



UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**” Diseño y validación de un sistema de gestión de información operativa y sanitaria para binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas”**

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y al Título de Ingeniero Civil Industrial

**Andrés Ignacio Torres Valdés**

**Prof. Guía: Dr. Erik Schulze**

Julio, 2025.

## ***Agradecimientos***

*Esto es el término de una etapa, pero no cualquiera, sino la más difícil y la que más alegrías me ha dado a día de hoy. Aprendí muchísimo, no solo en la formación profesional sino de la vida, a ganarle a la vida muchachos y hoy puedo decir que lo logre, por eso, gracias a MI, por no rendirme nunca, por no bajar los brazos y por intentarlo una y otra vez hasta lograrlo.*

*Agradecer a mi profesor guía por toda su buena disposición, por ayudarme, por guiarme, por su tiempo, gracias profesor por ayudarme a realizar esta tesis. Dar las gracias también a todos los profesores que fueron parte de mi formación, por apoyarme, pero por sobre todo por desafiarme a realizar y lograr cosas que no creí ser capaz de conseguir.*

*Gracias a Papá y Mamá por siempre estar a mi lado, por no dejarme caer. Por ustedes quise ser ingeniero y hoy ese sueño es una realidad. Gracias por todo su amor. Gracias a toda la familia, materna y paterna. A mis hermanos pequeños, que son mi gran pilar, solo darle las gracias por soportar a su hermano mayor en todos sus momentos, buenos y malos, gracias hermanos y ahora les toca a ustedes lograr esto, lo espero con ansias.*

*A mis amigos Esteban, Patricio y José Tomas, gracias muchachos por todas y cada una de nuestras locuras, risas, juegos, tardes y noches de estudio, gracias por acompañarme, por el 'apañe', gracias por hacer esta etapa mejor de lo que esperaba, los quiero muchachos.*

*A todos mis amigos de la universidad agradecer por hacer de este camino uno feliz, alegre y bonito, por entregarme toda esa garra que siempre nos entregamos, el decirnos todos que lo lograríamos. No pudo dejar de nombrar a un grupo es especial, 'Los 4 mosqueteros', sin ustedes este camino hubiera tomado otro rumbo, gracias por todo muchachos.*

*A mis amigos de la vida 'Los afirmate', gracias muchachos, ahora sí, todos lo logramos, todos somos profesionales, lo logro el pequeño del grupo. Gracias por todo su apoyo, por todas sus palabras de aliento y por siempre recordarme que lo lograría.*

*Gracias a mi Chica Hermosa por acompañarme en la etapa final del camino, por mostrarme que mis acciones, mi esfuerzo pueden inspirar a otros. Gracias por todas las noches que me acompañaste, cuidaste y alentaste a seguir adelante.*

*Dar las gracias a la vida, y a Dios por permitir lograr ser Ingeniero, por darme la oportunidad de demostrarme que puedo lograr todo lo que me proponga, gracias a todo lo bueno y lo malo del proceso, porque es parte del camino.*

*Por último, dejar una frase que va de padre a hijo*

***“NUNCA TE RINDAS, JAMÁS RETROCEDAS”***

## **Resumen**

La gestión de información de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduana se realiza mediante un proceso manual, centralizado y propenso a errores, lo que limita la trazabilidad de los datos y la toma de decisiones estratégicas. Este proyecto tuvo como objetivo diseñar un sistema digital que permita recolectar, consolidar y visualizar la información, mejorando su gestión mediante indicadores clave.

Aplicando la metodología Design Science Research (DSR), se desarrolló una solución compuesta por formularios digitales estandarizados, una base de datos relacional y un dashboard interactivo, orientado a la utilización de KPI para apoyar la toma de decisiones operativas.

La validación del sistema mediante simulaciones y una prueba piloto demostró una reducción del 33% en los tiempos de procesamiento y una disminución del error desde un 15% a un 5%. El análisis costo-beneficio confirmó su rentabilidad, con un VAN de \$9.688.549 en 5 años. Además, se exploró un modelo predictivo que anticipa hallazgos operativos, evidenciando el potencial analítico de los datos.

Palabras claves: Aduana, Gestión de información, Binomio Guía-Can, modelo predictivo.

## **Abstract**

The information management of the Guide-Canine units of the National Customs Service is carried out through a manual, centralized, and error-prone process, which limits data traceability and hinders strategic decision-making. This project aimed to design a digital system capable of collecting, consolidating, and visualizing such information, improving its management through key performance indicators. Applying the Design Science Research (DSR), a solution was developed consisting of standardized digital forms, a relational database, and an interactive dashboard focused on the use of KPI's to support operational decision-making.

System validation through process simulations and a pilot test showed a 33% reduction in processing time and a decrease in error rates from 15% to 5%. The cost-benefit analysis confirmed its profitability, with a Net Present Value (NPV) of \$9,688,549 over five years. In addition, a predictive model was explored to anticipate operational findings, demonstrating the analytical potential of the collected data.

Key words: Customs, Information management system, Guide-Canine unite, Cost-benefit analysis, Predictive model.

# Índice

Glosario .....	8
Abreviaturas .....	10
Ilustraciones .....	11
Tablas .....	13
Introducción .....	14
Capítulo 1: Descripción de la Organización .....	16
1.1 Contexto institucional y rol de los binomios Guía-Can .....	16
1.1.1 Herramienta Binomio Guía-Can .....	18
1.1.2 Desempeño reciente del Departamento de Drogas y contexto operativo nacional .....	19
1.2 Problema general de gestión de información .....	19
1.3 Motivación del trabajo y relevancia del diseño propuesto .....	21
1.4 Alcance y limitaciones .....	23
Capítulo 2: Diagnóstico de la situación-problema .....	25
2.1 Descripción del proceso actual .....	25
2.2 Participantes, herramientas y flujos de información .....	29
2.2.1 Proceso general de gestión de la información .....	30
2.2.2 Subproceso de registro y remisión de información .....	30
2.2.3 Subproceso de verificación interna de hallazgos .....	31
2.2.4 Subproceso de validación y corrección de datos .....	32
2.2.5 Subproceso de diseño del reporte mensual .....	33
2.3 Cuantificación de carga operativa, errores y tiempos .....	33
2.3.1 Cuantificación del Proceso General .....	34
2.3.2 Cuantificación del Subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual .....	35
2.3.3 Cuantificación del Subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados .....	36
2.3.4 Cuantificación del Subproceso de Validar y Corregir Información .....	37
2.3.5 Cuantificación del Subproceso de Diseño de Reporte .....	38
2.3.6 Observaciones de la cuantificación .....	40
2.4 Evaluación de Impacto Institucional y Falencias Críticas .....	41
Capítulo 3: Definición del Problema .....	43
3.1 Identificación de síntomas visibles del problema .....	43
3.2 Análisis causal (Matriz de Vester) .....	44
3.2.1 Variables analizadas .....	45

3.2.2 Clasificación y hallazgos. ....	49
3.3 Definición formal del problema .....	50
3.4 Impacto sobre las funciones operativas, sanitarias y estratégicas .....	50
Capítulo 4: Objetivos del Proyecto .....	51
Capítulo 5: Marco Teórico .....	52
5.1 Fundamentos de la Gestión Institucional y Modernización del Estado .....	52
5.2 Comparación y Selección de Enfoques Metodológicos.....	53
5.3 Aplicación de la metodología DSR al sistema Guía-Can .....	56
5.4 Fundamentos de sistemas de gestión institucional .....	57
5.5 Automatización de procesos administrativos .....	58
5.6 Modelado de datos e ingeniería de bases de datos.....	59
5.7 Visualización de datos y tableros de control.....	61
5.8 Metodología de evaluación mediante simulación .....	61
Capítulo 6: Propuesta Metodológica.....	63
6.1 Enfoque metodológico general .....	64
6.2 Estrategia de levantamiento de requerimientos .....	64
6.3 Diseño del artefacto según DSR .....	64
6.3.1 Modelo de procesos TO-BE (BPMN).....	64
6.3.2 Modelado entidad-relación (ERD).....	65
6.3.3 Formulario estructurado de ingreso de datos.....	65
6.3.4 Visualización mediante dashboard.....	65
6.4 Plan de simulación y validación funcional.....	66
6.4.1 Indicadores base y metas proyectadas .....	66
6.4.2 Simulación del modelo TO-BE en Bizagi Modeler .....	67
6.4.3 Prueba piloto de prototipos .....	67
Capítulo 7: Diseño del Sistema Propuesto .....	69
7.1 Modelo de Procesos Optimizado (TO-BE) .....	69
7.1.1 Diagramas del modelo TO-BE.....	70
7.1.2 Comparación entre el modelo actual (AS-IS) y el modelo optimizado (TO-BE) .....	72
7.1.3 Justificación de las mejoras.....	73
7.2 Diseño Funcional de Módulos .....	73
7.3 Modelo Lógico y Físico de Base de Datos.....	74
7.3.1 Modelo entidad-relación (lógico).....	74

7.3.2 Relaciones entre tablas .....	75
7.3.3 Modelo físico y plataforma utilizada .....	75
7.4 Prototipos de formularios e interfaces .....	77
7.4.1 Estructura general del formulario .....	77
7.4.2 Componentes clave del formulario .....	77
7.4.3 Validaciones y automatización básica .....	80
7.4.4 Consideraciones de usabilidad .....	80
7.5 Diseño del Tablero de Visualización (Dashboard) .....	81
7.5.1 KPIs Representados .....	81
7.5.2 Filtros y funcionalidades interactivas .....	84
7.5.3 Enlace con los objetivos estratégicos .....	85
7.6 Evaluación técnica preliminar .....	85
7.6.1 Compatibilidad tecnológica e institucional .....	85
7.6.2 Integración con plataformas institucionales .....	86
7.6.3 Limitaciones y consideraciones operativas .....	86
7.6.4 Consideraciones sobre la sostenibilidad técnica del sistema .....	88
Capítulo 8: Evaluación de la prueba piloto del sistema digital .....	89
8.1 Resultados de la evaluación realizada por los guías caninos .....	89
8.2 Resultados de la evaluación del dashboard por la profesional encargada .....	90
8.3 Conclusión del piloto .....	92
Capítulo 9: Simulación de Procesos y Validación de Resultados .....	94
9.1 Comparación detallada de subprocesos simulados .....	94
9.2 Cumplimiento de objetivos del proyecto .....	96
9.3 Tiempos utilizados para la simulación del modelo TO-BE.....	97
Capítulo 10: Análisis Costo-Beneficio de la Implementación del Sistema Propuesto.....	99
10.1 Supuestos de evaluación .....	99
10.2 Inversión inicial y horizonte temporal.....	99
10.3 Flujo de caja del proyecto .....	100
10.4 Valor Actual Neto (VAN) y resultados .....	101
10.5 Tasa Interna de Retorno (TIR) y Payback .....	102
10.6 Análisis de sensibilidad.....	102
10.7 Conexión Estratégica entre la Solución Propuesta y el Problema Operativo Detectado.....	103
Capítulo 11: Exploración y Desarrollo de un Módulo Analítico Avanzado.....	105

11.1 Descripción del modelo implementado .....	105
11.2 Resultados obtenidos y análisis.....	106
11.3 Aplicación estratégica y proyecciones .....	107
11.4 Limitaciones y Próximos pasos.....	107
Capítulo 12: Conclusiones Generales.....	109
Referencias.....	111
Anexos .....	116
Anexo 1: Resultados en Narcotráfico – Enero a diciembre 2023 v/s 2024.....	116
Anexo 2: Planilla para llenado de reportabilidad de binomio canino .....	116
Anexo 3: Formulario aplicable a profesional cargo de coordinación EAC .....	118
Anexo 4: Flujo de Caja .....	123
Anexo 5: Código modelo predictivo de datos .....	124
Anexo 6: Resultados entregados por el Modelo Predictivo.....	128

## Glosario

- Binomio Guía-Can: Pareja conformada por un funcionario aduanero (guía) y un perro entrenado (can) para la detección de sustancias ilícitas y otras tareas operativas.
- Consolidación de datos: Proceso mediante el cual se unifican registros provenientes de diferentes fuentes o planillas en una base central de datos para su análisis.
- Dashboard: Herramienta visual interactiva que permite visualizar en tiempo real indicadores clave de desempeño (KPI), facilitando la toma de decisiones.
- Datos Operativos: Información relacionada con las actividades realizadas por los binomios en terreno (inspecciones, hallazgos, puntos de control, entre otros).
- Datos Sanitarios: Registros relacionados con el estado de salud del can, incluyendo vacunas, desparasitaciones, licencias médicas y controles veterinarios.
- Estandarización: Acción de definir criterios, formatos y estructuras comunes para asegurar la uniformidad en la recolección y procesamiento de la información.
- Gestión Operativa: Conjunto de actividades orientadas a planificar, ejecutar y supervisar el despliegue y trabajo de los binomios guía-can en terreno.
- Inteligencia de Negocios (BI): Tecnologías y metodologías que permiten analizar datos institucionales para generar reportes, indicadores y apoyo a decisiones estratégicas.
- Key Performance Indicator (KPI): Indicador clave de rendimiento. Métrica usada para evaluar el desempeño de un proceso o unidad respecto a objetivos específicos.
- Planilla Excel: Documento digital utilizado en el proceso actual para registrar manualmente los datos de cada binomio. Su uso ha generado errores y carga operativa significativa.
- Profesional Coordinadora: Funcionaria de la Dirección Nacional de Aduanas encargada de recibir, revisar, validar y consolidar la información enviada por los guías caninos.
- Simulación funcional: Técnica empleada para validar el diseño de un sistema mediante el uso de escenarios reales o hipotéticos que permiten medir su efectividad sin implementarlo completamente.
- Sistema de Gestión: Conjunto de herramientas, procesos y estructuras que permiten planificar, controlar, visualizar y mejorar el desempeño institucional de manera sistemática y trazable.

- Trazabilidad: Capacidad de seguir el historial, aplicación y localización de un dato, elemento o proceso, a lo largo del tiempo.

## **Abreviaturas**

- SNA: Servicio Nacional de Aduana
- DNA: Dirección Nacional de Aduanas
- SDA: Sistema de Drogas Aduanero
- MP: Ministerio Público
- PDI: Policía de Investigaciones de Chile
- KPI: Key Performance Indicators (Indicadores Clave de Desempeño)
- EAC: Escuela de Aduana Canina

## Ilustraciones

- Ilustración 1: Organigrama Dirección Nacional de Aduana
- Ilustración 2: Organigrama Departamento de Drogas y Delitos Conexos
- Ilustración 3: Binomios Guía-Can del SNA
- Ilustración 4: Diagrama BPMN del proceso actual de recopilación de datos de Binomios Caninos
- Ilustración 5: Diagrama BPMN del Subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual
- Ilustración 6: Diagrama BPMN del Subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados
- Ilustración 7: Diagrama BPMN del Subproceso de Validar y Corregir Información Contendida
- Ilustración 8: Diagrama BPMN del Subproceso de Diseño de Reporte
- Ilustración 9: Grafico de Tiempos del Proceso General
- Ilustración 10: Ponderaciones Matriz de Vester
- Ilustración 11: Plano de clasificación de variables según Vester.
- Ilustración 12: Componentes de un sistema de gestión institucional moderno
- Ilustración 13: Beneficios de la Automatización de Procesos Administrativo
- Ilustración 14: Etapas del diseño de una base de datos: diseño conceptual, lógico y físico.
- Ilustración 15: Comparación de indicadores clave entre el modelo actual (AS-IS) y el sistema propuesto (TO-BE)
- Ilustración 16: Diagrama BPMN general del proceso mensual de recolección de información operativa y sanitaria (TO-BE).
- Ilustración 17: Subproceso de llenado de datos por parte de los guías caninos.
- Ilustración 18: Subproceso de supervisión de alertas sanitarias por parte del coordinador institucional.
- Ilustración 19: Modelo Entidad-Relación del sistema de gestión de binomios Guía-Can.
- Ilustración 20: Captura de la sección de identificación del formulario.
- Ilustración 21: Registro de ausentismo del guía y del can.

- Ilustración 22: Estado de salud, entrenamiento diario y condiciones del canil.
- Ilustración 23: Trabajo operativo del binomio por punto de control.
- Ilustración 24: Registro de hallazgos operativos detectados por el binomio.
- Ilustración 25: Visualización general del tablero con KPI's por binomio y aduana.
- Ilustración 26: Visualizador de hallazgos por Aduana.
- Ilustración 27: Visualización KPI's Alertas Sanitaria.
- Ilustración 28: Comparación de tiempos por subproceso AS-IS vs TO-BE
- Ilustración 29. Formula VAN aplicada.
- Ilustración 30. Predicción de hallazgos de droga en la Aduana de Los Andes.

## Tablas

- Tabla 1: Elementos del proceso general
- Tabla 2: Elementos del subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual
- Tabla 3: Elementos del subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados
- Tabla 4: Elementos del subproceso de Validar y Corregir Información Contendida
- Tabla 5: Elementos del Subproceso de Diseño de Reporte
- Tabla 6: Cuantificación del proceso general
- Tabla 7: Cuantificación del subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual
- Tabla 8: Cuantificación del subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados
- Tabla 9: Cuantificación del subproceso de Validar y Corregir Información Contendida
- Tabla 10: Cuantificación del Subproceso de Diseño de Reporte
- Tabla 11: Descripción del grado de influencia
- Tabla 12: Variables críticas detectadas
- Tabla 13: Comparación entre metodologías DSR, Ágil e ISO 9001:2015
- Tabla 14: Comparativa entre sistemas tradicionales/manuales vs. sistemas modernos/digitales en gestión de unidades operativas
- Tabla 15: Comparación de indicadores clave entre el modelo actual (AS-IS) y el sistema propuesto (TO-BE)
- Tabla 16: Comparación entre el modelo actual (AS-IS) y el modelo optimizado (TO-BE).
- Tabla 17: Principales hallazgos de la prueba piloto – Guías Caninos
- Tabla 18: Principales hallazgos de la prueba piloto – Profesional Encargada
- Tabla 19: Comparación de tiempos por subproceso AS-IS vs TO-BE
- Tabla 20: Verificación del cumplimiento de objetivos del sistema propuesto
- Tabla 21: Tiempos simulados por subproceso – Modelo TO-BE
- Tabla 22: Ahorro estimado en horas hombre y costos anuales entre modelos AS-IS y TO-BE.
- Tabla 23: Reducción estimada de errores y su impacto económico anual entre modelos AS-IS y TO-BE.

## **Introducción**

El presente trabajo de título aborda la necesidad de modernizar y optimizar el sistema de gestión de información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas (SNA). Esta unidad, encargada de la detección de sustancias ilícitas y el resguardo fronterizo, genera mensualmente una gran cantidad de datos críticos, los cuales eran gestionados manualmente mediante planillas Excel individuales.

Este sistema manual de recolección y procesamiento de datos genera una alta carga operativa, fomenta la aparición de errores en el ingreso de información, limita severamente la trazabilidad de los registros y, en consecuencia, obstaculiza la capacidad de análisis y la toma de decisiones estratégicas por parte del servicio. La ausencia de mecanismos automatizados y de herramientas de visualización impide aprovechar el potencial que ofrece la información disponible para orientar la gestión institucional.

La necesidad de resolver este problema es urgente. No solo compromete la eficiencia operativa de una unidad estratégica, sino que también evidencia una brecha en el cumplimiento de los principios establecidos en la Ley N.º 21.180 sobre Transformación Digital del Estado, que exige avanzar hacia procedimientos administrativos digitales, trazables y eficientes. En este contexto, el desarrollo de una solución tecnológica que modernice la gestión de los binomios Guía-Can se alinea directamente con los objetivos de modernización institucional, fortalecimiento de la fiscalización y toma de decisiones basada en evidencia.

Frente a este desafío, el presente proyecto se propuso diseñar un sistema digital que permitiera recolectar, consolidar, visualizar y controlar de manera centralizada la información generada por los binomios. Además, buscó reducir los tiempos de procesamiento, mejorar la calidad de los datos, facilitar el monitoreo sanitario y operativo, y generar indicadores estratégicos que apoyen la planificación del despliegue territorial de estos recursos.

