espacio libre.

Estas técnicas requieren una estructura lógica más compleja (gestión de huecos libres, árbol binario, listas dinámicas), pero permitirían mejorar la eficiencia de cubicaje especialmente en escenarios con múltiples productos de diferentes tamaños.

#### 4.1.2.2.2. Asociación con plataforma paga

Utilizar una plataforma web existente para el cubicaje fue considerado por varias ventajas significativas, especialmente si el objetivo es agilizar el proceso, reducir errores y optimizar el uso del espacio de almacenamiento y transporte con algoritmos más avanzados y software profesional.

*Axiopack* es una plataforma web avanzada diseñada para optimizar el proceso de cubicaje en logística y almacenamiento. Utiliza algoritmos sofisticados para calcular la disposición más eficiente de productos en diferentes espacios, como contenedores, pallets y camiones. La plataforma permite a los usuarios ingresar las dimensiones y características de los productos, así como las restricciones específicas

de orientación y peso, para generar configuraciones que maximicen el uso del espacio disponible. Con una interfaz intuitiva y accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, *Axiopack* facilita la colaboración entre equipos y la toma de decisiones en tiempo real. Además de la optimización del espacio, *Axiopack* ofrece funcionalidades avanzadas como simulaciones en 3D, análisis detallados y reportes que permiten a las empresas evaluar y ajustar sus estrategias de cubicaje. La plataforma también se integra con otros sistemas de gestión de inventario y logística, proporcionando una solución integral para la planificación y ejecución de operaciones de transporte y almacenamiento. Con actualizaciones continuas y soporte técnico, *Axiopack* garantiza que las empresas puedan mantener su competitividad y eficiencia en un entorno logístico en constante cambio.

### **Redireccionamiento directo**

La forma más sencilla de asegurar que el usuario reciba un asesoramiento profesional es llevarlo directamente con sus servicios. La app móvil propuesta definió en primera instancia dirigir al usuario a la plataforma *Axiopack* en el caso de omitir el uso del algoritmo local.

#### 4.1.2.3. Procesos aduaneros en el transporte

En los procesos aduaneros, intervienen diversos actores esenciales para asegurar el cumplimiento de las normativas y la eficiente gestión del transporte de mercancías. Los principales actores son las empresas de transporte, los depósitos aduaneros y los agentes de aduana, cada uno con roles y responsabilidades específicos que contribuyen al flujo ordenado y legal de las mercancías. La Tabla 19 ayuda a identificar los roles y funciones de cada uno de los actores que intervienen durante los procesos aduaneros en el transporte.

**Tabla 19.** Actores y sus funciones en los procesos aduaneros

Actores	Función
<b>Empresas de Transporte</b>	Las empresas de transporte son responsables de mover las mercancías desde el punto de origen hasta el destino final. Su labor incluye la planificación logística, la gestión de rutas y la coordinación con otros actores del proceso aduanero. Las empresas de transporte deben asegurar que toda la documentación requerida esté en orden y que las mercancías cumplan con las regulaciones aduaneras y de seguridad. Además, son responsables de declarar las mercancías en la aduana, proporcionando información precisa y detallada sobre la carga transportada.

Actores	Función
<b>Depósitos Aduaneros</b>	Los depósitos aduaneros son instalaciones donde las mercancías se almacenan temporalmente mientras se completan los trámites aduaneros. Estos depósitos permiten el control y la verificación de las mercancías por parte de las autoridades aduaneras. Las mercancías pueden permanecer en los depósitos aduaneros hasta que se cumplan todas las formalidades y se autorice su liberación. Los depósitos aduaneros juegan un papel crucial en el mantenimiento de la seguridad y la integridad de las mercancías durante el proceso de inspección y despacho aduanero.
<b>Agentes de Aduana</b>	Los agentes de aduana actúan como intermediarios entre los importadores/exportadores y las autoridades aduaneras. Su función principal es facilitar y agilizar los trámites aduaneros, asegurándose de que toda la documentación y las declaraciones se realicen de acuerdo con las normativas vigentes. Los agentes de aduana asesoran a las empresas de transporte y a los propietarios de las mercancías sobre las regulaciones aduaneras, los aranceles aplicables y los procedimientos necesarios para la importación o exportación de productos. Además, representan a sus clientes ante las autoridades aduaneras, gestionando las inspecciones y resolviendo cualquier problema que pueda surgir durante el proceso aduanero.

El Manual para el Procedimiento Aduanero en el CEBAF de San Miguel Ecuador-Colombia (DIAN - SENA, 2018) detalla los pasos y responsabilidades de cada uno de estos actores en el contexto específico de la frontera entre Ecuador y Colombia. Este manual es un recurso vital para garantizar que los procedimientos aduaneros se lleven a cabo de manera eficiente y conforme a las normativas, asegurando un flujo de comercio seguro y ordenado entre los dos países.

En el caso de la presente propuesta fue necesario identificar el procedimiento aduanero que realizan las empresas de transporte con el fin de presentar guías de ayuda. Como se observa la Figura 24, los tres actores principales durante el procedimiento aduanero se relacionan e intercambian información a través de Ecuapass, de hecho, uno de los procesos que se pueden optimizar y mejorar es la documentación física y electrónica que realizan las empresas de transporte.



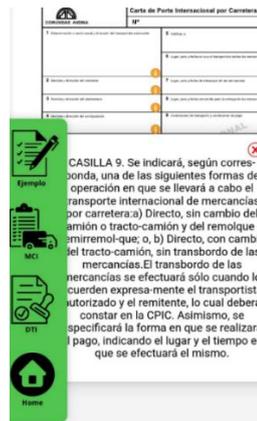
**Figura 24.** Principales actores en los procesos aduaneros

Además, se estableció brindar de una guía detallada para llevar a cabo el proceso aduanero como tal, sea importación o exportación en cada uno de sus regímenes. No obstante, para la *app* desarrollada se tomó en cuenta únicamente la importación en Ecuador.

### **Guía documentación física**

La presente propuesta tuvo como objetivo principal proporcionar los documentos pertinentes para el transporte de mercancías (ver Tabla 1). Sin embargo, se identificó la necesidad de ofrecer una asistencia más detallada en el proceso de llenado de dicha documentación. Actualmente, según el análisis descriptivo de las encuestas realizadas al sector logístico, una de las deficiencias principales que presentan los Operadores de Comercio Exterior (OCEs) es el desconocimiento de normativas y resoluciones. Esta falta de conocimiento genera retrasos significativos en el transporte de mercancías.

Para abordar estas deficiencias, la propuesta incluye una guía dinámica para el llenado de documentos (Figura 24). Esta guía permitió a los usuarios interactuar con los formularios y obtener información específica sobre qué datos deben ingresar en cada campo vacío.



**Figura 25.** Alojamiento web de la app, sección de Guía documentación – CPIC

Al proporcionar instrucciones claras y precisas, fue visible la disminución de errores comunes en la documentación y el aumento de rapidez al realizar la gestión de documentos.

La guía dinámica ayudó a los usuarios a comprender mejor las normativas y resoluciones aplicables, reduciendo la posibilidad de cometer errores al llenar los documentos. Esto es crucial, ya que errores en la documentación pueden llevar a retrasos, multas y complicaciones adicionales en el proceso aduanero.

Al saber exactamente qué documentos presentar y cómo llenarlos, los OCEs pueden optimizar el tiempo dedicado a la gestión documental. Esto no solo acelera el proceso de transporte de mercancías, sino que también libera recursos que pueden ser utilizados en otras áreas críticas de la operación logística. La guía aseguró que todos los documentos se llenen de acuerdo con las normativas y resoluciones vigentes, lo cual es esencial para el cumplimiento legal y la prevención de problemas con las autoridades aduaneras. Esto es particularmente importante en el contexto de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), donde las regulaciones pueden ser complejas y específicas (Thomson, 2022).

La implementación de esta guía dinámica se llevó a cabo mediante la inclusión de una sección interactiva dentro de la aplicación móvil propuesta. Esta sección tuvo una combinación de tutoriales paso a paso y ejemplos de documentos correctamente llenados.

- **Guía de procesos para procesos aduaneros**

La aplicación Optitrans incluyó una guía específica para el proceso aduanero de importación en Ecuador con el objetivo de asistir a los Operadores de Comercio

Exterior (OCEs) y pequeñas empresas en el cumplimiento de los requisitos aduaneros establecidos por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE). Esta propuesta respondió a la necesidad identificada en las encuestas realizadas a OCEs en Tulcán, donde el 70% de los operadores reportaron dificultades para entender y cumplir con los procesos aduaneros (Figura 8). La guía se diseñó para ser un recurso accesible y práctico, integrado en la multiplataforma de Optitrans, que permite a los usuarios gestionar eficientemente los trámites aduaneros desde dispositivos móviles o computadoras.

La guía para el Proceso Aduanero de importación fue estructurada en siete pasos claros, basados en las normativas del SENAE y las disposiciones de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), como la Decisión 837, que regula el transporte internacional de mercancías (Secretaría Andina, 2021). Estos pasos son:

### **Registro como Importador**

El usuario debe obtener el Registro Único de Contribuyentes (RUC) y registrarse en el sistema Ecuapass del SENAE, un requisito obligatorio para iniciar cualquier trámite de importación.

### **Documentación Requerida**

Se detalla la lista de documentos necesarios, incluyendo factura comercial, lista de empaque, documentos de transporte, certificado de origen y, según el tipo de mercancía, certificados adicionales como el fitosanitario para productos agrícolas.

### **Clasificación Arancelaria**

La guía orienta al usuario en la determinación de la subpartida arancelaria, un paso crucial para calcular aranceles e impuestos en la plataforma del SENAE.

### **Presentación de la Declaración Aduanera**

Explica cómo ingresar la Declaración Aduanera de Importación (DAI) a través de Ecuapass, incluyendo recomendaciones para evitar errores comunes, como la omisión de datos en la factura comercial.

### **Pago de Tributos**

Detalla el proceso para pagar aranceles, IVA y otros impuestos aplicables, con un enlace al sistema de pagos del SENAE.

## Inspección Aduanera

Describe la posibilidad de una inspección física o documental por parte del SENA, preparando al usuario para cumplir con los protocolos establecidos.

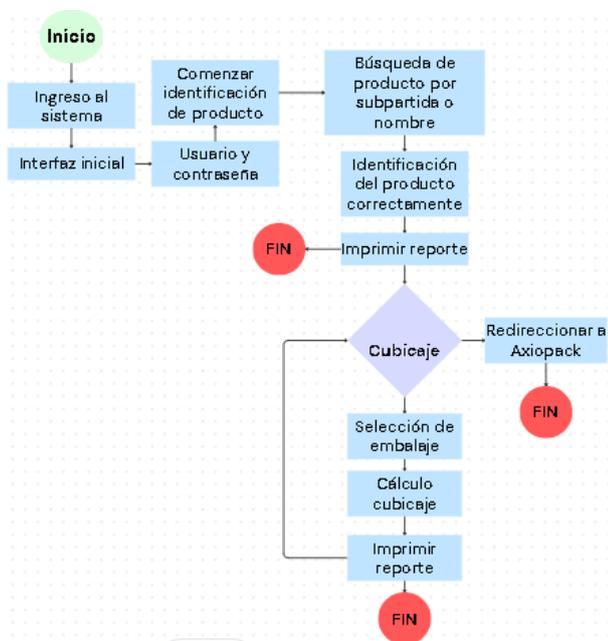
## Nacionalización de la mercancía y retiro

Finaliza con la autorización para el retiro de la mercancía una vez aprobada la DAI y realizados los pagos, indicando los pasos para coordinar la entrega con el transportista.