Para alcanzar estos objetivos, se adoptó la metodología Design Science Research (DSR), la cual permitió desarrollar un artefacto funcional compuesto por formularios digitales, una base de datos estructurada y un tablero de visualización. El proyecto se estructura en doce capítulos que abordan: el contexto institucional (Cap. 1), el diagnóstico del proceso actual (Cap. 2), la

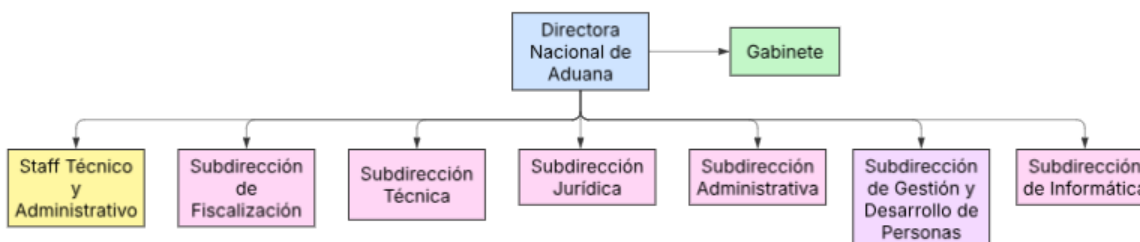
definición técnica del problema (Cap. 3), los objetivos del proyecto (Cap. 4), el marco teórico y metodológico (Cap. 5 y 6), el desarrollo del sistema propuesto (Cap. 7), su validación piloto (Cap. 8), la evaluación mediante simulación (Cap. 9), el análisis costo-beneficio (Cap. 10), una exploración predictiva avanzada (Cap. 11), y las conclusiones generales del trabajo (Cap. 12).

# Capítulo 1: Descripción de la Organización

## 1.1 Contexto institucional y rol de los binomios Guía-Can

El Servicio Nacional de Aduanas (SNA) es una institución pública chilena de carácter técnico y descentralizado, encargada de aplicar y fiscalizar el cumplimiento de la normativa aduanera en el ingreso y salida de mercancías al país. Su función es fundamental para el control del comercio exterior, la protección de la economía nacional, la recaudación fiscal, la prevención del contrabando y el resguardo de la seguridad pública frente a amenazas transfronterizas como el tráfico de drogas, armas, especies protegidas, entre otros ilícitos.

En términos estructurales, el SNA se organiza a través de la Dirección Nacional de Aduanas, la cual articula su labor mediante siete subdirecciones, entre las que destaca la Subdirección de Fiscalización, encargada de liderar los procesos de control y revisión de mercancías, así como de diseñar estrategias y metodologías que refuercen las labores de fiscalización en frontera. La ubicación jerárquica de esta subdirección puede observarse en el siguiente organigrama institucional:



*Ilustración 1: Organigrama Dirección Nacional de Aduana*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2024.*

La misión institucional del Servicio Nacional de Aduanas es:

*“Contribuir al crecimiento y competitividad de la economía nacional mediante la fiscalización, promoción del cumplimiento voluntario de la normativa aduanera y la facilitación del comercio*

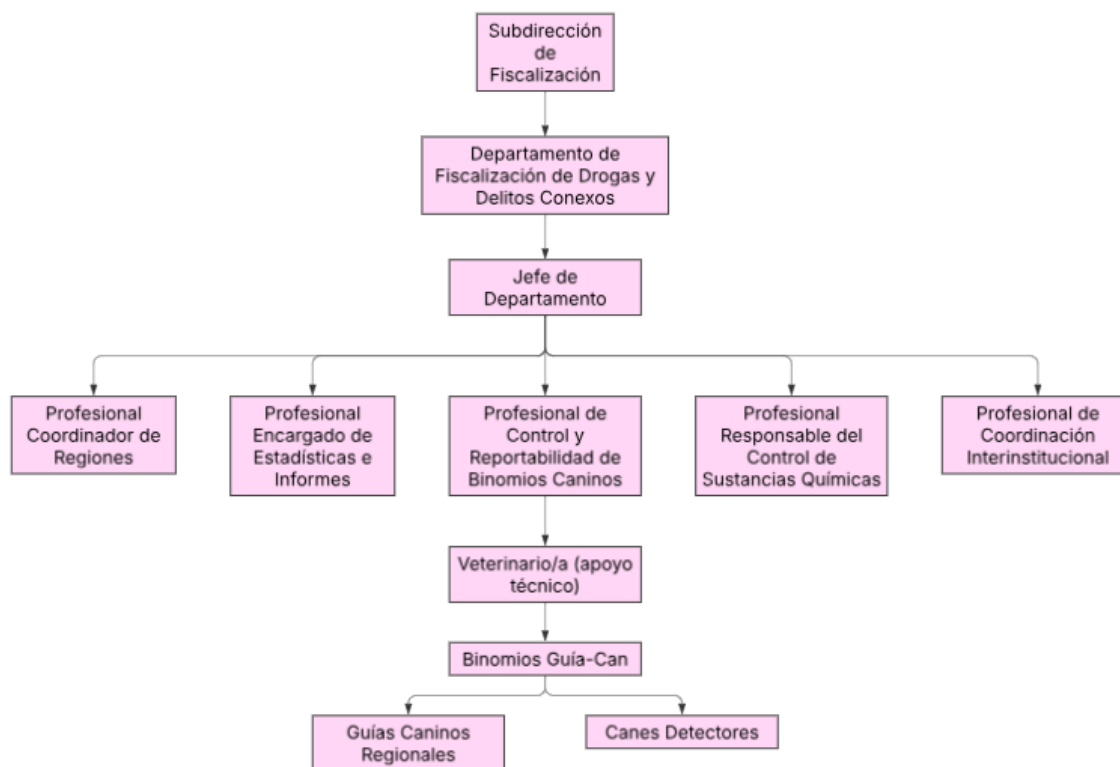
exterior lícito para la protección del país y sus ciudadanos.” (Servicio Nacional de Aduanas, 2023).

En tanto, su visión señala:

“Seremos reconocidos nacional e internacionalmente como un servicio con una gestión aduanera de excelencia; que entrega a los usuarios servicios de calidad, con un modelo de fiscalización basado en la gestión del cumplimiento; que cuenta con personas íntegras, competentes y comprometidas.” (Servicio Nacional de Aduanas, 2023).

Dentro del ámbito de la Subdirección de Fiscalización, se encuentra el Departamento de Fiscalización de Drogas y Delitos Conexos, unidad técnica especializada que lidera la estrategia nacional en la lucha contra el tráfico ilícito de estupefacientes, sustancias psicotrópicas, precursores químicos y delitos asociados. Este departamento coordina operativamente uno de los activos más relevantes del SNA: la Unidad de Binomios Guía-Can.

El organigrama interno de este departamento es el siguiente:



*Ilustración 2: Organigrama Departamento de Drogas y Delitos Conexos*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2024.*

### **1.1.1 Herramienta Binomio Guía-Can**

Los binomios Guía-Can están conformados por un funcionario aduanero especializado (el guía) y un can detector entrenado profesionalmente para identificar una amplia gama de sustancias ilícitas, como drogas, tabaco, divisas, armamento, entre otras. Estos binomios operan a lo largo de todo el territorio nacional, desplegándose en pasos fronterizos terrestres, puertos marítimos, aeropuertos y puntos estratégicos de control.

La relevancia de los binomios no solo reside en su capacidad operativa directa, sino también en el fuerte efecto disuasivo que generan frente al crimen organizado. Como lo ha señalado el Servicio Nacional de Aduanas:

*“Los binomios caninos constituyen un soporte vital en las labores de fiscalización y control en frontera” (AduanaNews, 2019).*

Su intervención permite la detección no invasiva y oportuna de mercancías ilegales, reforzando así la labor de los equipos humanos y tecnológicos dispuestos en frontera.



*Ilustración 3: Binomios Guía-Can del SNA*

*Fuente: Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

Cada binomio debe cumplir con exigencias rigurosas tanto en el ámbito operativo como sanitario. Esto incluye el registro sistemático de hallazgos, la ejecución periódica de entrenamientos, el cumplimiento de protocolos médicos preventivos, y el mantenimiento en condiciones óptimas de los caniles donde se resguardan los animales. Las tareas de supervisión y consolidación de esta información recaen actualmente en una profesional del Departamento de Drogas, quien centraliza los datos enviados mensualmente por los 25 guías caninos activos a nivel nacional. Este proceso de gestión de información se realiza de forma manual, a través de planillas Excel individuales, sin el respaldo de una plataforma digital institucional.

### **1.1.2 Desempeño reciente del Departamento de Drogas y contexto operativo nacional**

En este marco, resulta relevante contextualizar el desempeño del Departamento de Drogas y Delitos Conexos a nivel nacional, especialmente considerando la evolución de sus resultados operativos en el periodo reciente, este se puede encontrar en el Anexo 1. Entre enero y diciembre del año 2024, el Servicio Nacional de Aduanas concretó 1.416 procedimientos exitosos vinculados a la detección de sustancias ilícitas, una leve disminución en comparación con los 1.536 procedimientos registrados durante el año 2023. A nivel de cantidades incautadas, se evidenció una disminución considerable tanto en drogas de síntesis (de 626.915 unidades en 2023 a 6.107 unidades en 2024) como en drogas tradicionales (de 4.968.807 gramos a 2.534.769 gramos).

Particular atención merece el comportamiento de las incautaciones realizadas mediante técnicas caninas, las cuales pasaron de 635.961 gramos en 2023 a 152.932 gramos en 2024. Esta disminución plantea desafíos importantes respecto de la eficiencia operativa, la trazabilidad de los resultados, y la necesidad de fortalecer los mecanismos de registro y análisis de información asociados al desempeño.

## **1.2 Problema general de gestión de información**

La Unidad de Binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas cumple una función operativa crítica en la detección de sustancias ilícitas y el resguardo de las fronteras del país. Sin embargo, pese al rol estratégico que desempeñan estos equipos, el sistema actual de gestión de su información operativa, sanitaria y logística presenta importantes debilidades que dificultan su control, trazabilidad y uso estratégico por parte de la institución.

Durante el año 2024, se ha observado una disminución sostenida en la cantidad de hallazgos realizados por los binomios caninos, lo que ha generado preocupación institucional respecto al rendimiento operativo de estos equipos. Esta situación ha puesto en evidencia la necesidad de contar con información sistematizada y confiable sobre las actividades diarias de los binomios, sus patrones de trabajo, la frecuencia de sus entrenamientos, condiciones sanitarias y desempeño por aduana. La ausencia de esta información en tiempo real limita la capacidad de diagnóstico interno y dificulta adoptar medidas correctivas oportunas que permitan mejorar la eficiencia y eficacia de esta técnica de detección.

Actualmente, el proceso de recopilación de datos se basa en el envío mensual de planillas Excel que cada guía completa de forma manual, con información detallada sobre sus actividades operativas, estado de salud del can, mantenimiento de infraestructura (caniles), solicitudes de reposición de materiales, entrenamientos, entre otros. Esta planilla contiene más de 60 campos obligatorios, los cuales pueden revisarse en detalle en el Anexo 2, y debe ser remitida por correo electrónico o aplicaciones de mensajería a una única profesional encargada del Departamento de Drogas y Delitos Conexos en la Dirección Nacional.

Este procedimiento, al ser manual y descentralizado, genera múltiples puntos de ineficiencia e incertidumbre. En primer lugar, los datos se ingresan sin mecanismos de validación ni estandarización, lo que provoca errores frecuentes como casillas vacías, duplicaciones, formatos inconsistentes o identificaciones incorrectas de binomios y aduanas. Estos errores, lejos de ser excepcionales, se presentan de forma sistemática y requieren una importante carga de trabajo correctivo por parte de la profesional encargada.

En segundo lugar, la consolidación de los datos implica copiar manualmente la información de 25 planillas individuales a una base maestra, lo que no solo demanda entre 2 a 3 jornadas laborales al mes, sino que incrementa los riesgos de error humano y la dependencia crítica de una sola persona para garantizar la integridad del proceso. A esto se suma la dificultad para mantener trazabilidad histórica de los datos, ya que no existe un sistema que permita consultar el desempeño acumulado de un binomio, el historial de hallazgos por aduana, la evolución sanitaria del can o la frecuencia de entrenamientos.

Otro aspecto crítico es la limitada capacidad institucional para transformar esta información en inteligencia operativa. Actualmente, los reportes se elaboran utilizando tablas dinámicas en Excel, las cuales no permiten generar visualizaciones integradas ni dashboards con indicadores clave de desempeño (KPI). Esta carencia impide, por ejemplo, comparar el rendimiento entre binomios, analizar tendencias por región, detectar canes subutilizados o establecer alertas automáticas ante vencimientos médicos. En consecuencia, las decisiones estratégicas que podrían optimizar el despliegue de estos recursos quedan supeditadas a solicitudes puntuales, sin una fuente de datos dinámica, confiable y automatizada.

Esta situación contrasta con las exigencias actuales de eficiencia, transparencia y trazabilidad en la administración pública, donde se espera una gestión de la información basada en herramientas digitales interoperables (OECD, 2020), y con las propias expectativas del Servicio Nacional de Aduanas respecto de la modernización de sus procesos críticos.

Asimismo, cabe señalar que “los binomios caninos representan una herramienta estratégica de alto valor institucional, tanto por su capacidad operativa como por su efecto disuasivo frente al crimen organizado” (Servicio Nacional de Aduanas, 2022, párr. 5), lo cual acentúa la necesidad de contar con un sistema de control y seguimiento proporcional a su relevancia.

En este contexto, se hace evidente la necesidad de rediseñar el sistema actual de recolección y procesamiento de datos, avanzando hacia una solución digital e integrada que permita mejorar la calidad de la información, automatizar su tratamiento, visualizar su comportamiento en tiempo real y fortalecer el proceso de toma de decisiones en materia operativa y sanitaria

### **1.3 Motivación del trabajo y relevancia del diseño propuesto**

El presente trabajo surge de una experiencia directa en el análisis y diagnóstico del sistema de recolección de datos operativos y sanitarios de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas (SNA), donde se identificaron múltiples deficiencias estructurales en la forma en que se recopila, gestiona y reporta esta información crítica para la operatividad institucional.

La motivación principal de este proyecto radica en evidenciar la necesidad de transformar un proceso actualmente manual, descentralizado y altamente dependiente del recurso humano, en un

sistema tecnológico que permita estandarizar, automatizar y visualizar datos claves para la toma de decisiones. El rediseño de este proceso no solo responde a una mejora técnica, sino también a un compromiso con la eficiencia pública, la trazabilidad de la fiscalización y el bienestar de los binomios, quienes desempeñan una función estratégica en la detección de ilícitos, protección de fronteras y prevención del crimen organizado.

Actualmente, el sistema vigente obliga a cada guía a completar manualmente una planilla Excel mensual con más de 60 campos, los cuales son consolidados por una única profesional a través de procedimientos repetitivos y propensos a errores. Esta situación genera una sobrecarga administrativa, impide el análisis dinámico de los datos y retrasa la respuesta institucional ante escenarios de riesgo. La falta de visualización, trazabilidad y automatización en este proceso es especialmente preocupante si se considera que los binomios son activos operativos de alto valor estratégico, cuyo desempeño y condición sanitaria requieren un monitoreo continuo, sistemático y confiable.

El diseño del sistema propuesto se plantea como una solución concreta y aplicada que permitirá centralizar la información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can, mejorar la calidad y disponibilidad de los datos, y habilitar reportes automatizados y dashboards con indicadores clave de desempeño. Esto no solo permitirá optimizar el despliegue operativo de los binomios en función del riesgo, sino también garantizar su bienestar animal mediante alertas preventivas asociadas a vacunas, licencias médicas y controles veterinarios.

Desde una perspectiva institucional, este trabajo se enmarca en las metas de modernización, digitalización y fortalecimiento del control aduanero que el Servicio Nacional de Aduanas ha establecido como prioridades estratégicas. Así lo indica su Plan Estratégico (SNA, 2019), que enfatiza la necesidad de “mejorar la eficiencia operativa a través del uso intensivo de tecnologías de información, automatización de procesos críticos y disponibilidad de datos confiables para la toma de decisiones”.

La relevancia de este diseño, por tanto, trasciende el plano técnico, ya que contribuye directamente a los objetivos de eficiencia institucional, resguardo de la frontera, cumplimiento normativo y protección de los recursos humanos y caninos que participan activamente en las labores de fiscalización. Asimismo, sienta las bases para una futura ampliación o escalabilidad del sistema

hacia otras unidades operativas del SNA que enfrentan desafíos similares de gestión de información.

## 1.4 Alcance y limitaciones

El presente proyecto tiene como alcance el diseño y validación de un sistema de gestión de información que permita consolidar, visualizar y controlar la información operativa y sanitaria generada por los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas. Este sistema abarcará todo el ciclo de recolección, procesamiento y uso de datos vinculados a la actividad de los binomios, desde su ingreso por parte de los guías hasta su visualización mediante tableros de control (dashboards) accesibles para las jefaturas del Departamento de Fiscalización de Drogas y Delitos Conexos, la Subdirección de Fiscalización y la Dirección Nacional.

En concreto, el sistema propuesto comprenderá:

1. La **transformación del proceso manual actual** en un procedimiento digital estructurado, mediante la estandarización de la recolección de datos.
2. El **diseño de formularios digitales con validación automática de campos**, que aseguren la calidad y consistencia de los datos ingresados.
3. La **construcción de una base de datos estructurada**, que permita almacenar de forma centralizada los registros operativos y sanitarios de cada binomio.
4. El **diseño de dashboards operativos y sanitarios** que faciliten la visualización de indicadores clave de desempeño (KPI), alertas críticas y comparaciones interregionales.
5. La **validación del sistema** mediante simulación, evaluando mejoras en trazabilidad, eficiencia y utilidad de la información para la toma de decisiones.

El alcance temporal del trabajo se limitará al desarrollo conceptual, técnico y funcional del sistema, incluyendo una validación exploratoria de su utilidad y aplicabilidad. No se contempla en esta etapa la implementación masiva en ambiente productivo ni el desarrollo de una plataforma web institucional integrada al ecosistema digital de Aduanas, aunque se dejarán lineamientos y propuestas para su futura ejecución.

En cuanto a las limitaciones del proyecto, se establecen las siguientes:

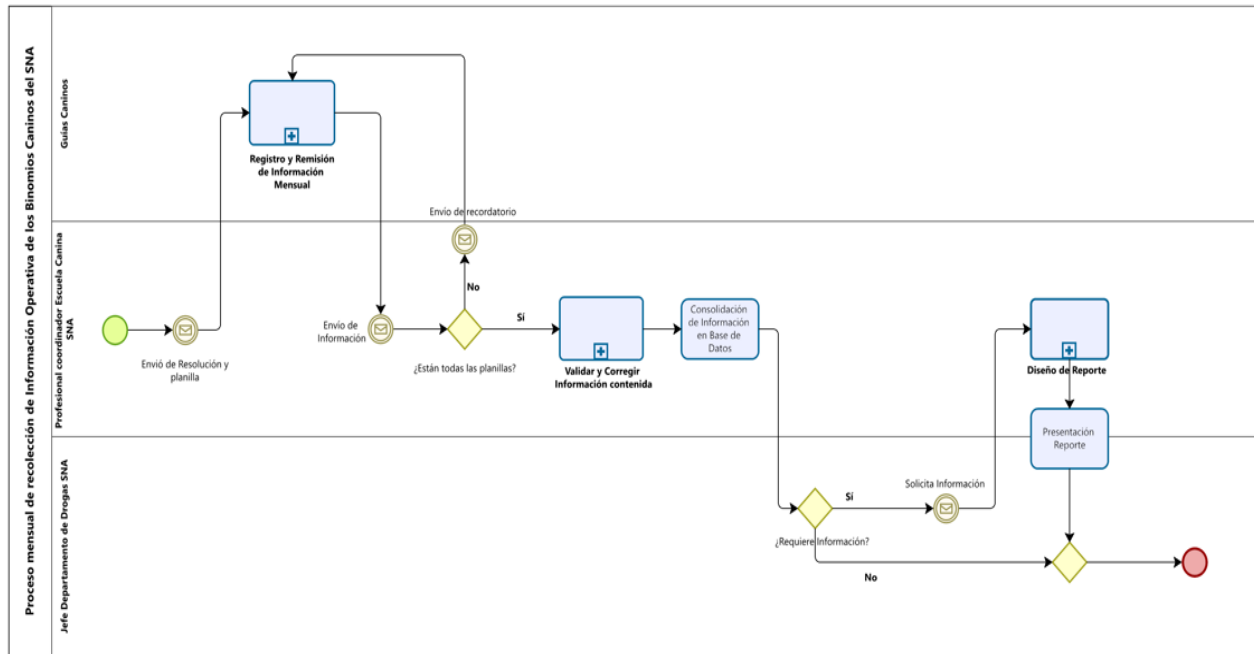
1. Restricción geográfica: El diseño se basa en los procesos actuales reportados por los 25 binomios Guía-Can activos a nivel nacional, por lo que el análisis y validación estarán centrados en esta unidad específica del Departamento de Fiscalización de Drogas.
2. Alcance tecnológico: La propuesta se desarrolla sobre herramientas disponibles y accesibles, como Microsoft Excel y Power BI, sin requerir licencias o infraestructura tecnológica avanzada.
3. Validación acotada: La evaluación del sistema se realizará mediante simulación o análisis exploratorio, sin involucrar pruebas piloto a gran escala ni usuarios externos.
4. Dependencia de datos históricos: Parte del análisis y validación se apoya en información histórica recopilada manualmente, la cual puede presentar inconsistencias que limiten ciertas comparaciones directa

## Capítulo 2: Diagnóstico de la situación-problema

### 2.1 Descripción del proceso actual

El proceso actual de recolección de información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas (SNA) se estructura a través de una serie de actividades manuales y descentralizadas que involucran múltiples actores y flujos de datos no automatizados. Para representar fielmente este proceso, se elaboró un diagrama BPMN principal y cuatro subprocesos que detallan las actividades críticas. A continuación, se describen en detalle:

#### Proceso Principal: Recolección Mensual de Información Operativa de Binomios Guía-Can



*Ilustración 4: Diagrama BPMN del proceso actual de recopilación de datos de Binomios Caninos*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2024.*

El flujo general comienza con la actividad de envío de resolución y planilla, donde la profesional coordinadora de la Escuela Canina del SNA remite el formato de planilla que los guías deben completar. Posteriormente, cada guía canino procede al registro y remisión de la información mensual, donde consignan los datos operativos y sanitarios correspondientes a su binomio.