Esta estructura paso a paso aseguró que los usuarios, incluso aquellos con poca experiencia en procesos aduaneros, puedan seguir las instrucciones de manera clara y ordenada, reduciendo el riesgo de incumplimientos que, según Mora (2015), generan demoras significativas en la frontera Tulcán-Ipiales.

### 4.1.2.4. Flujograma de procesos para la aplicación móvil y su sitio web

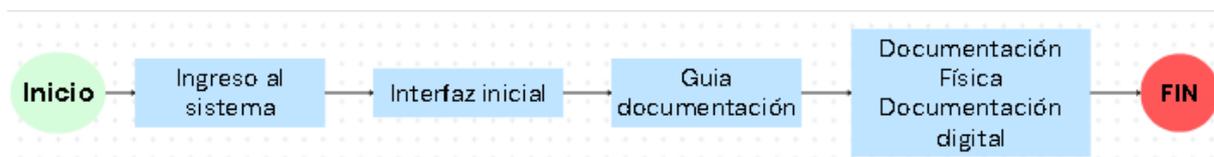
Un paso primordial antes de empezar con la programación y creación de la aplicación móvil fue una planeación a detalle del funcionamiento de la misma, por ello, la Figura 26 muestra el flujograma para las dos primeras funciones que tuvo el entorno, las cuales fueron la identificación del producto y el cubicaje.



**Figura 26.** Diagrama de flujo para la función de identificación del producto y cubicaje

El usuario puede dirigirse rápida y fácilmente a la búsqueda del producto, y posteriormente proceder con el cubicaje seleccionando el algoritmo local o dirigiéndose al portal de Axiopack.

La Figura 27 indica el flujograma para el módulo de guía documentación en donde el usuario observa los documentos más importantes a tomar en cuenta para el transporte internacional de mercancía, mientras que en el módulo de control aduanero la *app* presentará de igual manera una guía muy bien detallada de cómo realizar paso a paso el proceso aduanero que para la propuesta se habla la importación en el Ecuador.



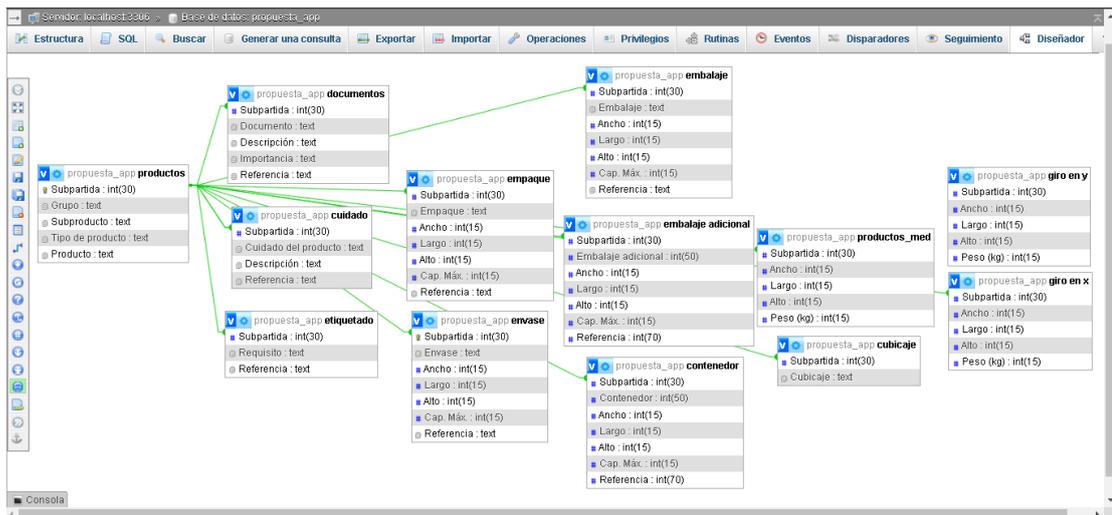
**Figura 27.** Diagrama de flujo Guía documentación

#### 4.1.2.5. Base de datos

Para la *app* móvil se diseñó una base de datos que permita un manejo rápido y adecuado, acatando las funciones que fueran posibles anclar a la *app* y sitio web que no requieran permiso o datos de servidores privados.

*PhpMyadmin* es una herramienta que permite la gestión de bases de datos *MySQL* de manera sencilla, a través de esta herramienta se logró establecer las relaciones necesarias entre las tablas de información mostradas en esta propuesta, con el fin de obtener un manejo eficiente y que permita al usuario realizar cambios y añadir información.

*MySQL* es ampliamente valorado por su fiabilidad, estabilidad y alto rendimiento. En la Figura 28 se muestra cómo se diseñó la base de datos de la *app*. Gracias a la optimización y soporte para transacciones *ACID* se asegura la integridad de los datos y permite escalar tanto vertical como horizontalmente según las necesidades del desarrollador.



**Figura 28.** Base de datos

Además, su compatibilidad con múltiples plataformas y sistemas operativos facilita su implementación en diversos entornos tecnológicos, respaldado por una extensa comunidad de usuarios y documentación detallada que simplifica su uso y resolución de problemas.

#### 4.1.2.6. Interfaz de usuario

El desarrollo de la aplicación móvil empezó desde el alojamiento web, es decir, nace desde una página web estática por varias razones clave. Esta página web fue responsiva, diseñada para adaptarse perfectamente a pantallas de computadora y celulares, es decir, su diseño, funciones y códigos pasaron fácilmente a ser una app móvil en cuestión de segundos gracias a los softwares actuales.

Una interfaz fluida fue crucial para mantener el interés y la satisfacción del usuario. La fluidez implica que todas las interacciones sean rápidas y responsivas, con transiciones suaves y una navegación sin interrupciones. Esto no solo mejoró la eficiencia en el uso de la plataforma, sino que también incrementó la percepción de profesionalismo y confiabilidad del sistema.

Este alojamiento web sirvió como un punto central para que los usuarios obtengan información sobre la aplicación, como tutoriales, soporte técnico, y actualizaciones de características. Esto mejoró la visibilidad y accesibilidad de la aplicación, facilitando a los usuarios potenciales encontrar y aprender sobre ella. Además, actúa como un canal de marketing, permitiendo a los desarrolladores promocionar la aplicación, compartir testimonios de usuarios satisfechos, y publicar contenido relacionado que mejore la percepción de la marca y la credibilidad del producto.

Para la propuesta se usó *GitHub*, una buena alternativa para alojar el código fuente de la aplicación móvil. *GitHub* es ampliamente utilizado y reconocido en la comunidad de desarrollo de software por su capacidad de gestionar versiones y colaborar de manera efectiva en proyectos de código abierto o privados. Permite mantener un registro completo de los cambios realizados en el código, facilita la colaboración entre equipos distribuidos, y proporciona herramientas para la gestión de problemas y la integración continua.

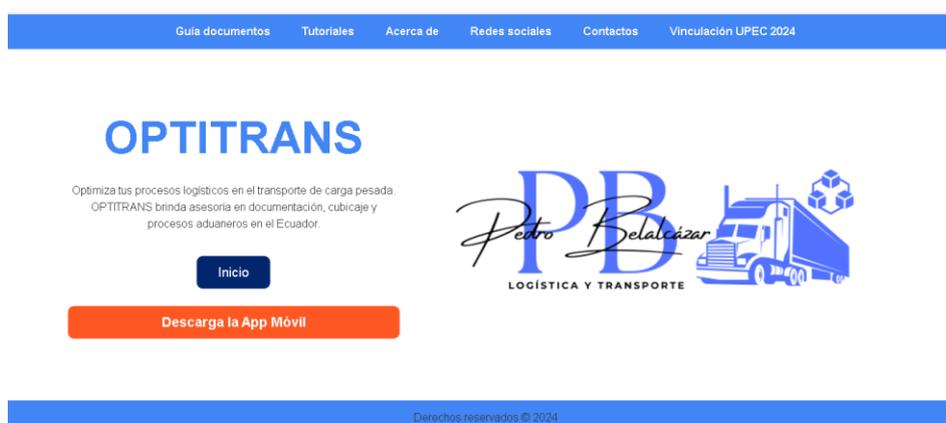
*GitHub* además ofrece características como ramificaciones (*branching*), *pull requests*, y revisiones de código que ayudan a mantener un desarrollo organizado y transparente. Esto es especialmente útil para la propuesta, puesto que era necesario la iteración rápida y la colaboración eficiente. El desarrollo del código para la página web se lo realizó con la misma herramienta que provee *GitHub* (Ver anexo 4).

Se puede observar el repositorio con los archivos correspondientes y el sitio web en los siguientes enlaces:

Repositorio: <https://github.com/Upec-edu/prototipoLOG.github.io>

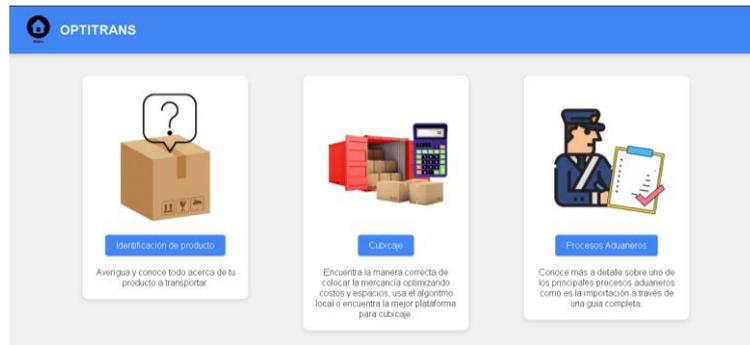
Sitio: [https://log-upec.github.io/Tes\\_Vin/home.html#](https://log-upec.github.io/Tes_Vin/home.html#)

El inicio de la página web y posteriormente de la *app* empieza con una pantalla de bienvenida de estilo minimalista (Figura 29) en la que se encuentra principalmente el botón de inicio que lleva a las funciones principales del entorno y el botón de descarga de la *app* móvil. Además, en la parte superior se hallan botones que llevan a la guía de documentos aduaneros e información adicional del entorno.



**Figura 29.** Página de inicio en el sitio web

La siguiente página muestra las funciones principales del entorno, continuando con el estilo minimalista con imágenes referentes a cada función (Figura 30).



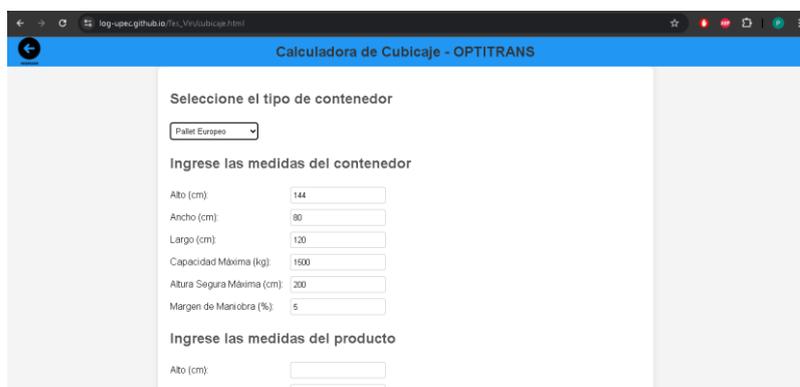
**Figura 30.** Funciones principales

La Figura 31 muestra la pantalla de identificación de producto, la cual brinda a través de la selección del usuario información detallada del producto señalado como es la subpartida, tipo de producto, documentación y cuidado del producto.



**Figura 31.** Identificación de producto

La pantalla de cubicaje como se muestra en la Figura 32 incluye una serie de campos que debe ingresar el usuario, estos incluyen las medidas del contenedor, sea el mismo contenedor, envase, empaque o *pallet*, así como también las debidas restricciones de acuerdo al producto, logrando así la libertad del usuario para decidir cómo y qué desea transportar.