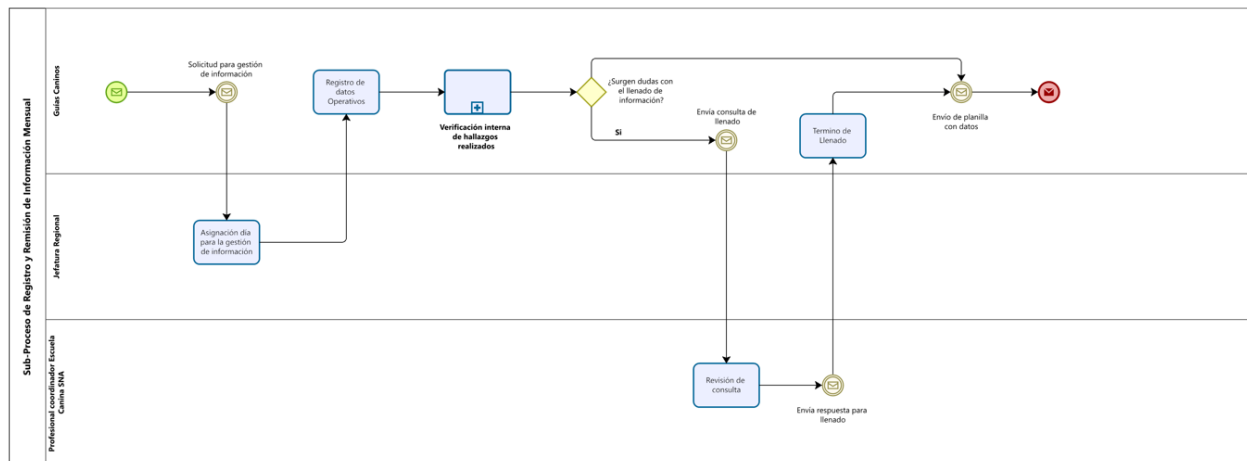
Una vez completadas, las planillas son enviadas de vuelta a la profesional coordinadora, quien inicia el proceso de validar y corregir la información contenida. Esta validación implica revisar minuciosamente cada planilla, detectar posibles errores u omisiones y, si es necesario, gestionar correcciones solicitando aclaraciones adicionales a los guías.

Luego, los datos validados se integran en la consolidación de información en la base de datos, actividad que utiliza herramientas básicas como filtros y tablas dinámicas en Excel. Posteriormente, se evalúa si la información consolidada requiere ajustes adicionales. Si no existen observaciones, se pasa a la etapa de diseño de reporte, donde se elabora un informe resumen con los principales hitos e indicadores del periodo.

Finalmente, el reporte es presentado a la jefatura del Departamento de Drogas, cerrando así el ciclo mensual.

## **Subprocesos Específicos**

### **Subproceso: Registro y Remisión de Información Mensual**



*Ilustración 5: Diagrama BPMN del Subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2024.*

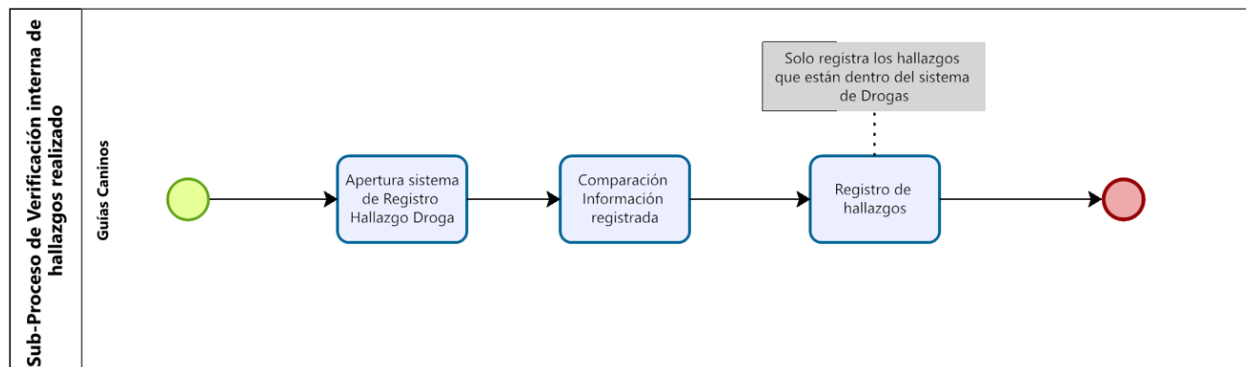
Este subproceso detalla con mayor especificidad las actividades realizadas por el guía canino para registrar los datos operativos de su binomio y remitirlos a la profesional encargada.

El flujo inicia con la solicitud interna que el guía realiza a su jefatura regional para gestionar un día disponible para completar la información. Posteriormente, el guía:

- Registra los datos operativos en la planilla.
- Ejecuta la verificación interna de hallazgos (subproceso ya descrito).
- En caso de dudas, puede consultar con la profesional coordinadora, quien revisa y responde la inquietud para asegurar la correcta consignación de los datos.
- Finalmente, una vez resueltas las dudas, el guía envía la planilla completa por correo electrónico.

Este subproceso introduce un primer nivel de revisión y aseguramiento de calidad antes de la validación final en la etapa centralizada.

#### Subproceso: Verificación Interna de Hallazgos Realizados



*Ilustración 6: Diagrama BPMN del Subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2024.*

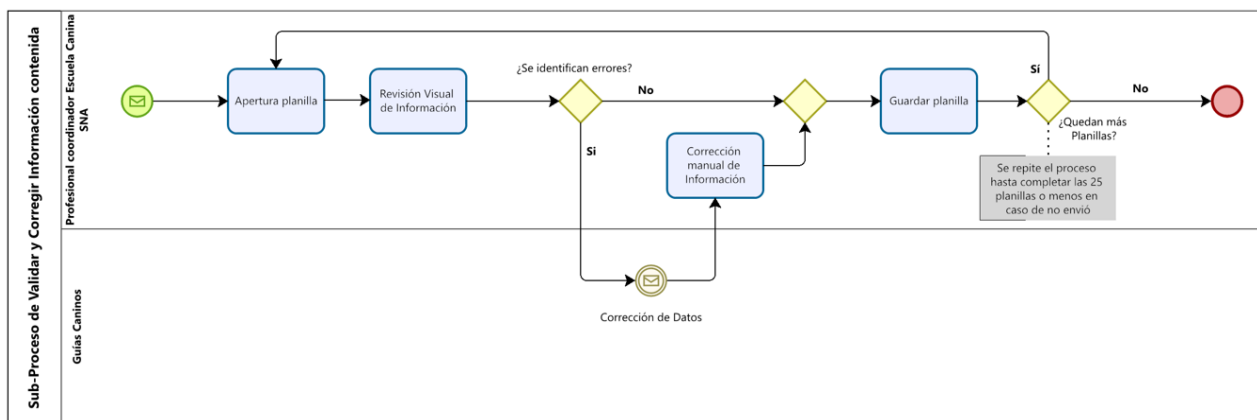
Este subproceso no se desprende directamente del proceso general, sino que es una extensión dentro del subproceso anterior (Registro y Remisión de Información Mensual). Durante el llenado de la planilla, los guías caninos deben efectuar una verificación interna cruzando los hallazgos registrados en su planilla con el sistema institucional de registros de hallazgos de drogas del SNA, esto con el fin de reflejar concordancia de información con las distintas plataformas utilizadas.

Este subproceso involucra tres actividades específicas:

1. Apertura del sistema de registro de hallazgos.
2. Comparación de la información registrada en la planilla respecto a los registros oficiales del sistema.
3. Registro definitivo de los hallazgos que estén confirmados en el sistema de drogas.

Es fundamental señalar que solo los hallazgos previamente reportados en el sistema institucional pueden ser consignados en la planilla, para asegurar la trazabilidad de los resultados reportados.

### Subproceso: Validar y Corregir Información Contenida



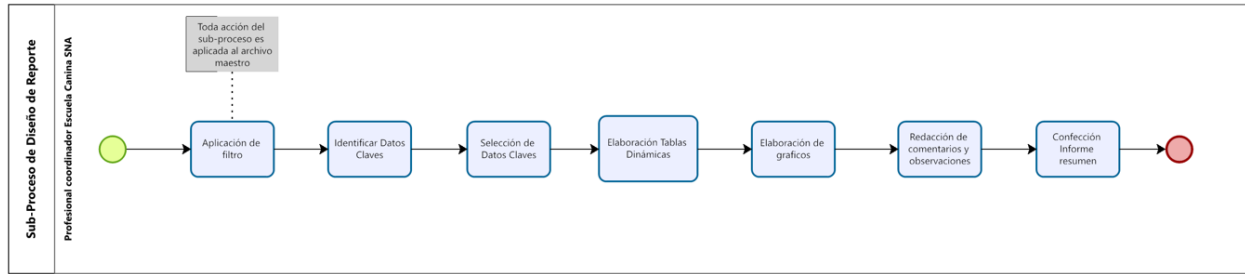
**Ilustración 7:** Diagrama BPMN del Subproceso de Validar y Corregir Información Contenida

**Fuente:** Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2024.

Este subproceso se activa en el momento en que la profesional recibe las planillas enviadas por los guías. Consiste en la apertura de la planilla, seguida de una revisión visual de la información ingresada. Si no se detectan errores, la planilla se guarda directamente. Sin embargo, si se identifican inconsistencias (fechas erróneas, omisiones, duplicidad de datos), se realiza una corrección manual o se solicita aclaración al guía a través de un correo. Este proceso se repite por cada planilla enviada, asegurando que toda la información ingresada al consolidado haya sido previamente verificada.

Es importante señalar que este subproceso actúa como un filtro de calidad previo a la consolidación, siendo una etapa crítica donde, según la evidencia empírica recabada, se produce uno de los principales cuellos de botella debido a la alta carga operativa y la necesidad de revisión caso a caso.

## Subproceso de Diseño de Reporte



*Ilustración 8: Diagrama BPMN del Subproceso de Diseño de Reporte*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2024.*

Una vez que los datos han sido consolidados en la base de datos maestra, se realiza el diseño del reporte mensual de binomios.

El subproceso consiste en:

- Aplicación de filtros sobre la base de datos consolidada.
- Identificación y selección de datos claves para su inclusión en el reporte.
- Elaboración de tablas dinámicas para organizar y cruzar información relevante.
- Generación de gráficos representativos de los datos analizados.
- Redacción de comentarios y observaciones significativas sobre los hallazgos.
- Confección del informe resumen que reúne indicadores, gráficos y análisis operativo-sanitario.

Este subproceso es realizado íntegramente por la profesional coordinadora de la Escuela Canina utilizando herramientas de Microsoft Excel, sin el respaldo de plataformas automatizadas.

## **2.2 Participantes, herramientas y flujos de información**

El proceso de recolección de información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas involucra diversas etapas y actores, los cuales interactúan mediante herramientas básicas como planillas electrónicas y correo electrónico institucional. En este apartado se describen los participantes principales, los medios utilizados y los flujos de información que estructuran tanto el proceso general como sus subprocesos específicos.

### 2.2.1 Proceso general de gestión de la información

El proceso general se ejecuta mensualmente y contempla la recopilación, validación, consolidación y análisis de la información enviada por los 25 guías caninos operativos a nivel nacional. Esta labor es coordinada desde la Dirección Nacional por una profesional del Departamento de Drogas y Delitos Conexos. En la Tabla 1 se presentan los actores involucrados, las herramientas utilizadas y el flujo general de información desde la recopilación inicial hasta la presentación final del informe consolidado.

Proceso General	
Elementos del Proceso	Descripción
Responsable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profesional Coordinador EAC</li><li>• Guías Caninos</li><li>• Jefatura de Drogas SNA</li></ul>
Herramientas Utilizadas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Microsoft Excel</li><li>• Correo electrónico</li></ul>
Flujos de Información	<ul style="list-style-type: none"><li>• Registro mensual de información</li><li>• Envío de planilla</li><li>• Recepción y validación</li><li>• Consolidación</li><li>• Diseño y presentación de reporte</li></ul>

*Tabla 1: Elementos del proceso general*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

### 2.2.2 Subproceso de registro y remisión de información

El proceso inicia con el registro mensual de los datos por parte de los guías caninos, quienes deben completar la planilla establecida por el Departamento de Drogas y remitirla electrónicamente. Este subproceso contempla desde la solicitud de autorización (cuando corresponde) hasta la consulta de

dudas y el envío final del documento. La Tabla 2 sintetiza los elementos centrales de esta etapa inicial.

<b>Subproceso Registro y Remisión de Información</b>	
Elementos del Proceso	Descripción
Responsable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías Caninos</li> <li>• Jefatura Regional</li> </ul>
Herramientas Utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Excel</li> <li>• Correo electrónico</li> </ul>
Flujos de Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitud de gestión (si aplica)</li> <li>• Asignación de día</li> <li>• Registro de información</li> <li>• Consulta (si surge duda)</li> <li>• Remisión de planilla</li> </ul>

*Tabla 2: Elementos del subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual.*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

### **2.2.3 Subproceso de verificación interna de hallazgos**

Complementario a la validación documental, el proceso incluye la verificación cruzada de los hallazgos informados con los registros oficiales del sistema de control de drogas. Esta acción es ejecutada directamente por los guías caninos, quienes deben revisar sus reportes y confirmar su coincidencia con la base de datos institucional. En la Tabla 3 se detallan los actores, herramientas y flujo correspondiente a este subproceso.

<b>Subproceso Verificación Interna de Hallazgos</b>	
Elementos del Proceso	Descripción

Responsable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías Caninos</li> </ul>
Herramientas Utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema interno de registro de hallazgos</li> </ul>
Flujos de Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso al sistema</li> <li>• Comparación de registros</li> <li>• Confirmación o actualización de hallazgos</li> </ul>

**Tabla 3:** Elementos del subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados.

*Fuente:* Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

#### 2.2.4 Subproceso de validación y corrección de datos

Una etapa clave dentro del proceso general es la validación y corrección de los datos enviados por los guías. Esta tarea, realizada por la profesional coordinadora, permite asegurar la coherencia y completitud de los registros antes de consolidarlos. A través de una revisión visual, se detectan errores comunes como datos incompletos, inconsistencias o formatos incorrectos. La Tabla 4 resume los elementos que componen este subproceso.

<b>Subproceso Validar y Corregir Información</b>	
Elementos del Proceso	Descripción
Responsable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesional Coordinador Escuela</li> </ul>
Herramientas Utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Excel</li> <li>• correo electrónico</li> </ul>
Flujos de Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de planilla Revisión visual</li> <li>• Detección de errores</li> <li>• Corrección o solicitud de corrección</li> <li>• Guardado</li> </ul>

*Tabla 4: Elementos del subproceso de Validar y Corregir Información Contenida.*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

### **2.2.5 Subproceso de diseño del reporte mensual**

Una vez validados y corregidos los datos, la profesional encargada consolida la información para generar un reporte mensual. Este informe se elabora mediante herramientas básicas de Excel, aplicando filtros, generando visualizaciones gráficas e identificando los principales indicadores operativos y sanitarios. La Tabla 5 presenta los componentes de este subproceso, cuya finalidad es facilitar la toma de decisiones por parte de la jefatura.

<b>Subproceso Diseño de Reporte</b>	
<b>Elementos del Proceso</b>	<b>Descripción</b>
Responsable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Profesional Coordinador Escuela</li></ul>
Herramientas Utilizadas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Microsoft Excel</li></ul>
Flujos de Información	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicación de filtros</li><li>• Identificación de datos claves</li><li>• Elaboración de tablas dinámicas</li><li>• Creación de gráficos</li><li>• Redacción de comentarios</li><li>• Confección del informe resumen</li></ul>

*Tabla 5: Elementos del Subproceso de Diseño de Reporte*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

## **2.3 Cuantificación de carga operativa, errores y tiempos**

La presente cuantificación de tiempos, carga operativa y errores del proceso actual de gestión de información de los binomios Guía-Can se ha elaborado a partir de datos empíricos obtenidos directamente de la entrevista aplicada a la profesional encargada de la coordinación de la Escuela Canina del Servicio Nacional de Aduanas. Las respuestas recopiladas en dicha entrevista,

disponibles en el Anexo 3, permitieron estimar de manera precisa los tiempos asociados a cada actividad, los niveles de esfuerzo operativo y las principales fuentes de errores. Esta información constituye la base para dimensionar las ineficiencias actuales y justificar la necesidad de rediseñar el proceso.

A continuación, se presentan los resultados de la cuantificación de tiempos para cada etapa del proceso y sus subprocesos.

### 2.3.1 Cuantificación del Proceso General.

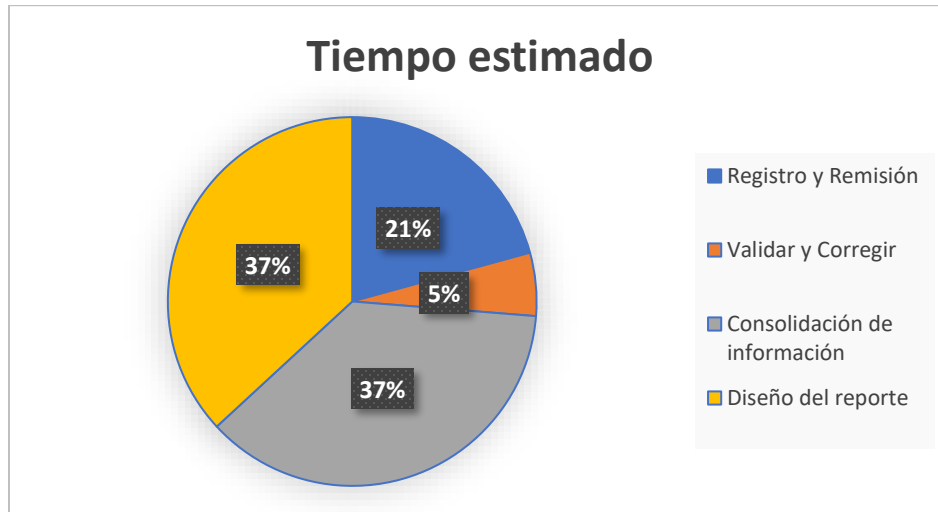
El proceso completo de recolección, validación, consolidación y reporte de datos demanda una cantidad significativa de horas laborales cada mes, distribuidas entre los distintos subprocesos. La siguiente tabla resume la carga operativa y los tiempos estimados para cada actividad principal:

Sub-Proceso	Tiempo Estimado	Comentarios
Registro y Remisión de información Mensual	2-3 horas por guía canino	Depende si el guía registra progresivamente o todo de una vez.
Validar y Corregir Información	3 horas consolidado (25 planillas en total)	Incluye revisión visual y pequeñas consultas sobre errores comunes
Consolidación de información en Base de Datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-2 horas de consolidación</li> <li>• 1-2 días de análisis</li> </ul>	Consolidar datos toma poco; el análisis prolonga el tiempo significativamente
Diseño del Reporte	1-2 días para confeccionar el informe final	Análisis, generación de tablas y gráficos, redacción del informe
Presentación del Reporte	No requiere tiempo adicional	La jefatura solo revisa el informe, no solicita modificaciones

*Tabla 6: Cuantificación del proceso general*

**Fuente:** Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

A continuación, un gráfico con la información contenida en la tabla 6:



*Ilustración 9: Grafico de Tiempos del Proceso General*

*Fuente: Elaboración propia según información contenida en Tabla 6.*

En términos generales, el proceso completo implica entre 16 a 24 horas efectivas de trabajo distribuido en 2 a 3 jornadas laborales, considerando todas las fases de gestión, validación, análisis y generación de informes.

### **2.3.2 Cuantificación del Subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual.**

El registro y remisión de la información realizada por los guías representa una carga significativa en términos de tiempo operativo y seguimiento.