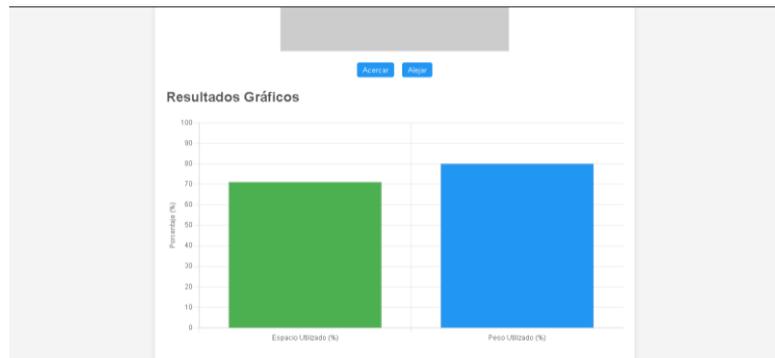


**Figura 32.** Cubicaje

Los resultados del cubicaje son una serie de datos, como el total de productos que se pueden transportar, su orientación y porcentajes de uso como se observa en la Figura 33 y Figura 34. Sin embargo, lo más llamativo es la visualización 3d (Figura 35), en donde se representa un boceto de cómo debería de ser colocado el producto en el contenedor. Después, el usuario puede descargar el reporte respectivo del resultado del cubicaje como documento *pdf*, como se muestra en la Figura 36.

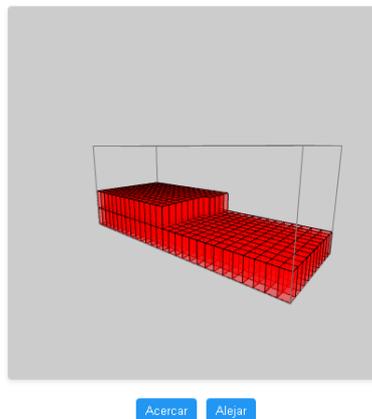


**Figura 33.** Resultados cubicaje

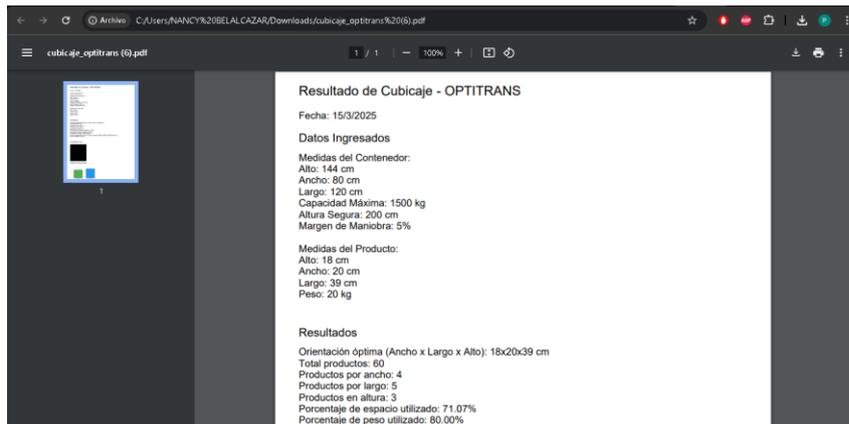


**Figura 34.** Resultados gráficos del cubicaje

#### Visualización 3D

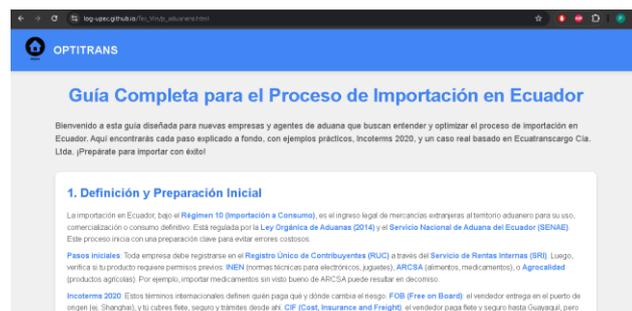


**Figura 35.** Cubicaje gráfico 3d



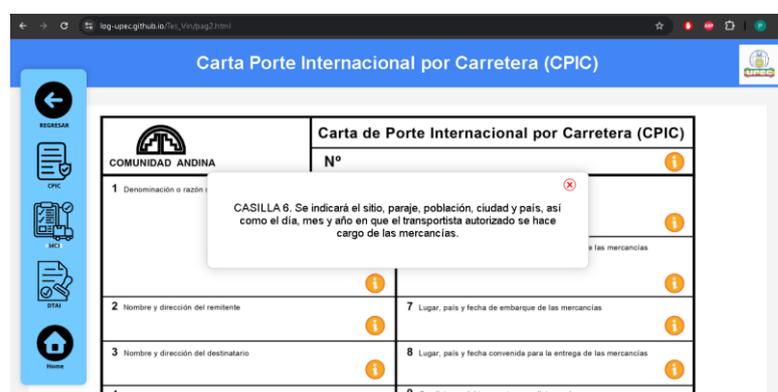
**Figura 36.** Reporte con resultados del cubicaje

La Figura 37 muestra un ejemplo de guía para procesos aduaneros como lo es la importación en el Ecuador. Aquí se puede encontrar desde los conceptos primordiales hasta los actores y procesos que se debe realizar paso a paso, incluso se detallan las posibles consecuencias según un caso de estudio.



**Figura 37.** Procesos Aduaneros

La Figura 38 hace referencia a la pantalla de la sección de guía de documentos, aquí se encuentra los documentos más importantes para el transporte internacional por carretera con una guía dinámica que permite al usuario aprender a llenar cada campo del documento.



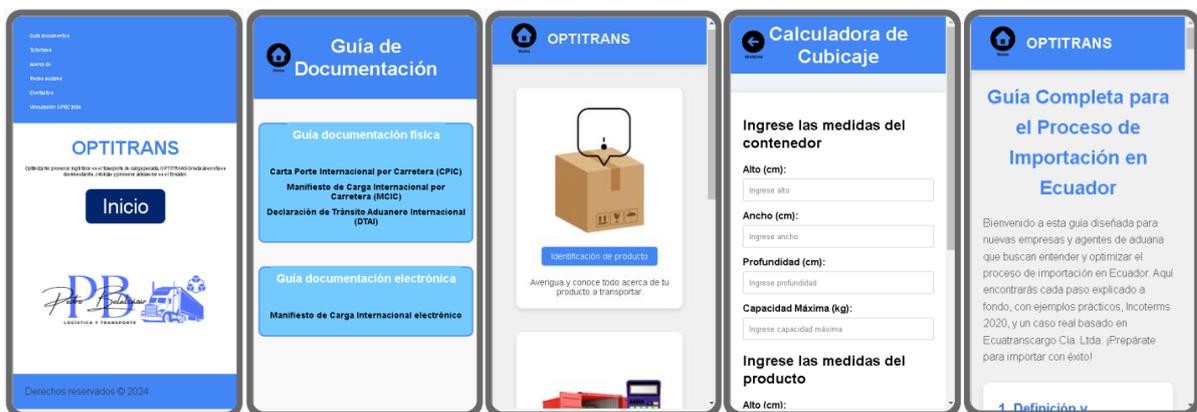
**Figura 38.** Guía documentación

Finalmente, en el entorno se puede encontrar el apartado de vinculación donde se puede visualizar los resultados del proyecto de vinculación con la sociedad UPEC 2024 (Figura 39), en donde se puede evidenciar el éxito del sitio web para llevar a cabo el proyecto.



**Figura 39.** Apartado de Vinculación UPEC 2024

El diseño para la interfaz también se lo tomó en cuenta para los dispositivos móviles ya que al programar con adaptabilidad el sitio web la pantalla la interfaz del sitio web fácilmente se comprimió a la de un celular como se muestra en la Figura 40.



**Figura 40.** Interfaz para los dispositivos móviles

#### 4.1.2.7. Recursos necesarios

Para la presente propuesta se diseñó la aplicación móvil a partir del sitio web con la ayuda de *Github*. Luego, a partir de su estable y rígida estructura se convirtió de página web estática a una aplicación móvil gracias a la ayuda de *Android Studio* (Figura 41), este *software* es un entorno para desarrollar apps móviles con sistema *Android*, usa lenguaje tanto *java* como *kotlin* y tiene innumerables herramientas para

codificar *apps*, entre ellas, el recurso *web viewer* el cual permite reflejar en pantalla la página web que el desarrollador desee. Procedimiento por el cual se ha creado la *app* móvil proyectando el sitio web con cada una de sus funciones sin la necesidad de usar un navegador.



**Figura 41.** Software Android Studio

No obstante, es importante mencionar que la creación de la *app* móvil con programación directa para dispositivos si es factible e incluso puede ser más eficiente, pero necesita mucha más inversión de recursos monetario y de personal. La Tabla 20 refleja los recursos necesarios para en un futuro llevar a cabo la programación directa de la aplicación móvil.

**Tabla 20.** Recursos para el desarrollo directo de la *app* móvil

Personal/Equipo técnico	Función/Descripción	Costo estimado (\$)
Desarrolladores (4-6)	Programación, pruebas, y desarrollo de funcionalidades.	2000
<i>Product Owner</i>	Definir los requisitos del producto, priorizar las características, interactuar con los <i>stakeholders</i> .	300
Diseñador de UI/UX (1 persona)	Diseño de la interfaz de usuario y la experiencia del usuario.	500
<i>Tester / QA</i> (2 personas)	Pruebas de la aplicación para garantizar la calidad y la funcionalidad.	500
Computadoras de Desarrollo (2-5)	Procesador Intel i7/i9, 16GB RAM, SSD 512GB, pantalla de 15 pulgadas.	2100
Servidores / Servicios en la Nube	<i>AWS, Google Cloud, Microsoft Azure.</i>	1000

Personal/Equipo técnico	Función/Descripción	Costo estimado (\$)
Software	IDE / Entornos de Desarrollo: IntelliJ IDEA, Visual Studio Code. Control de Versiones: Git, GitHub, GitLab. Software de Diseño: Adobe XD, Sketch, Figma.	30
Infraestructura en la Nube	Servicios de Backend Servidor de Aplicaciones: Heroku, AWS EC2. Base de Datos: AWS RDS, Firebase, MongoDB Atlas.	500
Otros Recursos	Licencias de Software	100
<b>Total</b>		<b>7030</b>

#### 4.1.2.6. Programación

##### 4.1.2.6.1. Diagrama de análisis y objetivos

La Figura 42 muestra la metodología que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la app móvil cuyas funciones optimizan el transporte de mercancía internacional, para ello se realizó un previo análisis de información sobre los requerimientos, diseñado la interfaz, identificado los recursos y planificado los modos de programación tanto a partir del sitio web como para el desarrollo directo de la aplicación móvil. Sin embargo, en cuestión a la programación se enfatizó el desarrollo netamente del alojamiento web y su traspaso a aplicación móvil (Ver anexo 5).

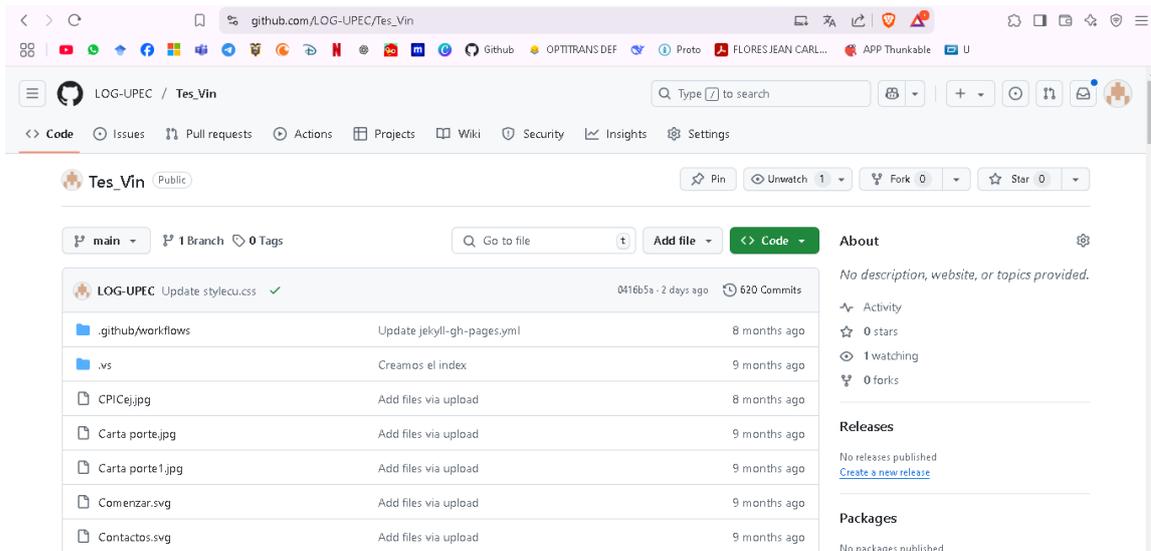


**Figura 42.** Metodología de desarrollo de app móvil

##### 4.1.2.6.2. Programación del sitio web

Para la programación, al utilizar *Github* en el desarrollo de la página web, no fue necesario ningún *software* adicional, ya que esta plataforma permite colocar y correr los códigos que se utilicen.

Primero fue necesario tener creado un repositorio en *Github* como se observa en la Figura 43, cabe destacar que el lenguaje para el desarrollo de estas páginas web depende del propósito y puede envolver varios lenguajes de programación como se visualiza en la Figura 44 que muestra los lenguajes con los que se desarrolló el entorno web.

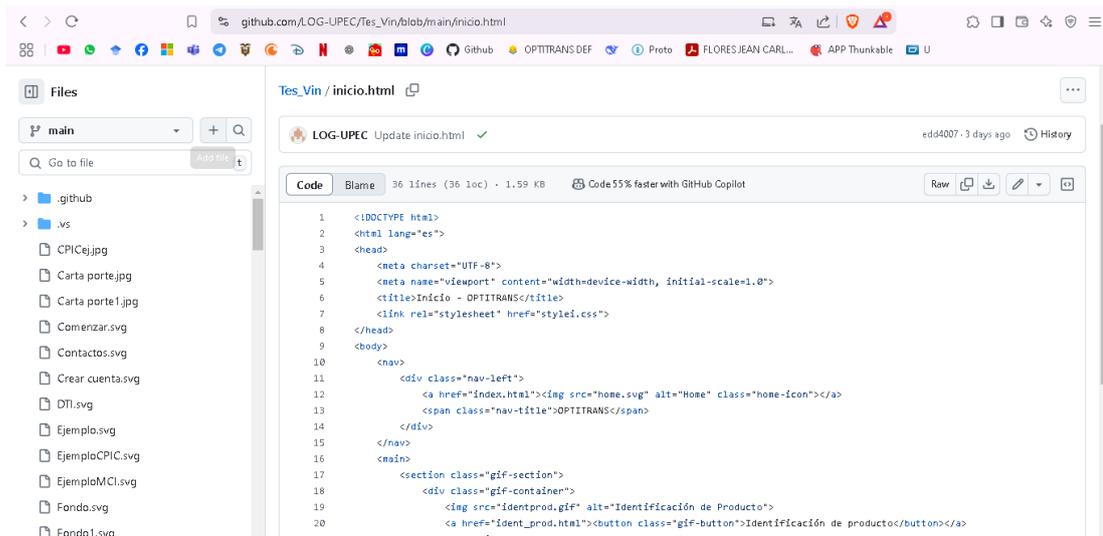


**Figura 43.** Repositorio en *Github* del sitio web

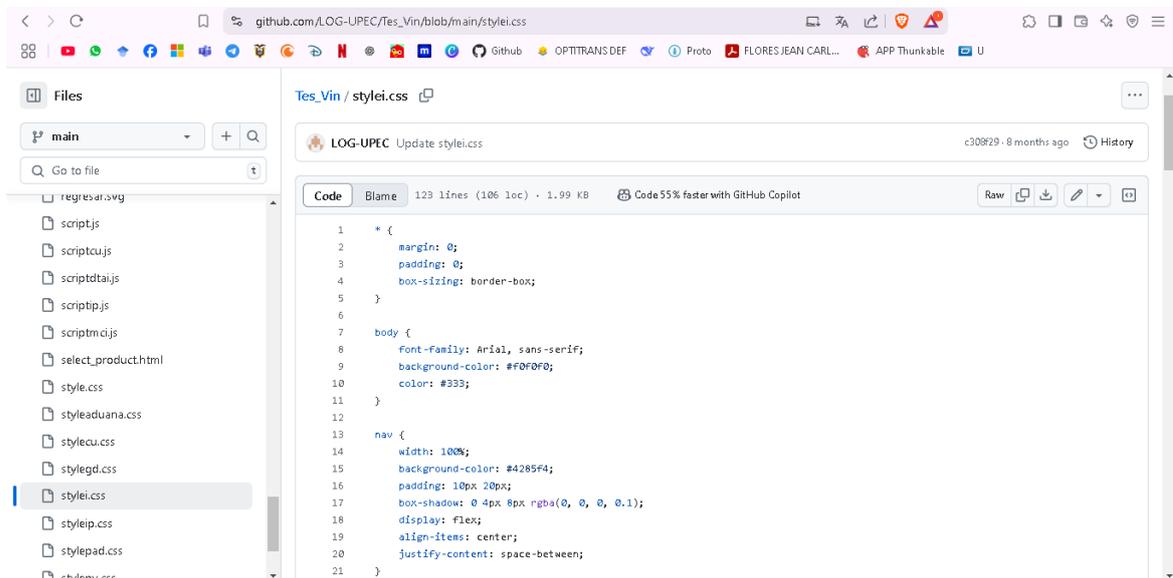


**Figura 44.** Lenguaje usado en el sitio web

Una vez, establecido el repositorio y el lenguaje a usar, se procedió a crear las páginas con lenguaje *html* como el ejemplo de la página de inicio que se encuentra en la Figura 45, la página para un buen funcionamiento necesitó un archivo *css* el cual se encarga del diseño tanto de colores, estilos de letra, así como también de las imágenes que estén presentes en la página (véase el ejemplo en la Figura 46).



**Figura 45.** Archivo *html* de la página inicio



**Figura 46.** Archivo *css* de la página de inicio

En el caso del cubicaje, el código se adaptó correctamente al algoritmo matemático usando cálculos sencillos, como se menciona a continuación:

En la Figura 47 se muestra el código para el ajuste de las dimensiones del contenedor en función del margen ingresado por el usuario.

```

const margin = parseFloat(document.getElementById("margen").value) / 100 ||

const containerWidth = (parseFloat(document.getElementById("anchoContenedor
const containerHeight = (parseFloat(document.getElementById("altoContenedor
const containerDepth = (parseFloat(document.getElementById("largoContenedor

```

**Figura 47.** Cubicaje - Ajuste de dimensiones de contenedor

En la Figura 48, se muestra cómo se asigna el factor de forma dependiendo de si el producto es cilíndrico, esférico o cúbico.

```

let volumeFactor = 1.0;
switch (shape) {
  case "cylinder": volumeFactor = 0.785; break;
  case "sphere": volumeFactor = 0.524; break;
}
const productoVolumen = producto.alto * producto.ancho * producto.largo * v

```

**Figura 48.** Cubicaje - Factor de forma

Par evaluar las distintas combinaciones de las dimensiones del producto fue necesario el código que se muestra en la Figura 49.

```

switch (orientacion) {
  case "none":
    orientaciones = [
      [producto.ancho, producto.largo, producto.alto],
      [producto.ancho, producto.alto, producto.largo],
      [producto.largo, producto.ancho, producto.alto],
      [producto.largo, producto.alto, producto.ancho],
      [producto.alto, producto.ancho, producto.largo],
      [producto.alto, producto.largo, producto.ancho]
    ];
    break;
  // otros casos: "horizontal", "vertical", "fixed"
}

```

**Figura 49.** Cubicaje - Permutación de dimensiones

La Figura 50 muestra el encaje por eje dentro del *forEach* que recorre cada orientación. En el caso que el producto sea frágil o no apilable se aplica el código de la Figura 51.

```

const productosAncho = Math.floor(anchoAjustado / anchoP);
const productosLargo = Math.floor(largoAjustado / largoP);
let productosAlto = Math.floor(altoSeguro / altoP);

```

**Figura 50.** Cubicaje - Cálculo de encaje por eje

```

if (producto.fragil || producto.noApilable) {
    productosAlto = 1;
}

```

**Figura 51.** Cubicaje - Restricción producto no apilable

Luego se continúa analizando la restricción del peso, la Figura 52 muestra el código necesario.

```

let totalProductos = productosAncho * productosLargo * productosAlto;
let pesoTotal = totalProductos * producto.peso;

while (pesoTotal > contenedor.pesoMax) {
    totalProductos -= 1;
    pesoTotal = totalProductos * producto.peso;
}

```

**Figura 52.** Cubicaje - Restricción de peso

Para mostrar el porcentaje de volumen y peso utilizado fue necesario la función *createChart*, como se observa en la Figura 53.

```

chart = new Chart(ctx, {
    type: 'bar',
    data: {
        labels: ['Espacio Utilizado (%)', 'Peso Utilizado (%)'],
        datasets: [{
            label: 'Porcentajes',
            data: [volumeUsage, weightUsage],
            ...
        }]
    },
    ...
});

```

**Figura 53.** Cubicaje - Porcentaje de volumen y peso utilizado

Por último, para el gráfico cuyo recurso fue la librería *three.js* fue necesario incluir en el código la visualización de capas completas y productos sobrantes como se detalla en la Figura 54.

```

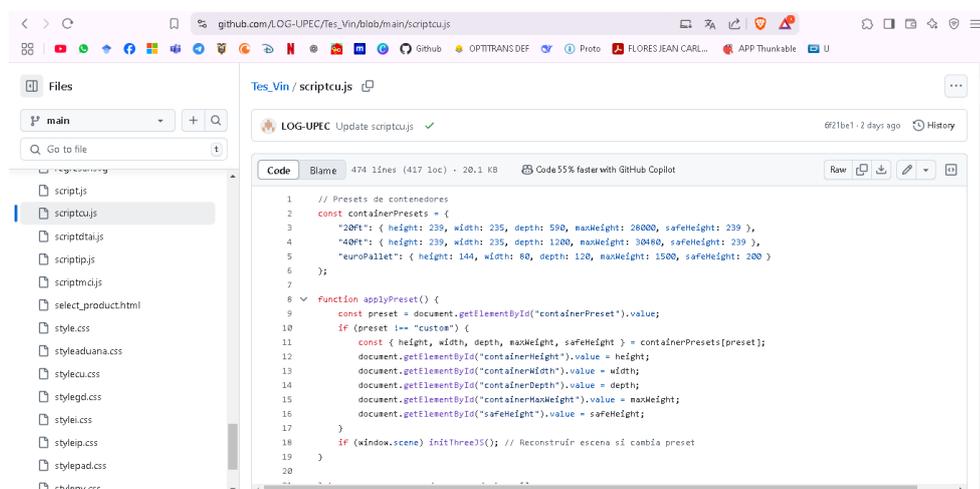
if (result.desglose.sobrantes > 0) {
  const capaSobrante = result.desglose.capasCompletas;
  let sobrantesRestantes = result.desglose.sobrantes;
  let x = 0, z = 0;

  while (sobrantesRestantes > 0 && x < maxProductosLargo && z < maxProduct
    // Se dibuja producto y se agrega a La capa sobrante
    ...
    sobrantesRestantes--;
    z++;
    if (z >= maxProductosAncho) {
      z = 0;
      x++;