Actividad	Tiempo Estimado	Comentario
Registro progresivo de información en la planilla	10-15 minutos diarios estimados	En caso de registro continuo durante el mes
Registro único al final del mes	2-3 horas	Si se registra toda la información en una sola sesión
Remisión de la planilla	5-10 minutos	Enviar el correo electrónico o subir a plataforma
Generación de recordatorios	30-45 minutos por ciclo mensual	Envío de recordatorio a los guías que no han entregado planilla en el plazo estipulado

**Tabla 7:** Cuantificación del subproceso de Registro y Remisión de Información Mensual

*Fuente:* Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

Este subproceso involucra tiempos distribuidos que, si bien son relativamente acotados en la remisión, su acumulación mensual y el seguimiento a incumplimientos representan una carga adicional para la profesional encargada.

### **2.3.3 Cuantificación del Subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados.**

Aunque la verificación de hallazgos no se desprende directamente del flujo general, es una tarea esencial para asegurar la consistencia entre los registros de terreno y la base de datos institucional.

Actividad	Tiempo Estimado	Comentarios
Apertura del sistema de Registro de Incautación Drogas	5 minutos	Ingreso a la plataforma interna de hallazgos
Comparación Información	2-3 horas	Verificación de los datos ingresados al sistema con los ingresados a la planilla de forma manual
Registro de Hallazgos	30 – 60 minutos	Actualización o carga de datos contenidos en sistema en la planilla

**Tabla 8:** Cuantificación del subproceso de Verificación Interna de Hallazgos Realizados.

**Fuente:** Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

Este subproceso añade carga operativa adicional no siempre visible en el flujo principal, pero clave para garantizar la trazabilidad de los hallazgos de drogas u otros ilícitos.

#### **2.3.4 Cuantificación del Subproceso de Validar y Corregir Información.**

La etapa de validación y corrección constituye un punto crítico en términos de aseguramiento de calidad de los datos, aunque con un volumen de errores relativamente bajo (aproximadamente 15% de las planillas presentan errores menores).

Actividad	Tiempo Estimado	Comentarios
Revisión Visual de Información	15-30 minutos por planilla	Revisión de errores en fechas, nombres o codificación
Corrección Manual	10-20 minutos por planilla (solo en el 15% de los casos aprox.)	Correcciones menores enviadas o efectuadas directamente
Guardar Planilla	1 minuto por planilla	Almacenamiento de la versión corregida

*Tabla 9: Cuantificación del subproceso de Validar y Corregir Información Contenida.*

*Fuente: Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

El bajo porcentaje de errores permite que este subproceso sea relativamente ágil, pero aún representa una carga significativa considerando la cantidad de planillas involucradas.

### **2.3.5 Cuantificación del Subproceso de Diseño de Reporte.**

La generación del informe final, que sintetiza el comportamiento operativo y sanitario de los binomios, demanda una inversión considerable de tiempo debido al volumen de datos y a la necesidad de análisis detallado.

Actividad	Tiempo Estimado	Comentarios
Aplicación de Filtros	5-10 minutos	Uso de filtro automáticos en Excel
Identificación de Datos claves	30-45 minutos	Identificación de hitos relevantes
Selección de Datos Claves	30-35 minutos	Focalización de los datos más significativos
Elaboración de Tablas Dinámicas	1 hora aprox.	Resumen estadístico de los registros
Elaboración de Gráficos	1 hora aprox.	Representación visual de datos
Redacción de Comentarios	1-2 horas	Interpretación cualitativa de los datos
Confección de Informe Resumen	3-6 horas	Integración total de análisis y visualización en el informe final

**Tabla 10:** Cuantificación del Subproceso de Diseño de Reporte

**Fuente:** Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

Este subproceso es el que más carga de análisis exige, requiriendo habilidades específicas de manejo de información y síntesis, además de tiempo efectivo dedicado exclusivamente a la preparación de un reporte profesional.

### **2.3.6 Observaciones de la cuantificación.**

La cuantificación del proceso actual de gestión de la información de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas ha permitido identificar varios aspectos críticos que afectan su eficiencia y confiabilidad. En primer lugar, la carga operativa total estimada mensual para llevar a cabo este proceso es significativa: se requieren entre 2 y 3 días laborales completos de dedicación por parte de una profesional especializada. Este nivel de esfuerzo, concentrado en actividades administrativas repetitivas, sugiere un uso subóptimo del recurso humano disponible y evidencia oportunidades claras de mejora en la eficiencia del proceso.

Además, la tasa de errores detectados en la información manejada resulta preocupante, ya que aproximadamente un 15% del total de planillas presentaba inconsistencias o datos incorrectos que debieron ser corregidos. Esta proporción implica que cerca de una de cada siete planillas contenía información errónea, lo cual genera retrabajo en su corrección y puede comprometer la calidad del informe final si dichas fallas no se detectan oportunamente. La magnitud de este indicador de error evidencia debilidades en los controles de calidad de los datos de entrada del proceso.

Por otra parte, se identificaron como principales cuellos de botella dos etapas específicas del flujo de trabajo:

- La consolidación de los datos recopilados.
- La generación del informe final.

Estas fases concentran demoras significativas, ya que la consolidación implica integrar manualmente información proveniente de múltiples planillas, y la elaboración del informe conlleva compilar y formatear esa información para su presentación. En consecuencia, ambas actividades prolongan el ciclo de procesamiento cada mes, limitando la capacidad de respuesta y la oportunidad con la que se puede disponer del reporte consolidado.

Asimismo, la falta de automatización en el proceso tiene un impacto directo en los tiempos destinados a la revisión, corrección y armado de los reportes. Debido a que no se cuenta con herramientas automáticas de validación ni con sistemas integrados de registro de datos, todos estos pasos deben realizarse manualmente. Esto no solo prolonga los tiempos de procesamiento, sino que también incrementa la probabilidad de errores humanos y la necesidad de retrabajo. En otras

palabras, la ausencia de automatización mantiene al proceso dependiente de labores operativas intensivas y susceptibles a fallas, afectando la consistencia y la eficiencia global en el flujo de información.

## **2.4 Evaluación de Impacto Institucional y Falencias Críticas**

El análisis de la situación actual permitió identificar tres falencias críticas que afectan negativamente la eficiencia, la confiabilidad y la trazabilidad de la información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can:

- La falta de trazabilidad de los datos,
- La limitada visualización de información en tiempo real
- La ausencia de mecanismos automáticos de validación.

Estas deficiencias se encuentran estrechamente relacionadas con el uso de procesos manuales basados en planillas de cálculo, correos electrónicos y revisión humana no estandarizada.

La falta de trazabilidad dificulta el seguimiento histórico de los datos, ya que los registros permanecen dispersos en múltiples archivos y comunicaciones informales, sin una base unificada ni mecanismos de control de versiones. Esto afecta la capacidad de auditoría, verificación y reconstrucción de antecedentes de cada binomio de manera oportuna y confiable.

Por su parte, la limitada visualización de la información impide a la jefatura y a los usuarios clave disponer de indicadores operativos y sanitarios actualizados durante el transcurso del mes. La dependencia de reportes estáticos elaborados manualmente retrasa la detección de problemas emergentes, debilita la gestión proactiva y restringe el análisis comparativo entre distintos binomios y puntos de control.

Finalmente, la ausencia de validaciones automáticas en el ingreso de datos fomenta errores recurrentes, principalmente en fechas, nombres y codificaciones, que generan retrabajo, pérdida de tiempo y riesgos en la calidad de los informes consolidados. Esto incrementa la carga administrativa y debilita la confiabilidad institucional de la información generada.

Desde un enfoque institucional, la mantención de este esquema operativo manual implica impactos relevantes en términos de eficiencia, cumplimiento normativo y calidad de servicio. El uso intensivo de tiempo profesional en tareas repetitivas de consolidación y revisión resta recursos a funciones estratégicas de análisis y planificación. Además, el actual modelo operativo se encuentra desalineado con las exigencias de la Ley 21.180 de Transformación Digital del Estado, que establece la obligación de digitalizar los procedimientos administrativos para promover la eficiencia y transparencia pública.

La limitada capacidad de respuesta ante requerimientos de información histórica, la dificultad para integrar datos sanitarios y operativos, y la exposición a inconsistencias en los informes consolidados, constituyen riesgos institucionales que afectan tanto la operatividad cotidiana como la imagen de modernización y control de calidad que debe proyectar el Servicio Nacional de Aduanas.

## Capítulo 3: Definición del Problema

Este capítulo tiene como propósito definir técnica y estructuradamente el problema detectado en el proceso de gestión de información operativa y sanitaria de los binomios guía-can del Servicio Nacional de Aduanas. A partir de la identificación de síntomas visibles y del análisis causal basado en la Matriz de Vester, se delimitan las causas raíz que permiten formular de manera precisa el problema central. Asimismo, se analizan las implicancias que este problema tiene sobre las funciones operativas, sanitarias y estratégicas de la institución.

### 3.1 Identificación de síntomas visibles del problema

El análisis realizado en el capítulo anterior permite identificar una serie de síntomas visibles que reflejan el mal funcionamiento del proceso actual de recopilación, consolidación y análisis de la información relacionada con los binomios guía-can. Estos síntomas no son solo consecuencias operativas, sino indicadores de un sistema disfuncional que limita la eficiencia institucional. Los principales síntomas son:

- Sobrecarga operativa de los guías caninos: Cada guía dedica entre 8 y 16 horas mensuales al llenado manual de una planilla Excel, en lugar de enfocar ese tiempo en labores operativas como fiscalización y entrenamiento, reduciendo así la disponibilidad efectiva del binomio.
- Lentitud en la generación de reportes: La elaboración de informes depende exclusivamente del trabajo manual de una profesional, quien debe consolidar, validar y procesar los datos sin apoyo de herramientas automáticas, retrasando la entrega de información estratégica.
- Baja calidad de la información: Se detectan errores frecuentes de digitación, formatos inconsistentes, omisiones de datos y duplicidad de registros, debido a la ausencia de validaciones automáticas en el ingreso y consolidación de datos.
- Dependencia crítica de una sola persona: La totalidad del proceso de consolidación, validación y elaboración de reportes recae en una única profesional de la Dirección Nacional, lo que genera un riesgo institucional significativo por falta de respaldo o distribución de responsabilidades.

- Falta de trazabilidad y visualización: No existe un sistema centralizado que permita realizar seguimiento histórico ni visualizar indicadores clave de rendimiento. La información se encuentra dispersa, almacenada en múltiples planillas individuales sin integración estructural.

Estos síntomas constituyen los signos externos de un sistema con falencias estructurales, cuya comprensión requiere un análisis más profundo de sus causas interrelacionadas.

### 3.2 Análisis causal (Matriz de Vester)

Para el análisis causal de las variables críticas que afectan el proceso de gestión de información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas, se utilizó la Matriz de Vester como herramienta metodológica. Esta matriz permite identificar las relaciones de influencia entre variables mediante una escala ordinal que facilita su representación estructurada.

En este estudio se adoptó una escala de cinco niveles: 0, 1, 2, 3 y 4. La elección de esta escala responde a criterios de gradualidad, simplicidad y sensibilidad analítica, permitiendo representar con claridad distintos grados de relación entre pares de variables. Su interpretación es la siguiente:

Valor	Descripción del grado de influencia
0	No existe influencia entre las variables.
1	Influencia muy baja o marginal.
2	Influencia baja, pero identificable.
3	Influencia media o moderada.
4	Influencia alta o directa.

*Tabla 11: Descripción del grado de influencia*

*Fuente: Elaboración propia.*

Esta escala facilita la comprensión de la interacción entre variables sin sacrificar la profundidad del análisis. La diferencia entre niveles sucesivos resulta suficientemente clara para facilitar acuerdos entre evaluadores y reducir la subjetividad en el proceso de asignación de valores.

Además, su aplicación es consistente con enfoques utilizados en estudios de análisis estructural desarrollados en contextos institucionales, donde se requiere modelar relaciones causales complejas a partir de información cualitativa y cuantitativa limitada.

Finalmente, esta codificación fue esencial para el cálculo de indicadores clave de la matriz, como el grado de influencia directa (DI) y el grado de dependencia (DP), lo que permitió clasificar las variables en motoras, dependientes y de enlace, proporcionando una base robusta para la priorización de intervenciones en el sistema.

### 3.2.1 Variables analizadas.

Se consideraron diez variables derivadas directamente del diagnóstico del proceso actual:

N°	Variable	Descripción
V1	Proceso manual de consolidación de datos	La consolidación de datos operativos y sanitarios se realiza de forma manual en Excel, lo que implica entre 1 a 2 horas de consolidación más hasta 2 días de análisis cada mes. Este proceso es intensivo en tiempo y susceptible a errores, lo que retrasa la generación de reportes y compromete la eficiencia institucional. La falta de automatización y validaciones contribuye a una alta carga operativa y aumenta la probabilidad de inconsistencias no detectadas.
V2	Bajo conocimiento digital de los guías caninos	Aunque no representa una causa estructural crítica, la falta de manejo avanzado en herramientas digitales por parte de algunos guías complica el uso correcto de la planilla, provocando errores de formato o ingreso, que, aunque poco frecuentes, representan cerca del 15% de

		los casos. Esta situación incrementa el tiempo requerido para revisión y corrección de planillas.
V3	Falta de estandarización en el llenado de información	Cada guía completa la planilla con distintos criterios, lo que dificulta la consolidación automática. Se observan diferencias en nombres, códigos y formato, lo que obliga a la profesional a realizar revisiones visuales una por una durante hasta 30 minutos por planilla, generando un cuello de botella en la validación. Esto afecta directamente la calidad del dato consolidado.
V4	Ausencia de sistema de visualización y análisis de datos	Actualmente no existe una herramienta que permita transformar los datos en información útil mediante indicadores clave (KPI). Esto impide el análisis oportuno y genera retrasos adicionales de 1 a 2 días en la elaboración de reportes, lo cual limita la toma de decisiones estratégicas.
V5	Excesivo tiempo destinado al llenado de planillas	Cada guía invierte entre 2 a 3 horas mensuales si completa la planilla de una vez, o bien distribuye 10-15 minutos diarios si lo hace progresivamente. Este tiempo representa una carga operativa considerable que podría destinarse a fiscalización, especialmente considerando que hay 25 guías activos.
V6	Falta de trazabilidad sobre hallazgos y rendimiento	La ausencia de un sistema integrado impide verificar en tiempo real los hallazgos informados con el sistema institucional. El subproceso de verificación toma entre 2 a 3 horas, lo que genera sobrecarga para el guía y no garantiza trazabilidad entre hallazgos y planillas.

V7	Ausencia de alertas automáticas en controles sanitarios para canes	Actualmente se deben revisar manualmente los campos sanitarios de cada can, sin que exista un sistema de alertas. Esto contribuye a la necesidad de análisis extendidos de hasta 2 días, donde se deben filtrar registros manualmente para verificar cumplimiento.
V8	Débil planificación operativa del despliegue de binomios	Al no contar con un sistema de visualización territorial ni KPIs, los binomios son distribuidos sin criterios de riesgo o eficiencia, lo que afecta la cobertura estratégica. Esta debilidad surge como consecuencia de la falta de integración y análisis de datos
V9	Duplicidad, pérdida o inconsistencia de datos	La entrada manual de información sin validaciones automáticas ha generado errores como duplicación o registros incompletos. Aunque solo un 15% de las planillas presentan errores detectables, su corrección toma entre 10 a 20 minutos por caso, lo que en conjunto representa un consumo importante de recursos.
V10	Dependencia centralizada del proceso en una sola persona	Todo el ciclo de gestión, desde la validación hasta el diseño de reportes, depende de una única profesional, lo que constituye un riesgo institucional. La carga operativa total estimada es de 16 a 24 horas efectivas al mes, lo que impide escalabilidad y sostenibilidad del proceso sin automatización.

**Tabla 12:** Variables críticas detectadas

**Fuente:** Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

A continuación, se presenta la matriz de interacciones construida para este análisis, que muestra el grado de influencia y dependencia entre las variables:

Código	Variáble	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	INFLUENCIA / ACTIVAS
V1	Proceso manual de consolidación de datos	0	0	1	0	2	0	0	0	3	0	6
V2	Bajo conocimiento digital de los guías caninos	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	4
V3	Falta de estandarización en el llenado de información	2	0	0	0	2	1	0	0	2	0	7
V4	Ausencia de sistema de visualización y análisis de datos	0	0	1	0	0	3	2	1	0	2	9
V5	Excesivo tiempo destinado al llenado de planillas	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
V6	Falta de trazabilidad sobre hallazgos y rendimiento	0	0	0	1	0	0	1	2	0	2	6
V7	Ausencia de alertas automáticas en controles sanitarios para canes	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	4
V8	Débil planificación operativa del despliegue de binomios	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	4
V9	Duplicidad, pérdida o inconsistencia de datos	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	6
V10	Dependencia centralizada del proceso en una sola persona	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	5
DEPENDENCIA / PASIVAS		3	0	4	5	7	8	6	5	8	6	

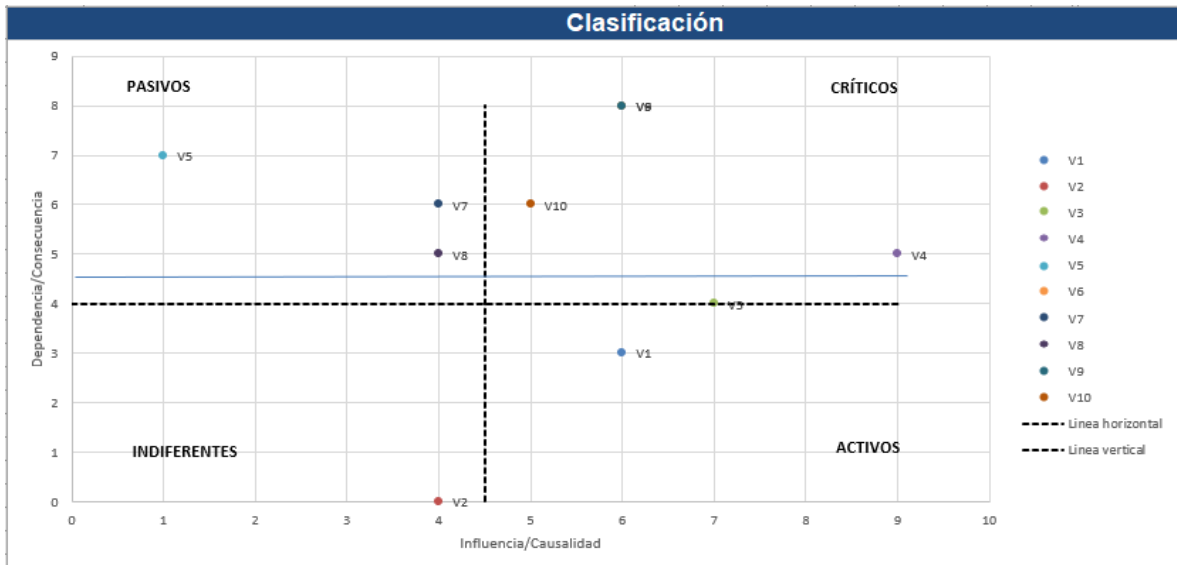
**Ilustración 10:** Ponderaciones Matriz de Vester

**Fuente:** Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

Con base en esta matriz, se graficó el resultado en un plano cartesiano que permite visualizar la clasificación de cada variable:

Eje X: Dependencia

Eje Y: Influencia



**Ilustración 11:** Plano de clasificación de variables según Vester.

**Fuente:** Elaboración propia según información de Servicio Nacional de Aduana, 2025.

### 3.2.2 Clasificación y hallazgos.

De la matriz y su representación gráfica se desprenden las siguientes categorías:

#### Variables clave (causas raíz):

- V1. Proceso manual de consolidación de datos
- V3. Falta de estandarización en el llenado de información

Estas variables tienen alta influencia y baja dependencia, por lo que deben ser abordadas prioritariamente para generar un cambio sistémico.

#### Variables críticas (núcleo del problema):

- V4. Ausencia de sistema de visualización y análisis
- V6. Falta de trazabilidad
- V9. Inconsistencias y duplicidad de datos
- V10. Dependencia de una sola persona

Estas variables tienen alta influencia y también alta dependencia, por lo que amplifican los efectos negativos dentro del sistema y requieren una solución estructural coordinada.

#### Variables reactivas (efectos del sistema):

- V5. Tiempo excesivo en llenado
- V7. Falta de alertas sanitarias
- V8. Mala planificación del despliegue

Estas variables tienen baja influencia y alta dependencia; su mejora será consecuencia de intervenir las causas raíz y críticas.

#### Variable prescindible o de baja prioridad:

- V2. Bajo conocimiento digital de los guías

Se considera que esta limitación puede ser mitigada mediante diseño de interfaces más amigables y capacitación, sin requerir una transformación estructural.

### **3.3 Definición formal del problema**

A partir del análisis anterior, el problema puede ser formulado de manera cómo:

“El Servicio Nacional de Aduanas enfrenta una alta carga administrativa, errores frecuentes en los datos, ausencia de trazabilidad, limitada visualización de resultados y dificultades para tomar decisiones estratégicas y operativas. Estas deficiencias provienen de una falta de un sistema estandarizado y automatizado para la recolección, consolidación y visualización de la información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can”

Esta formulación resume los síntomas observados, las causas raíz y los efectos críticos institucionales.

### **3.4 Impacto sobre las funciones operativas, sanitarias y estratégicas**

El problema definido tiene consecuencias directas sobre diversas funciones esenciales de la institución:

1. Impacto en las funciones operativas: Disminuye la eficiencia del despliegue de los binomios, afecta la cobertura de puntos de control, y retrasa las decisiones correctivas ante cambios en la efectividad operativa de los equipos caninos.
2. Impacto en las funciones sanitarias: Al no contar con alertas automáticas ni registros centralizados, se arriesga el bienestar de los canes por falta de seguimiento a licencias médicas, vacunas u otras condiciones clínicas.
3. Impacto en las funciones estratégicas: Impide generar inteligencia operativa, establecer rankings de desempeño, redistribuir recursos basados en evidencia y responder ágilmente a requerimientos institucionales o de control externo.

En consecuencia, la resolución del problema no solo impactará positivamente la gestión de los binomios guía-can, sino que también fortalecerá la capacidad de respuesta, planificación y mejora continua del Servicio Nacional de Aduanas en su conjunto.

## Capítulo 4: Objetivos del Proyecto

Objetivo general:

“Diseñar un sistema de gestión de información operativo y sanitaria de los binomios detectores del SNA que permita disminuir el tiempo de procesamiento, análisis y reportabilidad de la información y fortalecer la toma de decisiones estratégicas mediante la consolidación y visualización de indicadores claves.”

Objetivos específicos:

1. Estructurar un formulario que permita recolectar la información operativa y sanitaria de los Binomios Detectores mediante campos de información definidos y respuestas preestablecidas.
2. Elaborar una propuesta de visualización de indicadores clave (KPI) sanitarios y operativos, mediante el uso de herramientas de inteligencia de negocio (BI), que fortalezca la toma de decisiones estratégicas.
3. Evaluar la disminución de los tiempos del proceso de recolección y análisis de datos a través de simulación y pruebas piloto donde del tiempo de demora disminuya en un 30% y porcentaje de error a un 5%.

## **Capítulo 5: Marco Teórico**

Este capítulo tiene como objetivo establecer los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el diseño del sistema de gestión de información operativa y sanitaria para los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas. La propuesta se enmarca en la necesidad de fortalecer la trazabilidad, la eficiencia en la toma de decisiones y la calidad de la fiscalización a través del uso de tecnologías modernas, alineadas con los principios de gestión pública y transformación digital del Estado.

A diferencia de enfoques tradicionales, este capítulo adopta como eje central la metodología Design Science Research (DSR), complementada con elementos de modelado de datos, automatización de procesos, visualización mediante dashboards y estándares internacionales como ISO 9001:2015. Asimismo, se realiza una revisión comparativa con otras metodologías (ISO y Ágil) y se incorpora una estrategia de evaluación basada en simulación de eventos discretos, que permite validar el impacto del sistema propuesto antes de su implementación real.

### **5.1 Fundamentos de la Gestión Institucional y Modernización del Estado**

La gestión institucional en el sector público busca garantizar el cumplimiento eficiente, transparente y trazable de los objetivos estratégicos del Estado. Para ello, los sistemas de gestión se estructuran como marcos de políticas, procesos y herramientas tecnológicas que permiten planificar, ejecutar, monitorear y mejorar continuamente las funciones institucionales (ISO, 2015).

En particular, los sistemas modernos de gestión pública deben integrar componentes como la trazabilidad, la automatización de procesos y la visualización de datos para mejorar la toma de decisiones y fortalecer la rendición de cuentas (OECD, 2020). Estos elementos son especialmente críticos en instituciones fiscalizadoras como el Servicio Nacional de Aduanas, donde el control eficiente de unidades operativas especializadas —como los binomios Guía-Can— exige sistemas específicos y actualizados.



*Ilustración 12: Componentes de un sistema de gestión institucional moderno*

*Fuente: Elaboración propia basada en ISO 9001:2015 y OECD, 2020*

La ilustración muestra cómo la planificación estratégica, la operación técnica y el seguimiento se integran mediante tecnologías digitales, permitiendo una gestión basada en evidencia. En línea con la Ley 21.180 sobre Transformación Digital del Estado (Biblioteca del Congreso Nacional, 2019), el diseño de estos sistemas no solo responde a una necesidad operativa, sino también a una obligación institucional para asegurar eficiencia, control y transparencia.

## **5.2 Comparación y Selección de Enfoques Metodológicos**

En el diseño de soluciones institucionales basadas en tecnología, es fundamental seleccionar una metodología que asegure pertinencia práctica, rigurosidad técnica y alineación estratégica. En este estudio se consideran tres enfoques ampliamente utilizados: la metodología Design Science Research (DSR), la norma ISO 9001:2015 y la metodología Ágil, cada una con características distintivas aplicables a contextos públicos.

La DSR se enfoca en la construcción y validación de artefactos tecnológicos (sistemas, modelos o plataformas) que resuelven problemas reales mediante ciclos iterativos de diseño, prueba y evaluación en contextos reales (Peffer et al., 2007). Su naturaleza flexible y validada por usuarios finales la hace ideal para contextos donde se busca mejorar procesos mediante soluciones concretas, como es el caso del rediseño del sistema de gestión Guía-Can.

En contraste, la ISO 9001:2015 entrega un marco normativo orientado al aseguramiento de la calidad organizacional, con énfasis en la mejora continua y la estandarización de procesos (ISO, 2015). Si bien es ampliamente utilizada en el sector público, su foco está más en el control que en el diseño de soluciones innovadoras.

Por su parte, la metodología Ágil, surgida del desarrollo de software, privilegia la entrega rápida de soluciones funcionales mediante iteraciones frecuentes y trabajo colaborativo (Beck et al., 2001). Aunque flexible, puede carecer de la formalidad necesaria en entornos institucionales que requieran trazabilidad y documentación rigurosa.

<b>Criterio</b>	<b>Design Science Research (DSR)</b>	<b>Metodología Ágil</b>	<b>ISO 9001:2015</b>
Origen	Sistemas de Información	Desarrollo de software	Gestión de calidad
Enfoque	Diseño y validación de artefactos	Iteraciones rápidas y colaborativas	Mejora continua y control de calidad
Aplicabilidad institucional	Alta (diseño validado en contexto real)	Media (requiere adaptación)	Alta (certificación y estandarización)
Documentación	Estructurada y replicable	Mínima, centrada en funcionalidad	Formal y regulada
Participación de usuarios	Alta en etapas de evaluación	Alta durante todo el proceso	Baja, limitada a auditorías
Rigurosidad investigativa	Alta (base científica y técnica)	Media	Alta (orientada a procesos)
Flexibilidad de diseño	Alta, adaptativa al problema	Muy alta, pero menos trazable	Baja, con procedimientos fijos

*Tabla 13: Comparación entre metodologías DSR, Ágil e ISO 9001:2015.*

*Fuente: Elaboración propia, basada en Peffers et al., 2007; ISO, 2015; Beck et al., 2001*

Como se aprecia, la metodología DSR combina flexibilidad, rigurosidad y validación contextual, permitiendo construir soluciones tecnológicas alineadas a problemas institucionales reales. Por ello, se selecciona como marco metodológico central de este estudio, en concordancia con su aplicabilidad demostrada en entornos públicos (Gregor & Hevner, 2013; Martínez Robalino, 2017).

### **5.3 Aplicación de la metodología DSR al sistema Guía-Can**

La metodología Design Science Research (DSR) se implementa en este estudio como marco estructurante para el diseño del sistema de información destinado a la gestión operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas (SNA). Su elección responde a su capacidad de vincular el problema institucional detectado con una solución tecnológica concreta, validada en el entorno real.

Según Peffers et al. (2007), DSR se compone de seis etapas:

- (1) Identificación del problema
- (2) Definición de objetivos
- (3) Diseño y desarrollo del artefacto
- (4) Demostración
- (5) Evaluación
- (6) Comunicación.

En este proyecto, dichas etapas se adaptan de la siguiente forma:

- Problema identificado: Limitaciones en la trazabilidad, consolidación y visualización de datos operativos y sanitarios de los binomios.
- Objetivo de la solución: Diseñar un sistema que centralice, automatice y visualice dicha información para una toma de decisiones basada en evidencia.
- Artefacto propuesto: Sistema compuesto por base de datos relacional, formularios digitales, dashboards e indicadores clave.
- Evaluación: Validación mediante simulaciones, retroalimentación de usuarios clave y comparación de tiempos y errores antes y después de la implementación.
- Esta aproximación garantiza una solución pertinente, escalable y alineada con la transformación digital del Estado, en el marco de la Ley N.º 21.180 (Biblioteca del Congreso Nacional, 2019).

## **5.4 Fundamentos de sistemas de gestión institucional**

Los sistemas de gestión institucional en el sector público permiten estructurar procesos administrativos, operativos y estratégicos para cumplir con los objetivos organizacionales bajo principios de eficiencia, trazabilidad y legalidad (Cavallari, 2022). Su correcta implementación contribuye a fortalecer la rendición de cuentas y a mejorar la calidad de los servicios prestados.

En instituciones como el Servicio Nacional de Aduanas, estos sistemas son fundamentales para coordinar funciones críticas como la fiscalización, la gestión de riesgos y el control operativo. En unidades especializadas como los binomios Guía-Can, permiten consolidar datos sanitarios y operativos, mejorar la trazabilidad de los hallazgos y facilitar el monitoreo institucional.

El enfoque basado en procesos propuesto por la norma ISO 9001:2015 promueve la mejora continua, el uso eficiente de los recursos y la orientación a resultados (ISO, 2015). Cuando estos principios se aplican mediante tecnologías digitales, se potencian las capacidades institucionales en términos de automatización, validación de datos y generación de inteligencia operativa.

A continuación, se presenta una comparativa entre los sistemas tradicionales y modernos aplicados a la gestión de unidades operativas como los binomios:

Aspecto	Sist. Tradicional/Manual	Sist. Digital/Moderno
<b>Captura de Datos</b>	Plantillas Individuales	Formularios digitales integrados
<b>Consolidación de Información</b>	Manual, dependiente de personas	Automatizada y en tiempo real
<b>Validación de Información</b>	Revisión manual	Validaciones automáticas
<b>Visualización de Datos</b>	Informes estáticos	Dashboard dinámicos
<b>Trazabilidad</b>	Baja (archivos aislados)	Alta (Historial centralizado)
<b>Tiempo de Respuesta</b>	Lento	Ágil e Inmediato
<b>Gestión de Alerta</b>	Manual (por correo o llamada)	Automática
<b>Riesgo del Error</b>	Alto (humano)	Bajo (controlado por sistema)

*Tabla 14: Comparativa entre sistemas tradicionales/manuales vs sistemas modernos/digitales en gestión de unidades operativas*

*Fuente: Elaboración propia basada en OECD, 2020; WCO, 2022*

## 5.5 Automatización de procesos administrativos

La automatización de procesos administrativos consiste en reemplazar tareas manuales por procedimientos digitales que aumenten la eficiencia, reduzcan errores y mejoren la trazabilidad de la información (Davenport & Ronanki, 2018). En el ámbito público, esta práctica es clave para cumplir con las exigencias de eficiencia y transparencia establecidas por normativas como la Ley 21.180 de Transformación Digital del Estado (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2019).

En el contexto del Servicio Nacional de Aduanas, automatizar los registros operativos y sanitarios de los binomios Guía-Can permite consolidar datos de manera inmediata, incorporar validaciones automáticas y generar reportes dinámicos. Estas funcionalidades son fundamentales para una gestión institucional moderna, alineada con las exigencias de control operativo y cumplimiento normativo.

Según McKinsey Global Institute (2017), hasta un 30% de las tareas administrativas del sector público podrían ser automatizadas mediante tecnologías actuales, como formularios electrónicos, motores de workflow y Robotic Process Automation (RPA). Esto libera recursos humanos, mejora los tiempos de respuesta y asegura mayor consistencia en los datos reportados.



*Ilustración 13: Beneficios de la Automatización de Procesos Administrativos*

*Fuente: Recuperado de McKinsey Global Institute, 2017*

## 5.6 Modelado de datos e ingeniería de bases de datos

El modelado de datos es una fase crítica en el diseño de sistemas de información, ya que permite representar de forma estructurada los elementos clave que serán gestionados en una base de datos

(Coronel & Morris, 2015). Esta representación asegura que la información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can sea consistente, trazable y fácilmente consultable.

En este proyecto, el diseño de la base de datos seguirá una estructura relacional basada en modelos conceptual, lógico y físico, lo que facilita la correcta identificación de entidades, relaciones y restricciones aplicables al dominio institucional (Teorey, Lightstone & Nadeau, 2011). Este enfoque garantiza integridad en los registros y eficiencia en los procesos de consulta.



**Ilustración 14:** Etapas del diseño de una base de datos: diseño conceptual, lógico y físico.

**Fuente:** Adaptado de Blogging Base de Datos (2019).

En línea con las buenas prácticas documentadas en tesis similares (Mendoza & Hidalgo, 2022; Barrera & Canales, 2018), se propone una estructura que incluya tablas para binomios, hallazgos, controles sanitarios y reportes operativos. Estas estarán vinculadas mediante claves primarias y foráneas, con reglas de validación que aseguren coherencia en los datos ingresados.

Este enfoque permitirá reducir errores de digitación, agilizar la generación de reportes y asegurar la continuidad de la información institucional ante rotación de personal o cambios organizacionales

## **5.7 Visualización de datos y tableros de control**

La visualización de datos permite transformar información técnica en representaciones gráficas comprensibles, facilitando la toma de decisiones estratégicas en instituciones públicas (Few, 2012). En este proyecto, la creación de un tablero de control (dashboard) permitirá monitorear en tiempo real la situación operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas.

Los dashboards se componen de visualizaciones clave como gráficos de barras, indicadores de desempeño (KPI), alertas y series temporales que ayudan a detectar patrones, evaluar el cumplimiento de metas y reaccionar oportunamente ante desviaciones (Eckerson, 2010; Knaflic, 2015).

Entre las visualizaciones sugeridas se incluyen:

- Gráficos de barras para comparar hallazgos entre aduanas o binomios.
- Series de tiempo para observar tendencias de inspecciones o controles.
- Indicadores de cumplimiento sanitario y operatividad mensual.
- Alertas sobre vencimientos de vacunas o licencias médicas.

Estas visualizaciones serán desarrolladas en una plataforma digital dinámica, permitiendo interactividad, actualización automática y consulta en línea, lo que fortalece la gestión basada en evidencia y mejora la fiscalización del recurso canino.

## **5.8 Metodología de evaluación mediante simulación**

La validación de soluciones tecnológicas diseñadas bajo el enfoque de Design Science Research (DSR) requiere no solo demostrar su viabilidad técnica, sino también evaluar de forma empírica su capacidad de mejorar los procesos actuales. En este contexto, una metodología idónea para evaluar el rediseño del sistema de gestión operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas es la Simulación Discreta de Eventos (Discrete Event Simulation, DES).

Esta técnica permite modelar procesos como una secuencia de eventos que ocurren en puntos específicos del tiempo, capturando con precisión las dinámicas del sistema y facilitando la comparación entre el modelo actual (AS-IS) y la propuesta futura (TO-BE). Su aplicación ha sido

ampliamente documentada en ámbitos administrativos y logísticos, destacando por su capacidad para analizar el impacto de cambios estructurales sin necesidad de implementar primero la solución en el entorno real (Law & Kelton, 2014; Banks et al., 2010).

En el marco del presente proyecto, la simulación se empleará para evaluar la mejora de tiempos, la reducción de errores y la disminución de la carga operativa derivada de la implementación del sistema propuesto. Para ello, se utilizará el siguiente enfoque estructurado:

- Modelado AS-IS: se representará el proceso actual de recolección, validación y consolidación de datos, con base en los flujos descritos mediante diagramas BPMN y los tiempos obtenidos durante el levantamiento de información.
- Modelado TO-BE: se diseñará un modelo simulado que incorpora la automatización de formularios, validaciones automáticas, base de datos estructurada y tableros de control. Este modelo considerará los tiempos proyectados para cada subproceso en el nuevo sistema.
- Parámetros de simulación: se incorporarán los datos cuantitativos recopilados (tiempos de procesamiento, tasas de error, cargas operativas) para reproducir fielmente el comportamiento del sistema en distintos escenarios de operación.
- Ejecución de simulaciones: se simularán períodos representativos (por ejemplo, un mes completo de operación) para ambos modelos, utilizando herramientas como Bizagi Modeler.
- Comparación de indicadores clave (KPI): se evaluarán métricas como tiempo total de consolidación de reportes, tiempo de validación, tasa de errores, carga de trabajo del coordinador y cumplimiento de controles sanitarios.

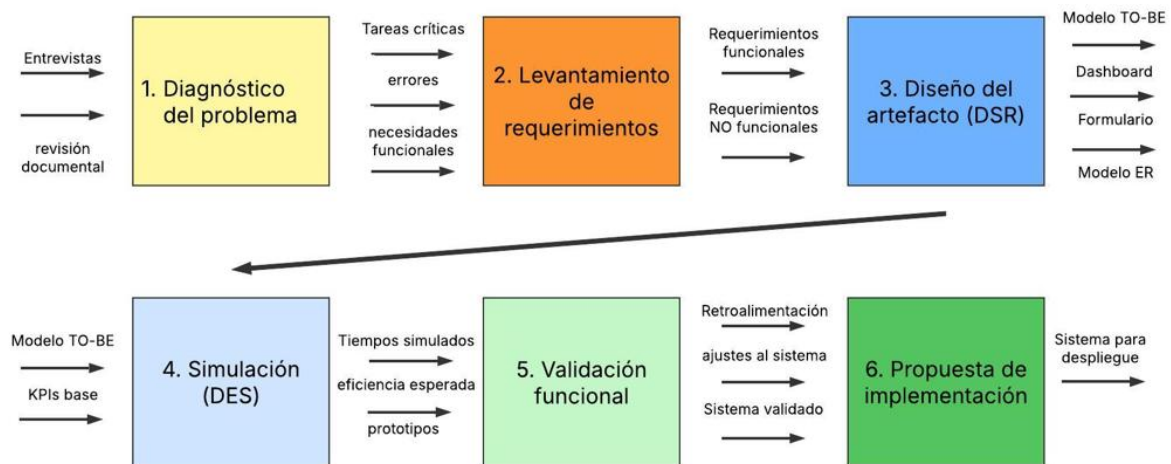
Esta metodología no solo permite cuantificar los beneficios esperados del sistema, sino también identificar posibles cuellos de botella o necesidades de ajuste antes de su implementación. De este modo, la simulación actúa como una herramienta de validación práctica, coherente con los principios de la metodología DSR, que exige demostrar que el artefacto propuesto efectivamente contribuye a resolver el problema identificado (Hevner et al., 2004).

En suma, la simulación de tiempos mediante DES fortalece la evidencia empírica sobre el valor del sistema de gestión propuesto y proporciona una base objetiva para su posterior implementación y escalabilidad dentro del Servicio Nacional de Aduanas

## Capítulo 6: Propuesta Metodológica

El desarrollo del sistema de gestión propuesto se sustenta metodológicamente en un enfoque aplicado y constructivo, guiado por la metodología Design Science Research (DSR), en combinación con una evaluación basada en Simulación de Eventos Discretos (DES). Esta doble perspectiva metodológica permite no solo diseñar una solución alineada a las necesidades institucionales del Servicio Nacional de Aduanas, sino también anticipar sus efectos mediante técnicas de simulación que permiten estimar mejoras operacionales tangibles antes de su implementación.

Con el objetivo de representar de forma sintética y ordenada la estructura lógica de la propuesta, se incorpora a continuación un diagrama metodológico de cajas negras. Cada caja representa una fase crítica del proceso de desarrollo del sistema: diagnóstico, levantamiento de requerimientos, diseño, simulación, validación e implementación. Además, se destacan explícitamente las variables de entrada y salida entre etapas, permitiendo visualizar el encadenamiento entre los insumos y productos de cada componente del proyecto. Esta herramienta facilita la comprensión integral de la propuesta metodológica y refuerza el carácter iterativo y validado de la metodología DSR adoptada.



**Ilustración 15:** Comparación de indicadores clave entre el modelo actual (AS-IS) y el sistema propuesto (TO-BE)

**Fuente:** Elaboración propia, con base en el diagnóstico del proceso actual) y la propuesta de diseño del sistema.

## 6.1 Enfoque metodológico general

La investigación corresponde a un estudio aplicado, con un enfoque proyectivo y constructivo, orientado a resolver una problemática operativa institucional mediante el diseño de un artefacto tecnológico validado. El enfoque se sustenta en la metodología Design Science Research (DSR), que permite desarrollar soluciones orientadas a la mejora de procesos reales a través de la iteración entre diagnóstico, diseño, desarrollo, evaluación y comunicación.