```

**Figura 54.** Cubicaje - Visualización capas y sobrantes

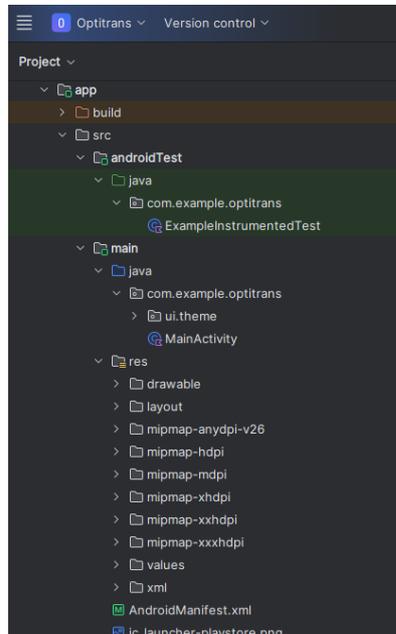
Una vez desarrollado el código, el siguiente paso fue redactarlo en un archivo *script* nuevo en el repositorio del sitio web. La Figura 55 ejemplifica la edición del código en el repositorio.



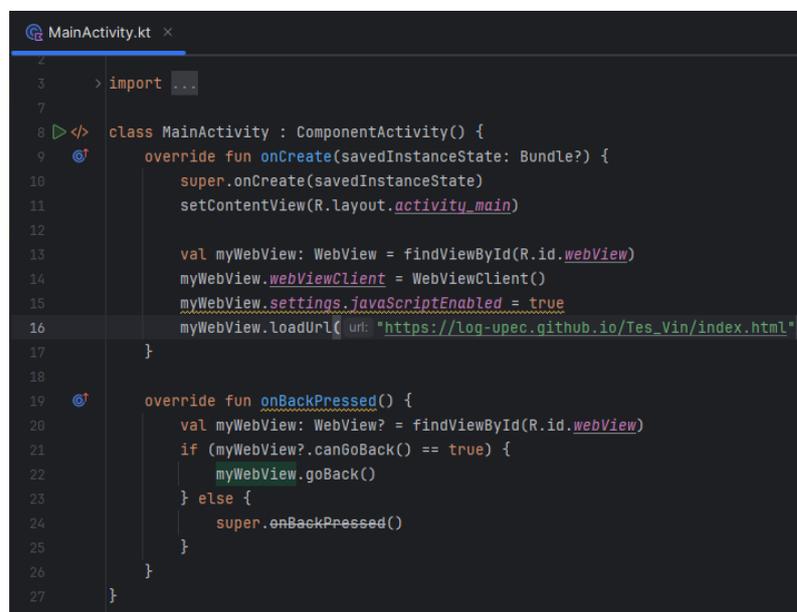
**Figura 55.** Archivo script de la página de cubicaje

Concluida la programación del sitio web y el algoritmo de cubicaje, el paso siguiente fue convertir la página web en aplicación móvil, para esta conversión, solo fue necesario abrir *Android Studio*, crear un nuevo proyecto y a través de lenguaje *kotlin* y los archivos pertinentes escribir los códigos que necesite el recurso web viewer para enlazar el sitio web a la pantalla de la *app*, ya que únicamente se necesitó tener el link del sitio web y que éste sea adaptativo para pantallas móviles.

La Figura 56 muestra la estructura básica que tiene el proyecto en *Android Studio*, mostrando su simplicidad y facilidad para programar. Por otra parte, como se observa en la Figura 57, una vez se ha creado la primera pantalla, es necesario agregar el recurso de *Web\_viewer*, este permite anclar una página web y realizar las funciones como si se estuviera en un navegador.



**Figura 56.** Estructura del proyecto en Android Studio



**Figura 57.** Código para la pantalla usando web viewer

El sitio web creado con *GitHub*, al ser una página web estática se vuelve una gran ventaja para este procedimiento ya que agrega fluidez y rapidez a la aplicación

móvil. El procedimiento es rápido, gratuito y genera un resultado efectivo como se muestra en la Figura 58. Su código de programación se observa en el anexo 6.



Figura 58. App móvil desarrollada

Para garantizar un funcionamiento óptimo de la aplicación en los dispositivos móviles de los usuarios, se establecen los siguientes requisitos mínimos:

- **Sistema operativo:** Android 8.0 (Oreo) o superior
- **Memoria RAM:** Mínimo 2 GB
- **Almacenamiento disponible:** Al menos 30 MB libres
- **Acceso a internet:** Necesario para actualizaciones, consulta de normativa y sincronización de datos
- **Permisos requeridos:**
  - Acceso a almacenamiento (para guardar documentos generados)
  - Permisos de red (para acceder al sitio web)

*Nota:* La aplicación está desarrollada en Android Studio utilizando Java y se aloja en GitHub con conexión a base de datos remota en Firebase.

#### 4.1.2.6.3. Programación directa de la aplicación móvil

En el caso de optar para futuros casos con una programación directa, lo recomendado es seguir una metodología XP, la cual requiere una inversión considerable en recursos humanos y técnicos como los mencionados en la Tabla 20. Sin embargo, siguiendo las prácticas de XP, se puede asegurar un desarrollo eficiente,

colaborativo y de alta calidad que cumpla con las necesidades de optimización en el acondicionamiento de carga y los procesos aduaneros en el transporte de mercancías, la Tabla 21 muestra las etapas y los procedimientos adecuados para lograr con éxito la programación directa de la aplicación móvil.

**Tabla 21.** Planeación para el desarrollo directo de la aplicación móvil

<b>Etapas</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Planificación</b>	Reunión de planificación	Determinar las historias de usuario y priorizarlas.
	Creación del <i>backlog</i>	Listar todas las tareas y asignarles prioridades.
<b>Diseño</b>	Simplicidad	Diseñar las funcionalidades de la manera más simple posible.
	Diseño colaborativo	Todos los miembros del equipo deben participar en las decisiones de diseño.
<b>Codificación</b>	Parejas de programación ( <i>pair programming</i> )	Dos desarrolladores trabajan juntos en una misma estación.
	Desarrollo iterativo	Desarrollar funcionalidades en pequeñas iteraciones ( <i>sprints</i> ).
	Refactorización continua	Mejorar el código continuamente para mantenerlo limpio y eficiente.
<b>Pruebas</b>	Pruebas unitarias	Escribir pruebas para cada unidad de código.
	Pruebas integrales	Asegurar que las diferentes partes de la aplicación funcionen bien juntas.
	Revisión constante del código	Revisión del código entre pares para detectar errores y mejorar la calidad.
<b>Integración y Entrega</b>	Integración continua	Integrar y probar el código frecuentemente.
	Entrega continua	Automatizar el proceso de entrega para poder lanzar nuevas versiones frecuentemente.
<b>Retroalimentación</b>	Reuniones diarias ( <i>stand-ups</i> )	Revisar el progreso y resolver problemas.
	Revisión y retrospectiva	Al final de cada iteración, revisar lo que funcionó y lo que no para mejorar el proceso.

#### 4.1.2.7. Permisos

El desarrollo y publicación de la aplicación móvil Optitrans diseñada para optimizar el acondicionamiento de carga y los procesos aduaneros en el transporte de mercancías dentro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), requirieron ciertas consideraciones relacionadas con permisos y regulaciones básicas desde un enfoque práctico y accesible, reconociendo que su implementación podría permanecer en un nivel experimental o limitado al no llegar a un gran alcance comercial.

## Permisos básicos y legales

- Alojamiento Web y Dominio

El sitio web actual, alojado en *GitHub Pages*, no requirió permisos adicionales, ya que utiliza una plataforma gratuita. No obstante, si se desea adquirir un dominio personalizado (Ejm: [www.optitrans.com](http://www.optitrans.com)), será necesario registrarlo legalmente (aproximadamente \$10-\$15 anuales) y obtener un certificado *SSL* básico para seguridad en el código base.

- Propiedad Intelectual Opcional

Si en el futuro se desea proteger el nombre *Optitrans* o su diseño, es necesario registrar legalmente la marca ante el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI), aunque esto no es imprescindible en esta fase experimental.

- Consentimiento informal

La aplicación móvil, así como su sitio web recolectaron datos de diversas fuentes, sin embargo, con la actualización de normas tanto nacionales como internacionales puede quedar esta información desactualizada. Por lo tanto, fue importante que se incluya un aviso para los usuarios acerca de que la información puede estar sujeta a fallos por fuentes desactualizadas. De igual manera, para el ingreso de datos, fue necesario un aviso para que sirva como autorización del usuario para usar sus datos ingresados, realizar cálculos y exportar estos en el resumen de cubicaje.

- Redirección a *Axiopack*

Dado que *Axiopack* ofrece un cálculo de cubicaje más avanzado y profesional, se incluyó un apartado en *Optitrans* que redirigió a los usuarios a esta plataforma para un análisis más detallado. Esto no requirió permisos específicos, siempre y cuando se utilice un enlace público y no se intente replicar o integrar su funcionalidad sin autorización.

### 4.1.3. Viabilidad

A continuación, se presenta la Tabla 22 que ofrece un análisis detallado de las diferencias entre *Optitrans* y otras aplicaciones existentes en el mercado, como *SENAE Móvil*, *CBM Calculator* y *DFright*. Este cuadro comparativo evalúa aspectos clave como funcionalidad, tecnología y enfoque, destacando las fortalezas de *Optitrans* en la integración de procesos de acondicionamiento de carga y aduaneros

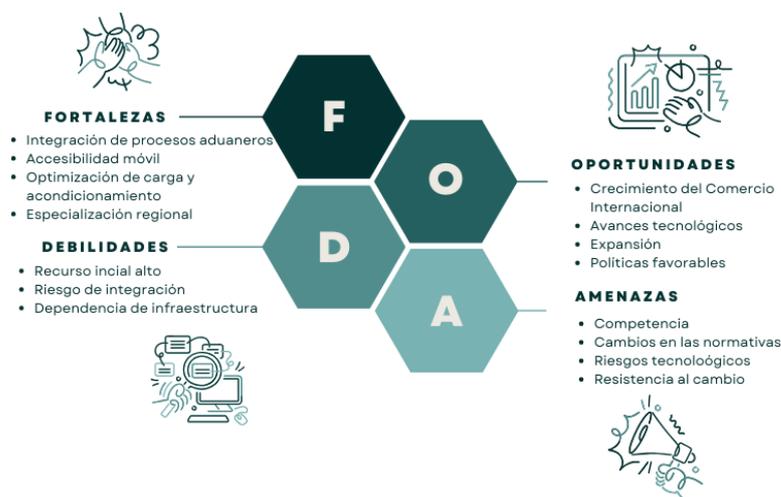
específicos para la Comunidad Andina de Naciones (CAN), así como su capacidad multiplataforma y responsiva. Además, se reconoció la superioridad de plataformas como *Axiopack* en cubillaje avanzado, lo que reforzó la decisión de incluir una redirección a dicho sitio para complementar las funcionalidades de *Optitrans*, brindando a los usuarios una solución más completa y competitiva en el ámbito logístico regional.