De acuerdo con Peffers et al. (2007), DSR consta de seis etapas principales: (1) Identificación del problema, (2) Definición de objetivos de solución, (3) Diseño y desarrollo del artefacto, (4) Demostración, (5) Evaluación, y (6) Comunicación. Estas etapas se articulan de forma iterativa, permitiendo la mejora progresiva del sistema.

## 6.2 Estrategia de levantamiento de requerimientos

El levantamiento de requerimientos se realizó combinando técnicas cualitativas y documentales:

- Entrevista estructurada: aplicada a la coordinadora nacional de binomios Guía-Can, permitió identificar tareas críticas, tiempos, errores frecuentes y necesidades funcionales.
- Revisión documental: se analizaron planillas operativas, protocolos de envío, y normativas internas.
- Derivación de requerimientos: se clasificaron en funcionales (registro estructurado, alertas, dashboards) y no funcionales (usabilidad, validaciones automáticas, seguridad de datos).

## 6.3 Diseño del artefacto según DSR

Siguiendo la estructura propuesta por el profesor guía, el diseño del artefacto incorpora los siguientes componentes robustecidos:

### 6.3.1 Modelo de procesos TO-BE (BPMN)

Se modeló el proceso mejorado de recolección, consolidación y visualización de datos utilizando Business Process Model and Notation (BPMN). Este modelo incluye:

- Registro estructurado por parte de guías caninos.

- Revisión institucional y detección de alertas sanitarias.
- Generación de visualizaciones para la toma de decisiones.

Este modelo TO-BE reemplaza tareas repetitivas, automatiza validaciones y mejora la trazabilidad.

### **6.3.2 Modelado entidad-relación (ERD)**

Se diseñó un modelo lógico de base de datos que contempla:

- Tabla Binomios (can, guía, aduana).
- Tabla Controles Sanitarios (vacunas, desparasitaciones, licencias).
- Tabla Hallazgos y Reportes Operativos.

El modelo garantiza integridad, consultas eficientes y soporte para la visualización posterior.

### **6.3.3 Formulario estructurado de ingreso de datos**

El sistema contempla la implementación de un formulario digital con validaciones automáticas y campos obligatorios. Esto permite:

- Disminuir errores de digitación.
- Asegurar completitud de los registros.
- Integrar la información en una base centralizada.

### **6.3.4 Visualización mediante dashboard**

Se propone un tablero de control interactivo construido en Power BI, con los siguientes KPI:

1. Cantidad de hallazgos por binomio.
2. Tipos de hallazgos y su cantidad por binomio (para definir la especialidad del can en la detección).
3. Cantidad de días trabajados vs. hallazgos realizados.
4. Ubicación de los hallazgos.
5. Ubicación de los hallazgos por sustancias.
6. Alertas sanitarias activas.

El dashboard está diseñado para usuarios técnicos y jefaturas, con filtros por mes, binomio o región.

## **6.4 Plan de simulación y validación funcional**

La etapa de evaluación del sistema propuesto constituye una fase clave dentro del enfoque metodológico Design Science Research (DSR), ya que permite validar si el artefacto diseñado satisface los objetivos definidos y mejora efectivamente el proceso institucional. En este contexto, se contempla la realización de una simulación funcional que permita comparar el desempeño del sistema optimizado (TO-BE) respecto del modelo actual (AS-IS), bajo condiciones operativas realistas.

La metodología de evaluación de evento discretos (DES) se basa en un enfoque de simulación por modelado de procesos, para efectos de esta investigación se utilizará la herramienta Bizagi Modeler para representar y ejecutar el flujo de trabajo definido en el modelo TO-BE. Esta técnica permitirá estimar los tiempos de ejecución, detectar cuellos de botella y analizar cuantitativamente las mejoras esperadas, en coherencia con lo planteado en el marco teórico (apartado 5.8), donde se justificó el uso de simulación como una alternativa viable y eficiente en contextos institucionales que requieren evaluación anticipada de soluciones tecnológicas.

Luego de la ejecución de la simulación funcional, se contempla complementar la evaluación mediante una fase de prueba piloto con usuarios reales, orientada a validar el prototipo del sistema en condiciones operativas controladas. Esta instancia permitirá recoger retroalimentación directa de los principales usuarios del sistema, guías caninos y la coordinadora de la Escuela Canina, lo cual permitirá identificar oportunidades de mejora, validar la usabilidad de los formularios digitales y verificar la pertinencia de las visualizaciones incluidas en el dashboard. Esta fase se plantea como una instancia de validación práctica, esencial antes de su escalamiento institucional.

### **6.4.1 Indicadores base y metas proyectadas**

La simulación estará orientada a medir el comportamiento del sistema propuesto frente a tres indicadores clave previamente identificados en el diagnóstico del modelo actual (Capítulo 2):

Indicador	Situación actual (AS-IS)	Meta esperada (TO-BE)
Tiempo de consolidación de datos	> 48 horas	< 6 horas
Tasa de errores por digitación	> 10%	< 5%
Nivel de trazabilidad	Baja / Dispersa	Completa / Auditada

*Tabla 15: Comparación de indicadores clave entre el modelo actual (AS-IS) y el sistema propuesto (TO-BE)*

*Fuente: Elaboración propia, con base en el diagnóstico del proceso actual) y la propuesta de diseño del sistema.*

Estos indicadores servirán como base para comparar cuantitativamente el rendimiento de ambos modelos, proporcionando evidencia de la eficiencia y efectividad del sistema propuesto.

#### **6.4.2 Simulación del modelo TO-BE en Bizagi Modeler**

Se diseñará una simulación operacional del modelo TO-BE en Bizagi Modeler, herramienta seleccionada por su capacidad para representar visualmente los procesos, asignar tiempos de ejecución, recursos humanos y condiciones lógicas de trabajo. El plan de simulación considera los siguientes parámetros:

- Frecuencia de simulación: mensual (12 iteraciones por año).
- Variables observadas: tiempo promedio de procesamiento, acumulación de tareas, tasas de errores estimadas, desviaciones respecto a los KPI esperados.

La simulación permitirá visualizar de manera anticipada el impacto del sistema sobre la carga operativa, la eficiencia en el flujo de información y la trazabilidad institucional, generando insumos para futuras iteraciones y ajustes al artefacto, en conformidad con la filosofía iterativa del enfoque DSR.

#### **6.4.3 Prueba piloto de prototipos**

Con el objetivo de reforzar el proceso de validación del sistema propuesto, se llevará a cabo una prueba piloto de los prototipos diseñados, posterior a la etapa de simulación. Esta prueba estará

dividida en dos componentes principales: el formulario digital de ingreso de datos operativos y sanitarios, y el dashboard de visualización de indicadores clave.

En primer lugar, se implementará una prueba funcional del formulario con un grupo de 2 a 3 guías caninos seleccionados, quienes simularán el registro mensual de información utilizando el nuevo prototipo. Esta actividad permitirá evaluar aspectos como la claridad de los campos, la facilidad de uso del formulario, la lógica de navegación y el cumplimiento de validaciones automáticas. La selección de los participantes buscará representar distintos perfiles operativos dentro de la unidad, incluyendo guías con experiencia y otros de incorporación más reciente.

Durante esta etapa, se solicitará a los participantes retroalimentación cualitativa respecto de su experiencia de uso, posibles dificultades encontradas y sugerencias de mejora. Esta información será sistematizada por el equipo de diseño del sistema para realizar ajustes finales al prototipo, mejorando su alineación con las necesidades reales de los usuarios finales.

Paralelamente, se desarrollará una prueba remota con la profesional encargada de la Escuela Canina, quien evaluará el prototipo del dashboard de control mediante un conjunto de visualizaciones construidas con datos de prueba. Esta validación permitirá identificar oportunidades de mejora en la visualización de KPIs, la navegación entre vistas, y la pertinencia de las alertas e indicadores incorporados. Su participación es clave, ya que ella es la responsable directa de consolidar y monitorear la información de los binomios a nivel nacional.

Esta fase piloto entregará evidencia complementaria a la simulación, incorporando la perspectiva de los usuarios finales e institucionales. La validación empírica obtenida permitirá asegurar la usabilidad, funcionalidad y pertinencia operativa del sistema propuesto, aumentando su factibilidad de implementación efectiva en el contexto institucional del Servicio Nacional de Aduanas.

## **Capítulo 7: Diseño del Sistema Propuesto**

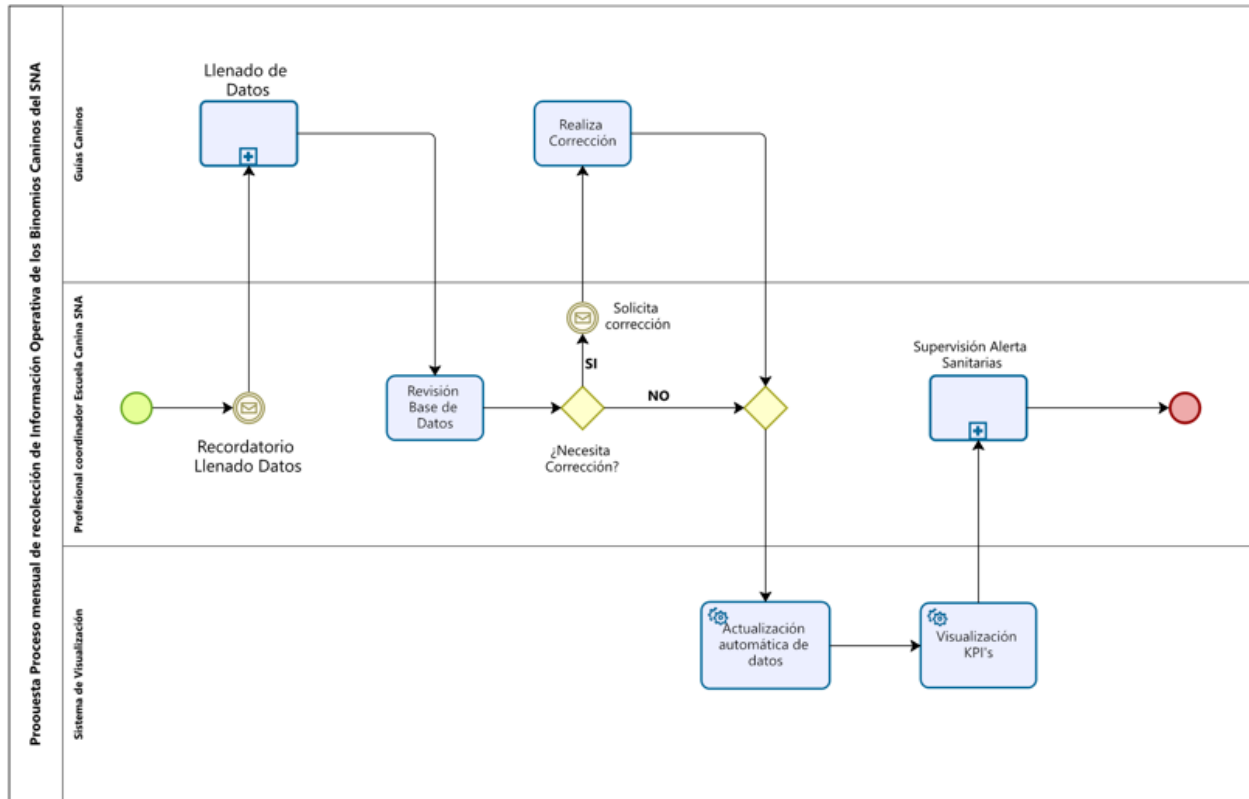
### **7.1 Modelo de Procesos Optimizado (TO-BE)**

El rediseño del proceso de recolección y gestión de información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas se formaliza mediante el modelo TO-BE representado bajo la notación BPMN. Este modelo constituye una mejora significativa respecto al proceso actual (AS-IS), permitiendo resolver los principales cuellos de botella identificados, tales como la dependencia del correo electrónico, la consolidación manual de datos y la ausencia de visualización dinámica.

El nuevo proceso, validado institucionalmente, se divide en tres grandes componentes: (1) ingreso estructurado de información por parte de los guías caninos, (2) verificación institucional y activación de alertas sanitarias, y (3) actualización automática de datos y visualización mediante dashboards. Se han definido dos subprocesos clave: el Subproceso de Llenado de Datos, que estructura el registro operativo y sanitario; y el Subproceso de Supervisión de Alertas Sanitarias, que permite al coordinador institucional revisar y comunicar estados críticos a las jefaturas regionales.

### 7.1.1 Diagramas del modelo TO-BE

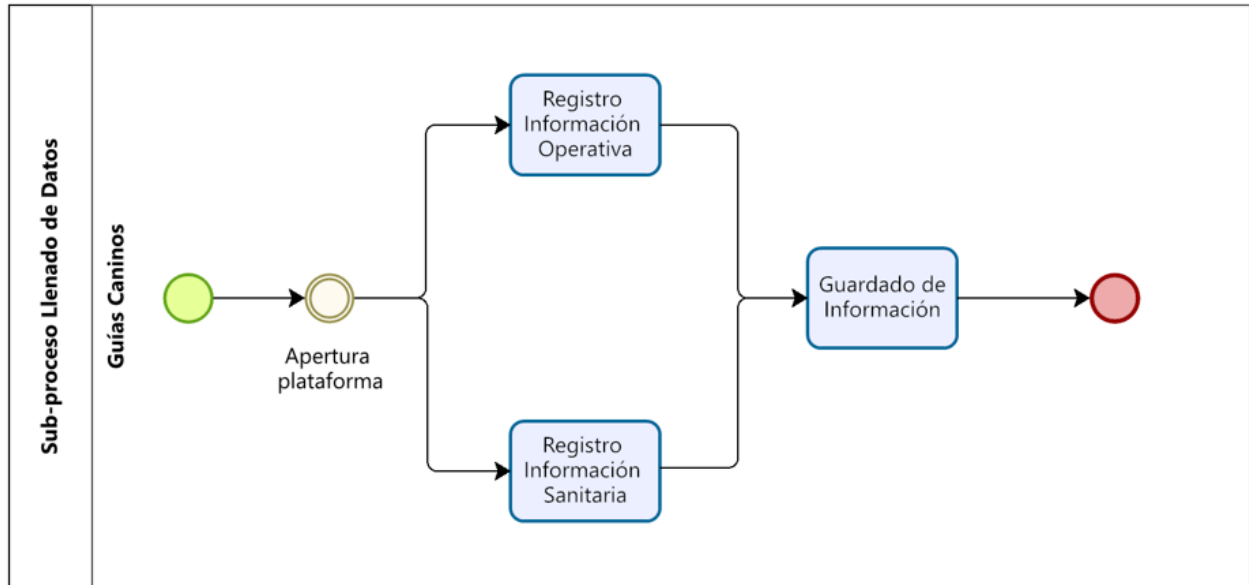
A continuación, se presentan los diagramas BPMN que describen gráficamente el proceso propuesto:



*Ilustración 16: Diagrama BPMN general del proceso mensual de recolección de información operativa y sanitaria (TO-BE).*

*Fuente: Elaboración propia.*

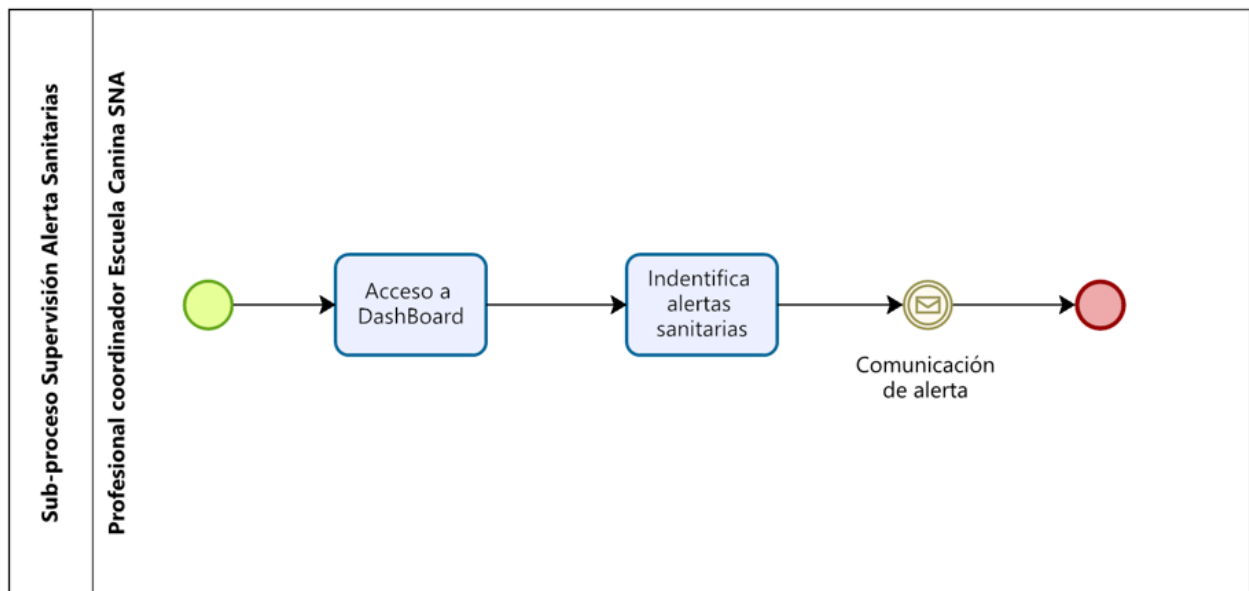
Este modelo integra recordatorios automáticos, validación institucional, visualización de KPI y supervisión de alertas sanitarias, permitiendo una trazabilidad completa y disminuyendo el tiempo de reportabilidad.



*Ilustración 17: Subproceso de llenado de datos por parte de los guías caninos.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Este diagrama detalla las acciones del guía desde la apertura de la plataforma, registro de información operativa y sanitaria, hasta el guardado estructurado, permitiendo la integración inmediata en la base de datos



*Ilustración 18: Subproceso de supervisión de alertas sanitarias por parte del coordinador institucional.*

*Fuente: Elaboración propia.*

El flujo refleja cómo se identifican automáticamente las alertas sanitarias a través del dashboard y se comunica a las jefaturas regionales, optimizando la prevención y la respuesta institucional.

### 7.1.2 Comparación entre el modelo actual (AS-IS) y el modelo optimizado (TO-BE)

<b><u>Elemento</u></b>	<b><u>Modelo AS-IS</u></b>	<b><u>Modelo TO-BE (Propuesto)</u></b>
Medio de recolección	Plantilla Excel enviada por correo	Formulario estructurado en plataforma digital
Consolidación de datos	Manual, por parte del coordinador	Automática mediante base de datos
Validación de datos	Revisión visual y por correo	Validación automática y revisión institucional
Visualización de indicadores	Reportes documento Word o PDF esporádicos	Dashboard dinámico en Power BI
Supervisión de alertas sanitarias	Búsqueda manual en planillas	Detección automática con comunicación a jefaturas
Tiempo estimado de respuesta	De 2 a 4 días para consolidación y análisis	Menos de 6 horas desde el ingreso de datos
Riesgo de errores	Alto, por digitación duplicada y consolidación	Bajo, con validaciones lógicas automatizadas

**Tabla 16:** Comparación entre el modelo actual (AS-IS) y el modelo optimizado (TO-BE).

*Fuente: Elaboración propia.*

### **7.1.3 Justificación de las mejoras**

- **Eficiencia:** El nuevo proceso reduce drásticamente los tiempos de respuesta y elimina tareas repetitivas, aumentando la capacidad de supervisión mensual del coordinador nacional.
- **Trazabilidad:** La base de datos digital permite conservar un historial consolidado de cada binomio, sus hallazgos, controles sanitarios y licencias.
- **Automatización:** Las alertas sanitarias se generan automáticamente a partir de reglas de negocio definidas, minimizando la dependencia de revisión manual.
- **Calidad de datos:** El formulario digital incorpora validaciones automáticas que evitan campos incompletos, errores de formato o valores fuera de rango.

Este nuevo modelo se transforma en el eje articulador del sistema propuesto, alineado con la metodología Design Science Research, ya que permite materializar una solución técnica funcional validable, construida a partir del diagnóstico de necesidades y evidencias empíricas levantadas en terreno.

## **7.2 Diseño Funcional de Módulos**

Los módulos funcionales que se describen a continuación se derivan directamente del modelo de procesos TO-BE descrito en el apartado anterior. Cada uno corresponde a una agrupación lógica de tareas representadas en el diagrama BPMN general y sus subprocesos complementarios.

El sistema propuesto se estructura en cuatro módulos funcionales principales, diseñados para cubrir de forma integrada el ciclo completo de recolección, consolidación, validación y visualización de la información operativa y sanitaria de los binomios Guía-Can:

### **1. Módulo de Ingreso de Datos**

Permite a los guías caninos registrar información operativa y sanitaria mediante un formulario estructurado y digital. Incluye campos obligatorios, validaciones automáticas y lógica condicional según el tipo de registro. Garantiza el almacenamiento seguro de los datos en la base institucional.

### **2. Módulo de Validación y Consolidación**

Este módulo está orientado al coordinador institucional. Permite revisar datos ingresados, activar alertas sanitarias y consolidar automáticamente la información. Sustituye la revisión manual y centraliza el control de calidad del proceso.

### 3. Módulo de Supervisión y Alertas

Encargado de detectar automáticamente vencimientos de controles sanitarios (vacunación, desparasitación, licencias médicas) y comunicar a las jefaturas regionales. Se basa en reglas de negocio previamente definidas y configuradas.

### 4. Módulo de Visualización Dinámica

Integra el tablero de control diseñado en Power BI. Ofrece a las jefaturas y analistas institucionales acceso en tiempo real a indicadores clave de desempeño (KPI), con filtros por binomio, aduana, mes y tipo de sustancia detectada.

### Interacciones entre módulos

Los módulos están interrelacionados de forma secuencial y lógica, permitiendo que los datos ingresados pasen automáticamente al proceso de validación, generación de alertas y posterior visualización. Esta arquitectura modular permite escalabilidad futura y facilita el mantenimiento del sistema.

## **7.3 Modelo Lógico y Físico de Base de Datos**

El diseño del sistema de gestión propuesto para los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas considera una base de datos estructurada bajo el modelo relacional, desarrollada en base a los requerimientos funcionales levantados y alineada al flujo de información definido en el modelo de procesos TO-BE. Este modelo asegura la integridad, trazabilidad y eficiencia en la consulta, consolidación y visualización de los datos operativos y sanitarios.

### **7.3.1 Modelo entidad-relación (lógico)**

La base de datos está compuesta por cinco tablas principales, cada una representando una entidad clave del sistema:

1. Binomio: Contiene información básica del binomio Guía-Can (ID\_Binomio, Nombre\_Can, Nombre\_Guía, Edad, Aduana\_Asignada).
2. ControlSanitario: Registra los eventos sanitarios (vacunación, desparasitación, licencias), vinculados por ID\_Binomio.
3. AlertaSanitaria: Identifica alertas generadas por vencimientos o licencias, vinculadas por ID\_Binomio.
4. ReporteOperativo: Consolida el número de inspecciones realizadas por binomio, punto de control y periodo (ID\_Reporte, ID\_Binomio).
5. Hallazgos: Detalla los hallazgos por cada reporte operativo, incluyendo tipo de sustancia, unidad de medida y ubicación (ID\_Hallazgos, ID\_Reporte).

### **7.3.2 Relaciones entre tablas**

Las relaciones están definidas de la siguiente forma:

- Binomio - ControlSanitario: Relación uno a muchos. Un binomio puede tener múltiples controles sanitarios. (PK: ID\_Binomio en Binomio; FK: ID\_Binomio en ControlSanitario).
- Binomio - AlertaSanitaria: Relación uno a muchos. Cada binomio puede generar varias alertas. (PK: ID\_Binomio en Binomio; FK: ID\_Binomio en AlertaSanitaria).
- Binomio - ReporteOperativo: Relación uno a muchos. Cada binomio genera reportes mensuales. (PK: ID\_Binomio en Binomio; FK: ID\_Binomio en ReporteOperativo).
- ReporteOperativo - Hallazgos: Relación uno a muchos. Un reporte puede contener múltiples hallazgos. (PK: ID\_Reporte en ReporteOperativo; FK: ID\_Reporte en Hallazgos).

### **7.3.3 Modelo físico y plataforma utilizada**

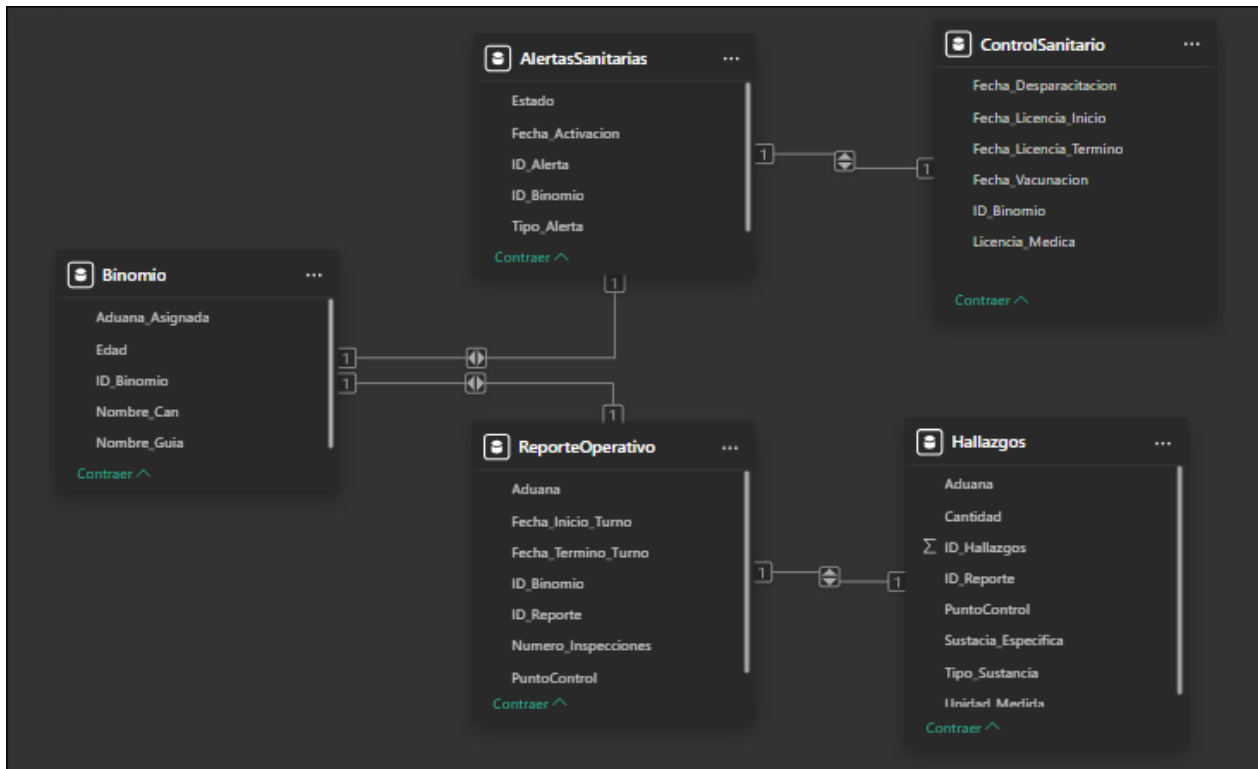
El modelo físico fue implementado utilizando la plataforma Power BI, la cual permitió definir, relacionar y modelar las distintas tablas mediante su editor de datos y modelo. Esta herramienta ofrece ventajas como:

- Visualización directa del modelo entidad-relación.
- Integración automática con dashboards e indicadores claves de desempeño (KPI).

- Creación de relaciones por arrastre visual entre campos clave.
- Validación de integridad referencial y transformaciones previas mediante Power Query.

La elección de Power BI como entorno de modelado responde a su capacidad de consolidar el diseño lógico, la validación de relaciones y la visualización de datos en una sola plataforma, optimizando el análisis, simulación y despliegue de la solución propuesta.

A continuación, se presenta el modelo entidad-relación elaborado en Power BI, el cual permite representar gráficamente las relaciones clave entre las entidades principales que componen la solución propuesta:



*Ilustración 19: Modelo Entidad-Relación del sistema de gestión de binomios Guía-Can.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Este diseño garantiza consistencia y escalabilidad del sistema, asegurando que los módulos definidos (registro, validación, consolidación y visualización) operen sobre una estructura de datos robusta y alineada con los procesos definidos en la propuesta de mejora.

## **7.4 Prototipos de formularios e interfaces**

Para garantizar una recolección de datos estandarizada, eficiente y alineada a las necesidades de trazabilidad y control, se ha diseñado un formulario digital estructurado en Microsoft Excel, destinado al uso mensual de los guías caninos del Servicio Nacional de Aduanas. Este formulario representa el prototipo inicial del módulo de ingreso de datos y cumple una doble función: capturar información operativa y sanitaria clave, y facilitar validaciones automáticas que aseguren consistencia desde el origen del dato.

### **7.4.1 Estructura general del formulario**

El archivo Excel está compuesto por cuatro hojas:

1. Formulario de ingreso (pestaña principal): Hoja principal donde el guía canino completa la información mensual requerida. Se incluyen campos estructurados y validados mediante listas desplegables.
2. Instrucciones de llenado: Contiene orientaciones detalladas para el correcto uso del formulario, con ejemplos y definiciones de los campos críticos.
3. Categorías Estado del Canil: Corresponde a la escala de estado de la infraestructura del canil, es con el fin de que el guía canino pueda determinar el estado de la infraestructura del canil, de forma clara y precisa.
4. Datos: Base estructurada que alimenta las listas desplegables utilizadas en el formulario (aduanas, puntos de control, tipos de hallazgos, diagnósticos médicos, etc.).

### **7.4.2 Componentes clave del formulario**

El formulario está dividido en secciones que permiten organizar la información de manera lógica y funcional:

1. Identificación del binomio: Mes de reporte, fecha de envío, aduana, nombre del guía y nombre del can detector.

Mes de reporte	Fecha de envío del reporte (dd/mm/aa)	Aduana	Guía de can	Can detector
MAYO	29-05-2025	COQUIMBO		BACO
MAYO	31-05-2025	LOS_ANDES		BAKER
JULIO	29-06-2025	VALPARAISO		CAOS

*Ilustración 20: Captura de la sección de identificación del formulario.*

*Fuente: Elaboración propia.*

2. Ausentismo: Registro de inasistencias del guía o del can, tipo de ausentismo, jornada afectada, fechas de inicio y término, y cálculo automático de los días ausentes.

Ausentismo Binomio Guía-Can Detector												
Ausentismo guía de can (Si/No)	Tipo ausentismo	Tipo de Jornada de Ausentismo	Fecha inicio	Fecha término	Total días ausentismo guía	Ausentismo can detector (Si/No)	Tipo ausentismo	Tipo de Jornada de Ausentismo	Fecha inicio	Fecha término	Total días ausentismo can	Total días Ausentismo Binomio
NO	NO	NO APLICA			0	SI	CELO	JORNADA COMPLETA	03-02-2024	03-04-2024	61	61
SI	LICENCIA MÉDICA	JORNADA COMPLETA	01-02-2025	02-02-2025	2	SI	CELO	NO APLICA			0	2
SI	PERMISO ADMINISTRATIVO	MEDIA JORNADA	29-01-2025	29-01-2025	0,5		OTRO				0	0,5
					0	NO	NO				0	0
					0						0	0
					0						0	0

*Ilustración 21: Registro de ausentismo del guía y del can.*

*Fuente: Elaboración propia.*

3. Salud y entrenamiento: Estado de salud del can, licencias médicas vigentes, diagnóstico, peso del can, dificultades en el entrenamiento diario y detalles del entrenamiento.

Salud				Entrenamiento		Caniles	
Estado de Salud	Licencia Médica	Diagnóstico Licencia Médica	Peso del Can (Kg)	Dificultades para Entrenamiento Diario	Detalle dificultades	ESTADO INFRAESTRUCTURA CANIL FIJO	ESTADO CANIL MOVIL
SANO	NO		33	SI		ÓPTIMO	OPERATIVO
ENTRATAMIENTO	SI			NO		BUENO	OPERATIVO
EN RECUPERACIÓN O REPOSO	SI					REGULAR	OPERATIVO
OTRO (ESPECIFICAR EN DIAGNÓSTICO)	SI					DEFICIENTE	OPERATIVO
						CRÍTICO	NO OPERATIVO

*Ilustración 22: Estado de salud, entrenamiento diario y condiciones del canil.*

*Fuente: Elaboración propia.*

4. Estado de caniles: Evaluación del estado de la infraestructura de canil fijo y canil móvil mediante campos categorizados. (Incluido en la figura anterior)
5. Trabajo operativo: Registro de actividad en puntos de control, fechas de inicio y término, tipo de jornada, y total de días trabajados.

Trabajo Operativo						
Trabajo Operativo Binomio (Si/No)	Aduana	Punto de Control	Tipo de Jornada	Fecha inicio	Fecha término	Total días
SI	LOS_ANDES	El Sauce	MEDIA JORNADA	01-02-2025		0,5
SI	LOS_ANDES	Libertadores	JORNADA COMPLETA	01-05-2026	01-07-2026	61
NO						0
						0
						0
						0

*Ilustración 23: Trabajo operativo del binomio por punto de control.*

*Fuente: Elaboración propia.*

6. Hallazgos: Datos operativos relevantes sobre la existencia o no de hallazgos, fecha, tipo de actuación, sustancia detectada, unidad de medida, peso, cantidad, y sistema de incautación.

Hallazgos								
Hallazgo (Si/No)	Fecha	Tipo de Actuación	Tipo Hallazgo	Detalle (Expecto armas y divisas)	ID Sistema Incautación de drogas	Unidad de Medida	Peso(Gramos)	Cantidad de unidades
SI	11-12-2024	HERRAMIENTA DE APOYO	ARMAS			UNIDADES		
NO			DIVISA	DOLAR		UNIDADES		
			DROGA	COCAINA (BASE)		GRAMOS		
			POLVORA	A GRANEL		GRAMOS		
			TABACO	CIGARRILLO		UNIDADES		
			OTRO (ESPECIFICAR EN OBS)					

*Ilustración 24: Registro de hallazgos operativos detectados por el binomio.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Dentro del Anexo 4 se puede encontrar el diseño del prototipo completo.

### 7.4.3 Validaciones y automatización básica

El formulario incorpora las siguientes funcionalidades automatizadas:

- Validaciones mediante listas desplegables: Permiten seleccionar únicamente valores predefinidos, reduciendo el margen de error en campos como aduana, tipo de hallazgo, tipo de ausentismo, entre otros.
- Condicionalidad entre campos: Por ejemplo, los puntos de control se habilitan dependiendo de la aduana seleccionada, asegurando coherencia entre ubicación y operación.
- Campos obligatorios: La estructura fuerza el llenado de ciertos campos críticos, como la aduana, el nombre del can y el nombre del guía, evitando envíos incompletos.
- Cálculo automático de días de ausentismo y días de trabajo operativo.

### 7.4.4 Consideraciones de usabilidad

- Interfaz familiar: Se optó por utilizar Microsoft Excel dada su amplia adopción institucional, facilitando la curva de aprendizaje para los usuarios.
- Distribución ordenada por secciones: La información se presenta de forma tabular y segmentada, lo que facilita la navegación y la revisión por parte del profesional coordinador.

- Compatibilidad con herramientas de consolidación y visualización: La estructura del formulario permite su integración con Power BI, lo cual es clave para alimentar el dashboard y generar los KPI definidos.

Este prototipo representa un paso fundamental en el diseño funcional del sistema, al permitir estandarizar la entrada de datos desde múltiples usuarios, reducir los errores en la recolección y habilitar un sistema más trazable y automatizable desde su origen.

## **7.5 Diseño del Tablero de Visualización (Dashboard)**

Con el objetivo de consolidar, visualizar y facilitar el análisis de la información recolectada sobre el rendimiento operativo y sanitario de los binomios Guía–Can del Servicio Nacional de Aduanas, se desarrolló un tablero interactivo en la plataforma Power BI, herramienta que permite integrar múltiples fuentes de datos y construir reportes visuales e inteligentes en tiempo real.

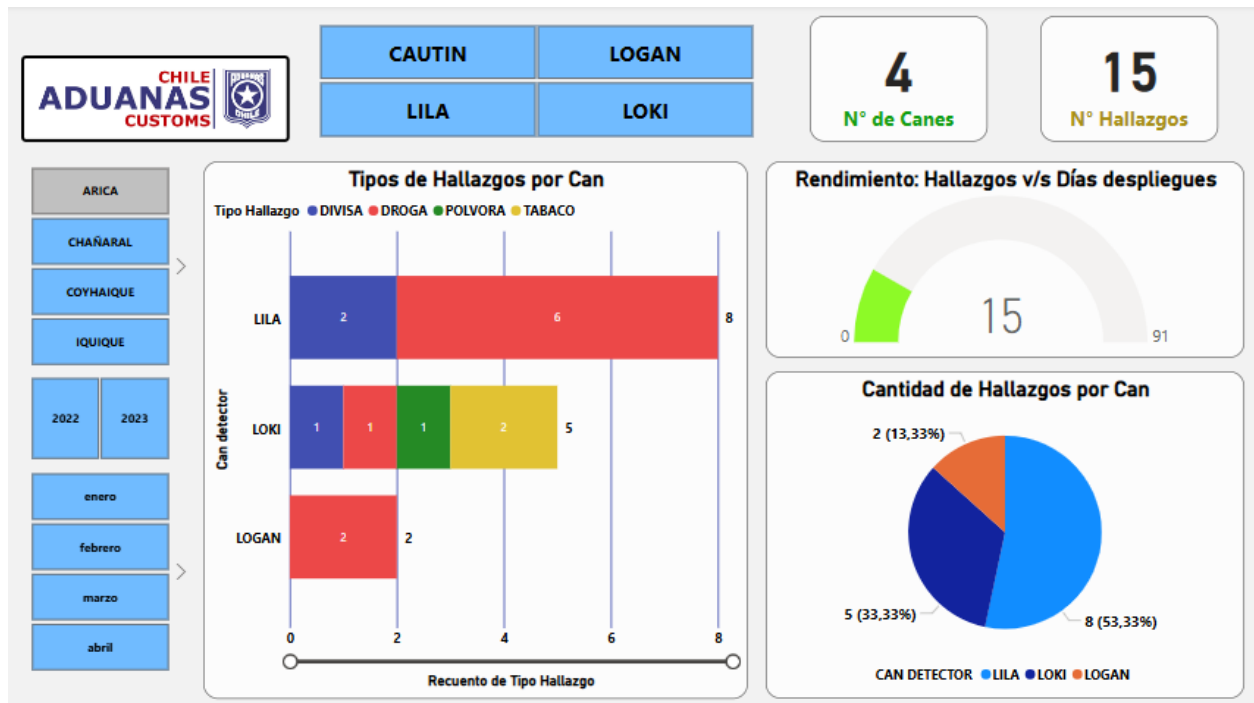
El dashboard fue diseñado con base en los datos recolectados mediante el formulario estructurado presentado en el apartado 7.4, y modelado conforme al esquema entidad-relación detallado en el apartado 7.3. Esta coherencia garantiza la trazabilidad entre los datos de ingreso, procesamiento y visualización, asegurando la calidad de la información y la utilidad de los indicadores generados.

### **7.5.1 KPIs Representados**

El nuevo conjunto de dashboards desarrollados incorpora una batería de indicadores clave de rendimiento (KPI) que permiten monitorear de forma integrada el desempeño operativo y sanitario de los binomios guía-can. Los tableros han sido organizados en tres vistas principales, cada una con un foco específico de análisis:

#### **1. Dashboard Operativo por Can Detector:**

- Cantidad total de hallazgos por perro detector, con representación visual en gráfico de barras y torta.
- Distribución de tipos de hallazgo (droga, tabaco, pólvora, divisas) por can detector, lo que permite inferir patrones de especialización.
- Relación entre hallazgos y días de despliegue, como indicador de rendimiento operativo.