**Tabla 22.** Comparación con las aplicaciones actuales

<b>Aplicaciones actuales</b>	<b>Aplicación propuesta</b>
<b>1. Funcionalidad</b>	
Enfocadas principalmente en la optimización de carga y cubillaje.	Además de la optimización de carga, integra procesos aduaneros y normativas específicas de la CAN.
Utilizan tecnologías avanzadas como visualización en 3D.	Ofrece una solución más completa al abordar tanto la optimización del espacio como el cumplimiento de normativas aduaneras.
No integran funcionalidades aduaneras específicas ni herramientas para la normativa de la CAN.	Se propone una aplicación móvil, facilitando su uso en el campo.
<b>2. Tecnología</b>	
Tecnologías avanzadas de visualización 3D para optimización de espacio.	Uso de tecnologías móviles para accesibilidad y uso en el campo.
Interfaces amigables y herramientas de cubillaje efectivas.	Integración de módulos de cubillaje y optimización con normativas aduaneras.
Enfoque en la experiencia del usuario a través de interfaces visuales.	Potencial para incorporar inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar las recomendaciones de carga y cumplimiento aduanero.
<b>3. Enfoque</b>	
Optimización de espacio y carga.	Enfoque integral que combina optimización de carga con cumplimiento aduanero.
No se centran en la integración de procesos aduaneros específicos ni en la región CAN.	Especialmente diseñada para la Comunidad Andina de Naciones, abordando sus necesidades y normativas específicas.
	Potencial para ser más competitiva en el mercado regional debido a su enfoque especializado.

#### 4.1.4. Análisis FODA

Uno de los procedimientos más importantes luego de finalizar un proyecto es realizar una evaluación a fondo a través del FODA, este permite conocer las ventajas como desventajas a fondo de cada aspecto del proyecto. La Figura 59 resume este procedimiento acerca del resultado obtenido en la creación de la aplicación móvil.



**Figura 59.** Análisis FODA de la propuesta

- **Fortalezas**

La aplicación propuesta no solo optimiza la carga, sino que también integra normativas aduaneras específicas de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). Además, ofrece una solución integral que aborda tanto la logística como el cumplimiento normativo.

La disponibilidad en dispositivos móviles facilita el uso en el campo, mejorando la flexibilidad y eficiencia del personal en movimiento. También, es una aplicación amigable y accesible para los usuarios en cualquier lugar y momento y se la puede considerar como una herramienta avanzada para la optimización de espacio y cubicaje. Pues tiene el potencial uso de tecnologías como inteligencia artificial y aprendizaje automático para mejorar las recomendaciones de carga.

Por otro lado, su enfoque específico en las normativas y necesidades de la región CAN dan una ventaja competitiva sobre aplicaciones genéricas brindando a la propuesta un potencial para establecer un nuevo estándar en la industria logística de la región.

- **Oportunidades**

El Incremento en el comercio dentro de la CAN y con otras regiones crea una demanda constante de soluciones logísticas eficientes, a ello se suma la globalización y el aumento de la cadena de suministro que requieren herramientas avanzadas para la gestión de carga. Además, el desarrollo continuo de tecnologías móviles, de inteligencia artificial y de la nube ofrece oportunidades para mejorar y expandir las funcionalidades de la aplicación.

Por otra parte, se puede optar con la colaboración con autoridades aduaneras para una implementación más rápida y eficiente de la aplicación y adaptar la aplicación para otras regiones con normativas específicas, ampliando el mercado objetivo convirtiéndose así una potencial ventaja para alianzas estratégicas con empresas de transporte y logística internacionales.

- **Debilidades**

En primera instancia se encuentran los costos significativos en términos de recursos humanos y técnicos para el desarrollo y mantenimiento de la aplicación. También se incluyen al equipo especializado que se requiere para asegurar la calidad y funcionalidad de la app. La integración entre las distintas funciones propuestas puede resultar difícil en brindar actualizaciones y por último se encuentra la dependencia de los servicios privados como son las aduanas.

- **Amenazas**

Actualmente existen aplicaciones dirigidas a algunas funciones propuestas para la app, y aunque aún no exista una que integre todas las funciones, en un futuro puede incrementar la competencia del mercado. El cambio en las normativas también juega un papel crucial que puede significar un alto grado de operación y complejidad en el manejo de datos. Finalmente, los errores de programación, compatibilidad o fallas en los servidores acompañado de la resistencia al cambio por parte del sector logístico pueden afectar en el acogimiento de la app móvil.

#### 4.1.5. Impacto del desarrollo de la app móvil

Los primeros pasos en el desarrollo de la app móvil propuesta generaron buenos frutos, al presentar su alojamiento web a las empresas de transporte que forman parte de la Asociación de Transporte Pesado del Carchi.

El sitio web diseñado cumplió un rol importante en el proyecto de vinculación entre la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y la Asociación de Transporte Pesado del Carchi, cuyo objetivo principal fue fortalecer las competencias profesionales en el sector del transporte de carga a través de entornos virtuales, diagnóstico de gestión, generación de instructivos y capacitaciones en diversas áreas de logística y transporte.

El proyecto se desarrolló exitosamente cumpliendo cada objetivo planteado, presentando el sitio web de acuerdo a las necesidades de los beneficiarios como se muestra en la Figura 60, además fueron realizados de manera correcta los diagnósticos de gestión organizacional correspondiente a cada empresa beneficiada, en este caso, Transcomerinter Ltda CIA.



**Figura 60.** Capacitación con el uso del sitio web diseñado.

Posteriormente, se desarrolló instructivos de consignación de información de los documentos de transporte internacional de mercancías por carretera. Por último, se socializó a través de capacitaciones con la empresa beneficiada, las falencias en las normativas ISO, y más regulaciones, la seguridad en el transporte de carga, la optimización de rutas y costos, al igual que las relaciones con proveedores y clientes. De esta manera, se espera aumentar la eficiencia y productividad del sector al preparar a los conductores de manera más rápida y efectiva, y fomentar una cultura de innovación y adaptación tecnológica.

Por otro lado, la capacitación dirigida a los trabajadores de las empresas de transporte de carga pesada permitió un entrenamiento continuo y actualizado, también aumentó la eficiencia operativa lo que mantiene al personal altamente calificado y adaptable a nuevas tecnologías y regulaciones, mejorando la competitividad del sector. Por consiguiente, el desarrollo de habilidades prácticas contribuye a una reducción de costos operativos y un incremento en la eficiencia y

productividad, fortaleciendo así la economía del sector de transporte de carga pesada.

La Figura 61 muestra la finalización del proyecto con la entrega de certificados a las empresas de transporte pesado que forman parte de la Asociación de Transporte Pesado del Carchi. Los certificados muestran la importancia y el gran aporte que fomentó el proyecto de vinculación.



**Figura 61.** Finalización Proyecto de Vinculación UPEC 2024.

## 4.2. DISCUSIÓN

En este proyecto se ha realizado un análisis exhaustivo para desarrollar una aplicación móvil destinada a optimizar el acondicionamiento de carga y los procesos aduaneros en el transporte de mercancías dentro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). Se ha llevado a cabo una investigación detallada sobre las necesidades específicas de la región y las normativas aduaneras, así como un estudio comparativo con las aplicaciones existentes en el mercado.

Es importante destacar que la logística y el transporte son componentes esenciales de la economía, y la optimización de estos procesos puede generar importantes beneficios económicos y operativos. La propuesta de desarrollar una aplicación móvil que no solo optimice la carga, sino que también integre las normativas aduaneras de la CAN ofrece una solución integral y novedosa, posicionándola como una herramienta valiosa para empresas de transporte y logística.

En cuanto a la integración de los procesos aduaneros, se han identificado las principales normativas y procedimientos que deben cumplirse para el transporte de

mercancías en la región. La aplicación propuesta tiene el potencial de facilitar el cumplimiento de estas normativas, reduciendo errores y demoras en el proceso aduanero. Además, la optimización de la carga mediante el uso de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático puede mejorar significativamente la eficiencia del transporte, reduciendo costos y tiempos de entrega. Por otro lado, el desarrollo del algoritmo de cubicaje fue posible gracias a la investigación documental, de la cual se obtuvo varios métodos de cálculo y se logró desarrollar una variante específica para el cubicaje de carga de un solo tipo de producto. El resultado del algoritmo es visiblemente funcional y eficaz y con ejemplos del sector logístico se puede apreciar la aproximación cercana a un cubicaje completamente acertado a diferencia de métodos empíricos.

En cuanto a los recursos necesarios para el desarrollo de la aplicación pueden ser mínimos como el de la presente propuesta con un desarrollo rápido, pero sin una estructura robusta. No obstante, para el desarrollo completo de la *app* la inversión en tecnología, incluyendo hardware, software y servicios en la nube, es considerable pero justificada por los beneficios potenciales que la aplicación puede ofrecer. La metodología de programación extrema (XP) propuesta para el desarrollo de la aplicación asegura un enfoque ágil y colaborativo, permitiendo una rápida adaptación a cambios y mejoras continuas en el producto.

Al comparar los resultados obtenidos con los antecedentes revisados, se evidencia que Optitrans no solo cumple con las funcionalidades esenciales identificadas en estudios previos sobre optimización logística, sino que también incorpora elementos innovadores que no estaban presentes en dichas propuestas. Por ejemplo, mientras otros sistemas se centraban únicamente en la visualización del cubicaje o en el cumplimiento normativo por separado, Optitrans integra ambos aspectos en una sola herramienta, además de proporcionar guías interactivas adaptadas a las normativas del SENA y la CAN. Esta integración mejora significativamente la experiencia del usuario final y responde de manera más eficaz a las necesidades específicas del transporte de carga en la región andina, superando las limitaciones detectadas en soluciones anteriores, como la fragmentación de procesos o la falta de visualización tridimensional del espacio de carga.

El resultado de la *app* y su sitio web han sido un éxito ya que demuestra la posibilidad de desarrollar herramientas poderosas que envuelvan muchas de las funciones que

contempla la logística. De hecho, este proyecto podría abrir las puertas para seguir investigando e implementando soluciones tecnológicas similares en otras regiones y sectores. La capacidad de integrar la optimización de carga con el cumplimiento normativo en una aplicación móvil accesible y eficiente tiene el potencial de transformar la manera en que se gestionan los procesos logísticos y aduaneros, no solo en la CAN sino en cualquier región con normativas específicas.

Los resultados obtenidos demuestran que el desarrollo de una aplicación móvil que optimice tanto la carga como los procesos aduaneros es viable y beneficioso. La aplicación propuesta no solo mejora la eficiencia y reduce costos en el transporte de mercancías, sino que también facilita el cumplimiento de normativas aduaneras, proporcionando una solución integral y novedosa que podría dinamizar la economía de la región y mejorar la competitividad de las empresas de transporte y logística.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- La aplicación propuesta ofrece una solución integral al combinar la optimización de carga con el cumplimiento de normativas aduaneras específicas de la CAN, abordando una necesidad no cubierta por las aplicaciones actuales.
- Al enfocarse en las normativas y necesidades específicas de la región CAN, la aplicación propuesta se posiciona con una ventaja competitiva frente a otras soluciones genéricas del mercado.
- El cubicaje fue desarrollado a partir de las investigaciones documentales, logrando crear una variante que incluye cálculos rápidos y tomando en cuenta las restricciones más importantes. El algoritmo toma en cuenta las 6 posibles posiciones del producto, la capacidad del contenedor en términos de área, volumen y peso y además se toma en cuenta el margen de maniobra o de seguridad. Por último, se desarrolló la visualización 3D a través de la librería Three.js para graficar capas completas y sobrantes.
- El cubicaje en comparación con el método empírico da formidables ventajas en cuestión al tiempo y a la exactitud con respecto a los resultados. Por otra parte, los softwares especializados aun presentan mucha diferencia al algoritmo ya que toman en cuenta cálculos más avanzados. Sin embargo, el costo de sus suscripciones puede provocar que los usuarios opten por la aplicación propuesta.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se debería invertir en tecnologías avanzadas y recursos como inteligencia artificial y aprendizaje automático, para asegurar una implementación eficiente y de alta calidad.
- Establecer una colaboración estrecha con las autoridades aduaneras de la CAN para asegurar que la aplicación esté alineada con las últimas normativas y procedimientos, y para facilitar su adopción por parte de los usuarios.

- El algoritmo de cubicaje puede ser aún más óptimo implementando heurísticas más complejas dirigidas al cálculo de cubicaje como *first fit*.
- Implementar un plan de actualización continua para asegurar que la aplicación se mantenga al día con los cambios en las normativas aduaneras y las necesidades del mercado, y para incorporar mejoras y nuevas funcionalidades basadas en el *feedback* de los usuarios.
- Desarrollar una estrategia de promoción y difusión para dar a conocer la aplicación entre las empresas de transporte y logística de la región CAN, destacando sus beneficios y funcionalidades únicas, y ofreciendo demostraciones y capacitación para facilitar su adopción.
- Considerar la posibilidad de adaptar la aplicación para otras regiones con normativas específicas, ampliando su mercado objetivo y aprovechando la experiencia y tecnología desarrollada en este proyecto para ofrecer soluciones similares en otros contextos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asana. (2022). XP. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/extreme-programming-xp>
- Azab, A., Park, J., y Mostafa, N. (2021). *Smart Mobile Application for Short-Haul Cargo Transportation*. MDPI. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/logistic5020036>
- Bee Interactive. (2023). *Easy Cargo*. Obtenido de <https://www.container-loading.com/es/>
- Bloch, R. (2012). *RM Forwarding: La cadena Logística Internacional*. Obtenido de <http://rm-forwarding.com/2012/06/04/la-cadena-logistica-internacional/>
- Cánovas, A. C. (2021). *Manual de uso de las reglas Incoterms 2020*. España: Marge Books.
- Carro, R., y González, D. (2020). *Normalización Serie Normas ISO*. Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Criollo, E. C. (2016). *Desarrollo de una aplicación móvil para optimizar la gestión de órdenes en locales de venta de comida*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1691/1/76204.pdf>
- DIAN - SENA. (2018). *Manual de procedimientos CEBAF*. Colombia.
- Diario Transporte. (2021). *Las causas y consecuencias de una carga mal sujeta*. Obtenido de <https://www.diariodetransporte.com/opinion/diariodetransporte-com-redaccion/las-causas-y-consecuencias-de-una-carga-mal-sujeta/20210419185829035686.html>
- González, A. (2020). *Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva*. Universidad Nacional Andrés Bello.

- Hernández, R., Carlos, F., y Pilar, B. (2006). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México: MacGraw-Hill/Interamericana.
- IBM. (2024). ¿Qué es EDI: intercambio electrónico de datos? Obtenido de <https://www.ibm.com/es-es/topics/edi-electronic-data-interchange>
- Jaramillo, Z. E. (2018). *Desarrollo de aplicación móvil, con geolocalización de líneas de autobuses y sus paradas para el gobierno autónomo descentralizado municipalidad de Ambato*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b4c177c8-5ced-45af-98f8-159f1d1b86c6/content>
- Jiménez, J., Bueno, A., Jiménez, E., y Cedillo, G. (2015). *Efecto del cubicaje en el costo logístico del transporte y competitividad empresarial*. México.
- Lafuente, C., y Marín, A. (2008). *Metodología de la investigación en las ciencias sociales*. Bogotá, Colombia.
- Martínez, M. R. (2010). *Aspectos determinantes del estado de la facilitación del transporte en América Latina: los casos de Colombia y el Perú (Comunidad Andina de Naciones)*. Washington: CEPAL. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/59824d8f-8683-4fc1-902c-9d3ce6093407/content>
- Medina, F. (2022). *Análisis estadístico: Importancia de la interpretación de datos*. Obtenido de <https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/analisis-estadistico/>
- Mora, C. E. (2015). *Análisis de la aplicación de la normativa andina de transporte por carretera en la frontera Tulcán - Ipiales*. Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Obtenido de <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/459/486>
- Oracle. (2023). *Java*. Obtenido de <https://www.java.com/es/>
- Orbes, R. B. (2013). *Relaciones bilaterales Colombia y Ecuador: Transporte internacional de mercancías por carretera. Análisis del Caso: El Paso de Frontera entre el Municipio de Ipiales y el Cantón de Tulcán*. Ecuador: Revista SATHIRI. Obtenido de <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/240/286>

Pérez, C. (2012). *Empaque y embalajes*. Red Tercer Milenio.

Pérez, R. (2019). *Introducción a los modelos de optimización*. Universidad Piloto de Colombia.

*Proceso aduanero general*. (2023). Obtenido de <https://log.logcluster.org/es/proceso-aduanero-general>

Secretaría Andina. (2021). *Comunidad Andina*. Obtenido de <https://www.comunidadandina.org/>

Taha, H. A., y González, V. (2004). *Investigación de operaciones 7ma edición*. México: Pearson Educación.

Thomson, R. (2022). *Software para aduanas*. Obtenido de <https://www.thomsonreuters.com/software-para-aduanas/>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC




**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**

**FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL**

**CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**

**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

<b>ESTUDIANTE:</b> Belalcázar Tucanés Pedro Alfonso		<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> 0401784087	
<b>PERIODO ACADÉMICO:</b> 2025A			
<b>PRESIDENTE TRIBUNAL:</b> MSc. López Ruano Juan Carlos		<b>DOCENTE TUTOR:</b> MSc. Realpe Cabrera Iván Allrio	
<b>DOCENTE:</b> MSc. Maffa Bolaños Iván Gabriel			
<b>TEMA DEL TIC:</b> "Aplicación móvil para optimizar el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero en el transporte de mercancías en la CAN"			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	10,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10,00	
3	METODOLOGÍA	10,00	
4	RESULTADOS	8,00	Profundizar en la explicación y cálculo del cubicaje. Mostrar resultados de los indicadores
5	DISCUSIÓN	8,00	Presentar la discusión con base en los antecedentes de investigación
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	9,00	Manejo de lenguaje técnico orientado a la carrera
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	10,00	

Obteniendo una nota de: **9,40** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 9 de abril de 2025**



MSc. López Ruano Juan Carlos  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**



MSc. Realpe Cabrera Iván Allrio  
**DOCENTE TUTOR**



MSc. Maffa Bolaños Iván Gabriel  
**DOCENTE**

**Anexo 2.** Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND  
NATIVE LANGUAGES CENTER

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Pedro Alfonso Belalcázar Tucanés				
<b>DATE:</b> Martes, 6 de mayo de 2025				
<b>Topic:</b> Aplicación móvil para optimizar el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero en el transporte de mercancías en la CAN				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		



## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

### Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

**Autor:** Pedro Alfonso Belalcázar Tucanés

**Fecha de recepción del abstract:** Martes, 6 de mayo de 2025

**Fecha de entrega del informe:** Martes, 6 de mayo de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

### Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



firmado electrónicamente por:  
MARTHA ARACELLY  
VIVEROS ALMEIDA

Validar electrónicamente con firmADOC

MA. Martha Viveros  
Docente responsable del  
CIDEN

### Anexo 3. Formato de encuesta



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**



**FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y  
ECONOMÍA EMPRESARIAL**

**CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**

**ENCUESTA DE NECESIDADES EN EL SECTOR LOGÍSTICO**

Dirigida a empresas de transporte, importadoras, exportadores o agentes aduaneros  
(Para conocer los requisitos de la aplicación)

Estimado Sr/Sra., como estudiante de la UPEC, solicito a usted muy cordialmente dar contestación a la siguiente encuesta que es totalmente anónima. Soy estudiante de la carrera de Logística y Transporte y me encuentro realizando una investigación sobre el desarrollo de una aplicación para el proceso aduanero y acondicionamiento de la carga en el transporte de mercancía dentro de la CAN.

Las respuestas proporcionadas serán utilizadas únicamente con fines investigativos en el desarrollo de mi proyecto de titulación.

Objetivo de la encuesta: Conocer las necesidades del sector logístico en relación al acondicionamiento de carga y procesos aduaneros, así como también las falencias de las aplicaciones actuales.

1. ¿Cuáles son los desafíos más comunes que enfrenta durante el acondicionamiento de carga?
  - Selección de embalaje
  - Cubicaje
  - Etiquetado y marcado
  - Otro (Especifique)
  
2. ¿Cuáles son los desafíos más comunes que enfrenta durante el proceso aduanero?
  - Selección de documentos para los trámites aduaneros correspondientes
  - Cumplimiento de regulaciones aduaneras

- Clasificación arancelaria
- Desconocimiento de restricciones y regulaciones

3. ¿Conoce Ud. alguna aplicación que facilite el acondicionamiento de carga y el proceso aduanero?

- Sí (Especifique)
- No

Nota: En caso de responder "No", por favor, vaya directamente a la pregunta 7.

4. ¿Qué falencias operativas cree Ud. que tienen las aplicaciones actuales?

- Funciones limitadas
- Problemas de compatibilidad (crasheos)
- Interfaz poco intuitiva
- Mala optimización
- Ninguna
- Otro (especifique)

5. ¿Qué problemas de manejo de información en relación a los procesos aduaneros ha experimentado Ud. al utilizar las aplicaciones actuales?

- Información desactualizada
- Información incorrecta
- Información insuficiente
- Pérdida de información
- Ninguno
- Otro (especifique)

6. ¿Qué problemas en el acondicionamiento de carga ha experimentado Ud. al utilizar las aplicaciones actuales?

- Cubicaje incorrecto
- Embalaje incorrecto
- Clasificación arancelaria incorrecta
- Ninguno
- Otro (especifique)

7. ¿Cuánto tiempo, en promedio, se tarda en completar el proceso de acondicionamiento de carga (tiempo en el que se prepara la carga de manera adecuada para su transporte)?

- Menos de 5 minutos
- Entre 5 a 30 minutos
- Entre 30 minutos a 1 hora
- Entre 1 a 6 horas

- 1 día
  - No determinado
  - Otro (especifique)
8. ¿Qué información cree que es esencial para el acondicionamiento de carga que debería estar fácilmente accesible en la aplicación?
- Dimensiones de la unidad de carga
  - Empaques, embalajes y contenedores para los tipos de carga
  - Restricciones de peso y carga máxima permitida
  - Otro (especifique)
9. ¿Cree Ud. que una aplicación podría ayudar a reducir el tiempo de acondicionamiento de carga?
- Sí
  - No
10. ¿Cuánto tiempo, en promedio, se tarda en determinar los documentos y procedimientos necesarios para el proceso aduanero correspondiente? Ejm. Exportación definitiva o importación para el consumo.
- Menos de 5 minutos
  - Entre 5 a 30 minutos
  - Entre 30 minutos a 1 hora
  - Entre 1 a 6 horas
  - 1 día
  - No determinado
  - Otro (especifique)
11. ¿Qué información cree que es esencial para el proceso aduanero que debería estar fácilmente accesible en la aplicación?
- Documentación necesaria de la carga
  - Normativas de la CAN
  - Restricciones y regulaciones
  - Impuestos y tasas
  - Otro (especifique)
12. ¿Cree Ud. que una aplicación podría ayudar a reducir el tiempo de proceso aduanero?
- Sí
  - No
13. ¿Qué funcionalidades específicas le gustaría que tuviera esta aplicación para facilitar su trabajo en el acondicionamiento de carga y proceso aduanero?
- Base de datos relacional
  - Modelos de cálculo para cubicaje
  - Otro (especifique)

## Anexo 4. Algoritmo de cubicaje en script con lenguaje java

```
LOG-UPEC Update scriptcujs ✓

Code Blame 474 lines (417 loc) · 20.1 KB Code 55% faster with GitHub Copilot

1 // Presets de contenedores
2 const containerPresets = {
3   "20ft": { height: 239, width: 235, depth: 590, maxWeight: 28000, safeHeight: 239 },
4   "40ft": { height: 239, width: 235, depth: 1200, maxWeight: 30480, safeHeight: 239 },
5   "euroPallet": { height: 144, width: 80, depth: 120, maxWeight: 1500, safeHeight: 200
6 };
7
8 function applyPreset() {
9   const preset = document.getElementById("containerPreset").value;
10  if (preset !== "custom") {
11    const { height, width, depth, maxWeight, safeHeight } = containerPresets[preset];
12    document.getElementById("containerHeight").value = height;
13    document.getElementById("containerWidth").value = width;
14    document.getElementById("containerDepth").value = depth;
15    document.getElementById("containerMaxWeight").value = maxWeight;
16    document.getElementById("safeHeight").value = safeHeight;
17  }
18  if (window.scene) initThreeJS(); // Reconstruir escena si cambia preset
19 }
20
21 let scene, camera, renderer, products = [];
22 let cameraDistance = 3; // Distancia inicial de la cámara
23 let chart; // Variable para el gráfico de Chart.js
24
```

```
Tes_Vin / scriptcujs

Code Blame 474 lines (417 loc) · 20.1 KB Code 55% faster with GitHub Copilot

25 function initThreeJS() {
26   const canvas = document.getElementById("scene");
27   const scene = new THREE.Scene();
28   const camera = new THREE.PerspectiveCamera(75, window.innerWidth / window.innerHeight, 0.1, 1000);
29   const renderer = new THREE.WebGLRenderer({ canvas });
30   scene.add(camera);
31   camera.position.z = 5;
32
33   // Contenedor
34   const containerWidth = parseFloat(document.getElementById("containerWidth").value) / 100 || 1;
35   const containerHeight = parseFloat(document.getElementById("containerHeight").value) / 100 || 1;
36   const containerDepth = parseFloat(document.getElementById("containerDepth").value) / 100 || 1;
37   const containerGeometry = new THREE.BoxGeometry(containerWidth, containerHeight, containerDepth);
38   const containerEdges = new THREE.EdgesGeometry(containerGeometry);
39   const containerMaterial = new THREE.LineBasicMaterial({ color: 0x808080 });
40   const containerWireframe = new THREE.LineSegments(containerEdges, containerMaterial);
41   containerWireframe.position.set(containerWidth / 2, containerHeight / 2, containerDepth / 2);
42   scene.add(containerWireframe);
43
44   // Ajustar cámara
45   const maxDim = Math.max(containerWidth, containerHeight, containerDepth);
46   cameraDistance = maxDim * 3; // Distancia inicial
47   updateCameraPosition(maxDim, containerWidth, containerHeight, containerDepth);
48
49   // Añadir listener para zoom con la rueda del mouse
50   canvas.addEventListener('wheel', (event) => {
51     event.preventDefault();
52     cameraDistance += event.deltaY * 0.005;
53     cameraDistance = Math.max(0.5, Math.min(cameraDistance, maxDim * 10));
54     updateCameraPosition(maxDim, containerWidth, containerHeight, containerDepth);
55   });
56 }
57
```

Tes\_Vin / scriptcu.js

Code Blame 474 lines (417 loc) · 20.1 KB Code 55% faster with GitHub Copilot

```
121 function addProducts(result) {
140     const totalWidth = result.productsPerWidth * productWidth + (result.productsPerWidth - 1) * gap;
141     const totalDepth = result.productsPerDepth * productDepth + (result.productsPerDepth - 1) * gap;
142     const totalHeight = result.productsPerHeight * productHeight + (result.productsPerHeight - 1) * gap;
143
144     const offsetX = (containerWidth - totalWidth) / 2;
145     const offsetZ = (containerDepth - totalDepth) / 2;
146
147     for (let y = 0; y < result.productsPerHeight; y++) {
148         for (let x = 0; x < result.productsPerWidth; x++) {
149             for (let z = 0; z < result.productsPerDepth; z++) {
150                 const product = new THREE.Mesh(geometry, material);
151                 product.position.set(
152                     offsetX + x * (productWidth + gap) + productWidth / 2,
153                     y * (productHeight + gap) + productHeight / 2,
154                     offsetZ + z * (productDepth + gap) + productDepth / 2
155                 );
156
157                 const edges = new THREE.LineSegments(edgesGeometry, edgesMaterial);
158                 edges.position.copy(product.position);
159
160                 products.push(product);
161                 scene.add(product);
162                 scene.add(edges);
163             }
164         }
165     }
```

Tes\_Vin / scriptcu.js

Code Blame 474 lines (417 loc) · 20.1 KB Code 55% faster with GitHub Copilot

```
383 function exportToPdf() {
452     doc.drawImage(imgData, 'PNG', 10, yPosPosition, 50, 50); // Escala de 400x400 a 50x50 mm
453     yPosPosition += 60;
454 }
455
456 // Añadir el diagrama de barras
457 const chartCanvas = document.getElementById('resultsChart');
458 if (chartCanvas) {
459     const chartImgData = chartCanvas.toDataURL('image/png');
460     doc.setFontSize(14);
461     doc.text("Gráfico de Porcentajes", 10, yPosPosition);
462     yPosPosition += 8;
463     doc.drawImage(chartImgData, 'PNG', 10, yPosPosition, 80, 40); // Escala de 400x200 a 80x40 mm
464 }
465
466 doc.save("cubicaje_optitrans.pdf");
467 }
468
469 // Habilitar/deshabilitar input de máximo de filas según "Frágil"
470 document.getElementById("fragile").addEventListener("change", function() {
471     document.getElementById("maxStack").disabled = !this.checked;
472 });
473
474 initThreeJS(); // Inicializar escena al cargar
```

## Anexo 5. Repositorio y código para la página web

Tes\_Vin Public Pin Unwatch 1

main 1 Branch 0 Tags  Add file Code

Commit	Message	Time
LOG-UPEC	Update stylecu.css ✓	0416b5a · 3 days ago 620 Commits
.github/workflows	Update jekyll-gh-pages.yml	8 months ago
.vs	Creamos el index	9 months ago
CPICeJ.jpg	Add files via upload	8 months ago
Carta porte.jpg	Add files via upload	9 months ago
Carta porte1.jpg	Add files via upload	9 months ago
Comenzar.svg	Add files via upload	9 months ago
Contactos.svg	Add files via upload	9 months ago
Crear cuenta.svg	Add files via upload	9 months ago
DTI.svg	Add files via upload	9 months ago
Ejemplo.svg	Add files via upload	9 months ago
EjemploCPIC.svg	Add files via upload	8 months ago
EjemploMCI.svg	Add files via upload	8 months ago
Fondo.svg	Add files via upload	9 months ago
Fondo1.svg	Add files via upload	9 months ago
EjemploMCI.svg	Add files via upload	8 months ago
Fondo.svg	Add files via upload	9 months ago
Fondo1.svg	Add files via upload	9 months ago
Guia uso.svg	Add files via upload	9 months ago
Iniciar sesion.svg	Add files via upload	9 months ago
Inicio.svg	Add files via upload	9 months ago
MCI.svg	Add files via upload	8 months ago
MCIC.jpg	Add files via upload	8 months ago
MCIej.jpg	Add files via upload	8 months ago
OPTITRANS.svg	Add files via upload	9 months ago
Olvide la contraseña.svg	Add files via upload	9 months ago
Select product.svg	Add files via upload	9 months ago
Select product1.svg	Add files via upload	9 months ago
aduana.gif	Add files via upload	8 months ago
beneficiario1.png	Add files via upload	6 months ago
beneficiario2.png	Add files via upload	6 months ago
cartaporte2.jpg	Add files via upload	8 months ago
cpid.svg	Add files via upload	8 months ago

 proyect_vin.html	Update proyect_vin.html	6 months ago
 regresar.svg	Add files via upload	8 months ago
 script.js	Update script.js	8 months ago
 scriptcu.js	Update scriptcu.js	3 days ago
 scriptdtai.js	Update scriptdtai.js	8 months ago
 scriptip.js	Update scriptip.js	8 months ago
 scriptmci.js	Update scriptmci.js	8 months ago
 select_product.html	Update select_product.html	8 months ago
 style.css	Update style.css	8 months ago
 styleaduana.css	Update styleaduana.css	4 days ago
 stylecu.css	Update stylecu.css	3 days ago
 stylegd.css	Update stylegd.css	8 months ago
 stylei.css	Update stylei.css	8 months ago
 styleip.css	Update styleip.css	8 months ago
 stylepad.css	Update stylepad.css	4 months ago
 stylepv.css	Update stylepv.css	6 months ago
 styles.css	Update styles.css	8 months ago
 stylesp.css	Update stylesp.css	9 months ago

## Anexo 6. Diseño en Android Studio

```
MainActivity.kt × AndroidManifest.xml </> activity_main.xml
2
3 > import ...
7
8 </> class MainActivity : ComponentActivity() {
9     override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
10         super.onCreate(savedInstanceState)
11         setContentView(R.layout.activity_main)
12
13         val myWebView: WebView = findViewById(R.id.webView)
14         myWebView.webViewClient = WebViewClient()
15         myWebView.settings.javaScriptEnabled = true
16         myWebView.loadUrl(url: "https://log-upec.github.io/Tes_Vin/index.html")
17     }
18
19     override fun onBackPressed() {
20         val myWebView: WebView? = findViewById(R.id.webView)
21         if (myWebView?.canGoBack() == true) {
22             myWebView.goBack()
23         } else {
24             super.onBackPressed()
25         }
26     }
27 }
```

```
MainActivity.kt × AndroidManifest.xml </> activity_main.xml
1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3     xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools">
4
5     <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
6
7     <application
8         android:allowBackup="true"
9         android:dataExtractionRules="@xml/data_extraction_rules"
10        android:fullBackupContent="@xml/backup_rules"
11        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
12        android:label="@string/optitrans"
13        android:roundIcon="@mipmap/ic_launcher_round"
14        android:supportRtl="true"
15        android:theme="@style/Theme.Optitrans"
16        tools:targetApi="31">
17         <activity
18             android:name=".MainActivity"
19             android:exported="true"
20             android:label="@string/optitrans"
21             android:theme="@style/Theme.Optitrans">
22             <intent-filter>
23                 <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
24                 <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
25             </intent-filter>
26         </activity>
```

```
MainActivity.kt  AndroidManifest.xml  </> activity_main.xml ×
1 | <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 | <androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/
3 |     xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
4 |     xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
5 |     android:layout_width="match_parent"
6 |     android:layout_height="match_parent"
7 |     tools:context=".MainActivity">
8 |
9 |     <WebView
10 |         android:id="@+id/webView"
11 |         android:layout_width="0dp"
12 |         android:layout_height="0dp"
13 |         app:layout_constraintTop_toTopOf="parent"
14 |         app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
15 |         app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
16 |         app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent" />
17 |
18 | </androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout>
```