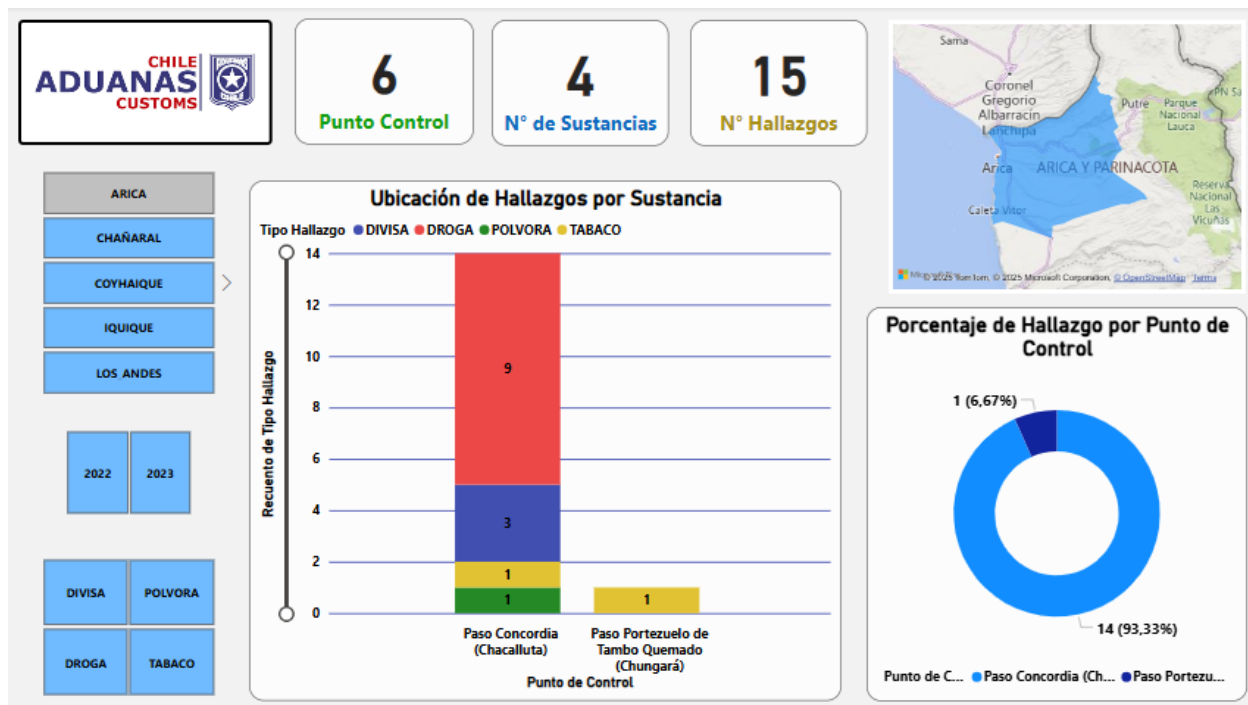


*Ilustración 25: Visualización KPI's operativos por can detector y aduana.*

*Fuente: Elaboración propia,*

## 2. Dashboard de Hallazgos por Punto de Control:

- Ubicación geográfica de los hallazgos, discriminada por punto de control y región aduanera.
- Frecuencia de hallazgos por tipo de sustancia, permitiendo identificar zonas críticas según el tipo de contrabando detectado.
- Distribución porcentual de hallazgos por punto de control, útil para priorizar recursos y establecer patrones regionales.

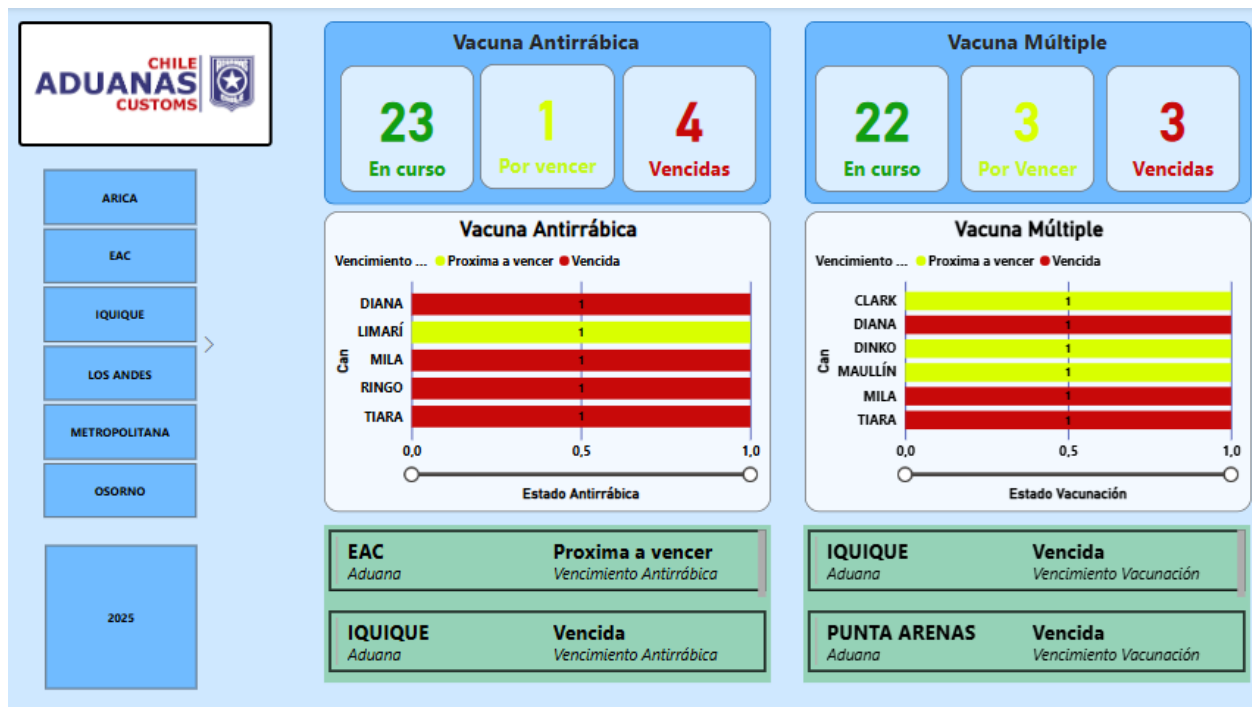


*Ilustración 26: Visualizador de hallazgos por Aduana.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3. Dashboard de Alertas Sanitarias:

- Estado de vacunación antirrábica y múltiple de los canes, categorizado como “En curso”, “Próxima a vencer” o “Vencida”.
- Detalle por aduana y nombre del can, lo que permite implementar acciones preventivas ante riesgos sanitarios.
- Visualización gráfica de situación sanitaria, que facilita la identificación rápida de unidades que requieren intervención.



*Ilustración 27: Visualización KPI's Alertas Sanitaria.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### 7.5.2 Filtros y funcionalidades interactivas

Los dashboards cuentan con una serie de filtros interactivos que permiten personalizar la visualización de datos según múltiples dimensiones, adaptando los análisis a las necesidades específicas del usuario. Entre los filtros principales destacan:

- Filtros temporales: año y mes.
- Filtros geográficos: región aduanera y punto de control.
- Filtros operativos: nombre del can detector y el tipo de sustancia hallada.
- Filtros sanitarios: tipo de vacuna y estado de vacunación.

La interacción entre visualizadores asegura que, al aplicar un filtro en uno de los gráficos, todos los indicadores se actualicen dinámicamente, facilitando la comparación contextual y permitiendo realizar análisis operativos, geográficos o sanitarios con un enfoque transversal.

### 7.5.3 Enlace con los objetivos estratégicos

Los dashboards fueron diseñados con una lógica orientada a la toma de decisiones institucional, respondiendo a las necesidades de información de distintos niveles de gestión dentro del Servicio Nacional de Aduanas. Entre sus principales aplicaciones estratégicas se encuentran:

- Monitoreo de desempeño operativo por parte de la Coordinación Nacional de la EAC.
- Seguimiento de zonas críticas y alertas sanitarias por la Jefatura del Departamento de Drogas y Delitos Conexos.
- Evaluación del despliegue de canes a nivel nacional por la Subdirección de Fiscalización y Dirección Nacional de Aduanas.
- Apoyo a la gestión regional para redistribuir recursos y fortalecer puntos con mayor incidencia de hallazgos o vulnerabilidades sanitarias.

Gracias a su diseño visual jerárquico, integración de múltiples fuentes de datos y enfoque comparativo, los dashboards permiten:

- **Optimizar la planificación operativa** y el despliegue de binomios caninos.
- **Detectar puntos críticos** en términos de hallazgos o incumplimiento sanitario.
- **Mejorar la trazabilidad y transparencia** de la información operativa y de salud.
- **Respaldar técnicamente decisiones estratégicas** ante instancias de evaluación y control.

## 7.6 Evaluación técnica preliminar

La evaluación técnica preliminar del sistema propuesto tiene por objetivo establecer la factibilidad de su implementación dentro del entorno institucional del Servicio Nacional de Aduanas (SNA), considerando los recursos disponibles, compatibilidades tecnológicas, y el contexto organizacional actual.

### 7.6.1 Compatibilidad tecnológica e institucional

El sistema propuesto se apoya en herramientas ampliamente utilizadas por el SNA, como Microsoft Excel y Power BI, que forman parte del paquete institucional de Microsoft Office 365, lo cual garantiza su viabilidad técnica. Los funcionarios del servicio tienen acceso regular a estas

plataformas, tanto para la recolección de datos mediante formularios en Excel como para la visualización y análisis a través de Power BI.

La propuesta considera inicialmente la recolección de información mediante un formulario Excel validado, que será completado por los guías caninos. Posteriormente, se contempla su migración a plataformas más robustas como Microsoft Forms, con el objetivo de mejorar la experiencia del usuario y facilitar la consolidación automatizada de los datos. Esta evolución no afecta la coherencia del diseño, ya que se mantiene la estructura de datos y las validaciones implementadas.

En cuanto al almacenamiento de los datos, se propone el uso de entornos como SharePoint institucional o OneDrive corporativo, integrados dentro del ecosistema de Microsoft 365. Alternativamente, se podrían utilizar bases de datos SQL Server de Microsoft, también disponibles para la institución, si se requiere una mayor escalabilidad y robustez.

### **7.6.2 Integración con plataformas institucionales**

El objetivo estratégico a mediano plazo es que el dashboard de Power BI sea publicado y actualizado de forma continua a través de la intranet institucional del SNA, permitiendo que tanto los usuarios clave como las jefaturas regionales y nacionales puedan acceder de manera sencilla y centralizada a la información operativa de los binomios Guía-Can. Esta iniciativa, liderada por la profesional encargada de la coordinación nacional, permitiría ampliar el alcance del sistema a toda la institución, fortaleciendo la toma de decisiones basadas en datos.

### **7.6.3 Limitaciones y consideraciones operativas**

El modelo TO-BE desarrollado en esta investigación representa una propuesta de rediseño del proceso de gestión de información operativa y sanitaria de los binomios guía-can, incorporando mejoras sustantivas en eficiencia, trazabilidad, supervisión y visualización de datos. A través de su digitalización progresiva, se busca optimizar los flujos de trabajo y habilitar capacidades analíticas que antes eran inaccesibles bajo el modelo AS-IS.

**Alcances del modelo TO-BE:**

- Mejora de la trazabilidad y consistencia de los datos: El uso de formularios digitales estructurados y tableros de visualización asegura mayor integridad y disponibilidad de la información, disminuyendo errores de digitación y retrabajos.
- Supervisión sanitaria efectiva: La incorporación de alertas automáticas para el control de vacunas antirrábicas y múltiples permite un seguimiento preventivo del estado de salud de los canes, mejorando el cumplimiento normativo.
- Soporte estratégico para la toma de decisiones: El modelo proporciona herramientas visuales interactivas que permiten observar patrones de hallazgos, productividad por binomio, zonas de mayor actividad y comportamiento por sustancia, apoyando una gestión basada en datos.

#### **Limitaciones del modelo TO-BE:**

- Tiempos de simulación referenciales: Las cifras utilizadas para modelar el escenario TO-BE corresponden a tiempos estimados esperados bajo condiciones ideales, y no a resultados obtenidos de una implementación masiva, lo cual puede implicar desviaciones en la práctica.
- Dependencia de la adherencia institucional: El correcto funcionamiento del sistema depende del compromiso de los funcionarios para completar los formularios de manera sistemática y utilizar activamente el dashboard, lo que implica un proceso de cambio organizacional gradual.
- No incide directamente sobre el rendimiento operativo canino: El modelo contribuye a mejorar la gestión de la información, pero no interviene directamente en variables como el entrenamiento, desgaste físico o desempeño táctico de los binomios.

El modelo TO-BE constituye una propuesta sólida para digitalizar y profesionalizar la gestión operativa y sanitaria de los binomios guía-can. Si bien presenta limitaciones propias de toda transformación inicial, su potencial de escalabilidad y sus beneficios proyectados lo convierten en una herramienta relevante para fortalecer el control institucional en materia de fiscalización y salud animal. Se reconoce, sin embargo, que un modelado completo del proceso institucional debiera incluir, además, los flujos asociados a la toma de decisiones y acciones correctivas derivadas del análisis de la información recolectada. Por lo tanto, se establece como trabajo futuro ampliar el

alcance del modelo hacia una visión más sistémica, que incorpore estos elementos clave del ciclo de gestión operativa.

#### **7.6.4 Consideraciones sobre la sostenibilidad técnica del sistema**

Si bien la solución propuesta emplea herramientas ampliamente disponibles como Microsoft Excel y Power BI, es necesario reconocer sus limitaciones técnicas en cuanto a sostenibilidad y escalabilidad a mediano y largo plazo. En particular, el uso de Excel como base de almacenamiento de datos presenta riesgos significativos desde el punto de vista operativo, tales como la fragilidad ante errores de formato, la vulnerabilidad a la corrupción de archivos, y la ausencia de mecanismos robustos de control. Estas debilidades podrían comprometer la trazabilidad de la información y la consistencia de los datos si el sistema se implementa a gran escala.

Por lo tanto, resulta fundamental establecer, como línea de acción futura, la migración de la base de datos hacia una plataforma más robusta y escalable, como SQL Server u otra solución institucional compatible. Esta transición permitirá asegurar la persistencia de los datos, mejorar la eficiencia de las consultas y habilitar una integración más segura con sistemas externos. Si bien la implementación inicial del sistema se justifica con base en la disponibilidad actual de recursos, dicha arquitectura debe entenderse como un primer paso dentro de un proceso de evolución tecnológica que requiere consolidarse para garantizar la sostenibilidad del sistema en el tiempo.

## Capítulo 8: Evaluación de la prueba piloto del sistema digital

Con el objetivo de validar funcional y operativamente el sistema propuesto antes de su implementación definitiva, se llevó a cabo una prueba piloto en dos niveles. Por un lado, se evaluó el formulario digital de recolección de datos por parte de cinco guías caninos, quienes representan a los usuarios operativos del sistema. Por otro, se evaluó el dashboard de visualización por parte de la profesional encargada de la coordinación nacional, usuaria clave en el análisis y toma de decisiones a nivel central.

### 8.1 Resultados de la evaluación realizada por los guías caninos

Los guías caninos participaron activamente en la prueba del nuevo formulario digital, completando un instrumento diseñado para evaluar aspectos de claridad, facilidad de uso, exhaustividad y percepción general del sistema. Los resultados son altamente positivos, destacando la utilidad del formato digital y la facilidad de adaptación.

Dimensión Evaluada	Principales Resultados	Tiempos Estimado
Claridad de instrucciones	100% indicó que las instrucciones fueron claras y comprensibles	No aplica
Facilidad de uso del formulario	100% indicó que el formulario es fácil de completar; destacan la utilidad de menús	No aplica
Tiempo estimado de llenado	En promedio, 15 a 30 minutos; se consideró adecuado por todos los participantes	30 minutos aprox.
Exhaustividad de los campos	3 de 4 guías indican que abarca toda la información relevante	No Aplica

Utilidad de la digitalización	100% señaló que mejora el orden y facilita el envío de datos	No Aplica
Observaciones abiertas	Sugieren mantener instrucciones claras y continuar capacitando sobre el uso digital	

*Tabla 17: Principales hallazgos de la prueba piloto – Guías Caninos*

*Fuente: Elaboración propia en base a retroalimentación de prueba piloto.*

Entre los principales resultados destacan:

1. El 100% de los participantes calificó como claras las instrucciones de llenado.
2. Todos indicaron que el formulario es fácil de usar, destacando la utilidad de los menús desplegables.
3. El tiempo promedio de llenado estimado fue de 10 minutos, considerado razonable para el trabajo mensual.
4. Cuatro de cinco guías consideran que el formulario cubre toda la información requerida.
5. Todos consideran que el nuevo sistema mejora el orden, la trazabilidad y facilita el envío de datos.
6. Como sugerencias, se planteó mantener la simplicidad y seguir capacitando al personal.

Estos resultados permiten validar que el formulario es operativamente viable, siendo bien aceptado por los usuarios clave y percibido como una mejora efectiva respecto al proceso anterior.

## **8.2 Resultados de la evaluación del dashboard por la profesional encargada**

La profesional encargada de la coordinación nacional revisó el dashboard de visualización de datos, brindando su retroalimentación mediante un formulario estructurado. La evaluación abordó la claridad visual, utilidad de la información, navegación y posibles mejoras.

Dimensión Evaluada	Resultado Obtenido	Tiempo Estimado
Claridad de visualizaciones	Indicó que los gráficos y paneles son claros y fácilmente interpretables	No aplica
Pertinencia de la información	Señaló que la información desplegada es útil para la toma de decisiones operativas	No aplica
Navegabilidad del dashboard	Consideró que la interfaz es amigable y de fácil acceso	No aplica
Valor agregado del sistema	Destacó que permite mejorar la trazabilidad y monitoreo de alertas sanitarias	20 minutos aprox.
Sugerencias	Recomendó incorporar alertas automáticas por color y mejorar la integración con sistemas externos	No aplica

*Tabla 18: Principales hallazgos de la prueba piloto – Profesional Encargada*

*Fuente: Elaboración propia en base a retroalimentación de prueba piloto.*

Entre las observaciones más relevantes se destacan:

1. La interfaz es clara, navegable y amigable, permitiendo una lectura ágil de los datos.
2. El contenido visualizado permite tomar decisiones informadas y oportunas.
3. El sistema agrega valor al facilitar el seguimiento de alertas sanitarias y tendencias operativas.
4. Se sugiere incorporar alertas por color para facilitar la detección visual de eventos críticos.
5. También se propone una integración futura con sistemas externos, como las plataformas de salud animal.

### 8.3 Conclusión del piloto

La evaluación piloto entregó evidencia empírica favorable para la implementación del sistema digital propuesto. Tanto los guías caninos como la profesional encargada validaron la funcionalidad, claridad visual y utilidad operativa de los instrumentos desarrollados (formulario y dashboard). Los resultados obtenidos refuerzan la percepción de que el rediseño representa una mejora significativa respecto al modelo actual.

En relación con la simulación del modelo TO-BE, uno de los elementos más relevantes corresponde al tiempo estimado para el subproceso de “Llenado de Datos”, cuya duración fue parametrizada en **1.881,4 minutos** (equivalente a **31,4 horas**) en Bizagi. Este valor se calculó a partir de los siguientes ajustes observados durante el rediseño y validación:

- Se eliminó la etapa de verificación interna redundante, que previamente añadía entre 2 y 3 horas mensuales por guía en el modelo AS-IS.
- La estructuración del formulario mediante campos obligatorios, listas desplegables y segmentación por secciones redujo significativamente el tiempo de digitación manual.
- Se mejoró el flujo de navegación y la consistencia de datos, disminuyendo el tiempo requerido para resolver dudas o rehacer registros.

Considerando que el formulario es completado mensualmente por **25 guías caninos**, el ahorro proyectado es significativo: si anteriormente se estimaban **57,5 horas mensuales** para el proceso completo de registro y remisión de información (AS-IS), con el rediseño se reduce a **31,4 horas** en el modelo TO-BE, representando una disminución del **45,4%** en dicho subproceso.

Esta estimación se complementa con otras mejoras asociadas a la automatización del reporte (de 7,7 a 2,4 horas), la revisión de base de datos (de 2,5 a 1,1 horas), y la incorporación de una nueva función: la **supervisión de alertas sanitarias** (45 minutos), posible gracias al tiempo liberado por la digitalización.

Si bien la prueba piloto se realizó sobre una muestra representativa y no sobre la totalidad de los usuarios, los resultados cualitativos son consistentes y altamente favorables, validando la pertinencia del diseño propuesto y su potencial de escalabilidad dentro del SNA. Por lo tanto, los

resultados del piloto no solo permiten validar la usabilidad del sistema, sino también fundamentan con datos empíricos y simulados la viabilidad de su implementación a nivel institucional.

## **Capítulo 9: Simulación de Procesos y Validación de Resultados**

Con el fin de evaluar cuantitativamente la eficacia del sistema propuesto, se implementó una simulación comparativa entre el modelo actual (AS-IS) y el modelo optimizado (TO-BE), utilizando la herramienta Bizagi Modeler bajo el enfoque de la metodología Design Science Research (DSR). Esta simulación, basada en lógica de eventos discretos (DES), permitió estimar tiempos operativos, identificar mejoras y proyectar el cumplimiento de los objetivos definidos en esta investigación.

Previamente, el marco teórico (apartado 5.8) justificó el uso de simulación como una técnica efectiva en contextos institucionales donde la implementación real de mejoras debe estar precedida por validaciones virtuales, reduciendo riesgos y asegurando la toma de decisiones basadas en evidencia.

### **9.1 Comparación detallada de subprocesos simulados**

La siguiente tabla muestra una comparación entre subprocesos equivalentes de ambos modelos, revelando la mejora sustancial obtenida en términos de tiempo gracias a la automatización, estandarización y digitalización del sistema propuesto:

Subproceso AS-IS	Tiempo Promedio (horas)	Subproceso TO-BE	Tiempo Promedio (horas)
Registro y Remisión de Información	57.5 hrs	Llenado de Datos	31.4 hrs
Validar y Corregir Información	2.5 hrs	Revisión Base de Datos	1.1 hrs
Diseño del Reporte	7.7 horas	Actualización Automática de Datos + Visualización de KPIs	2.4 hrs
(No aplica)	(No aplica)	Supervisión de Alertas Sanitarias	0.8 hrs
<b>Tiempo Total</b>	<b>67.7</b>	<b>Tiempo Total</b>	<b>35.7</b>

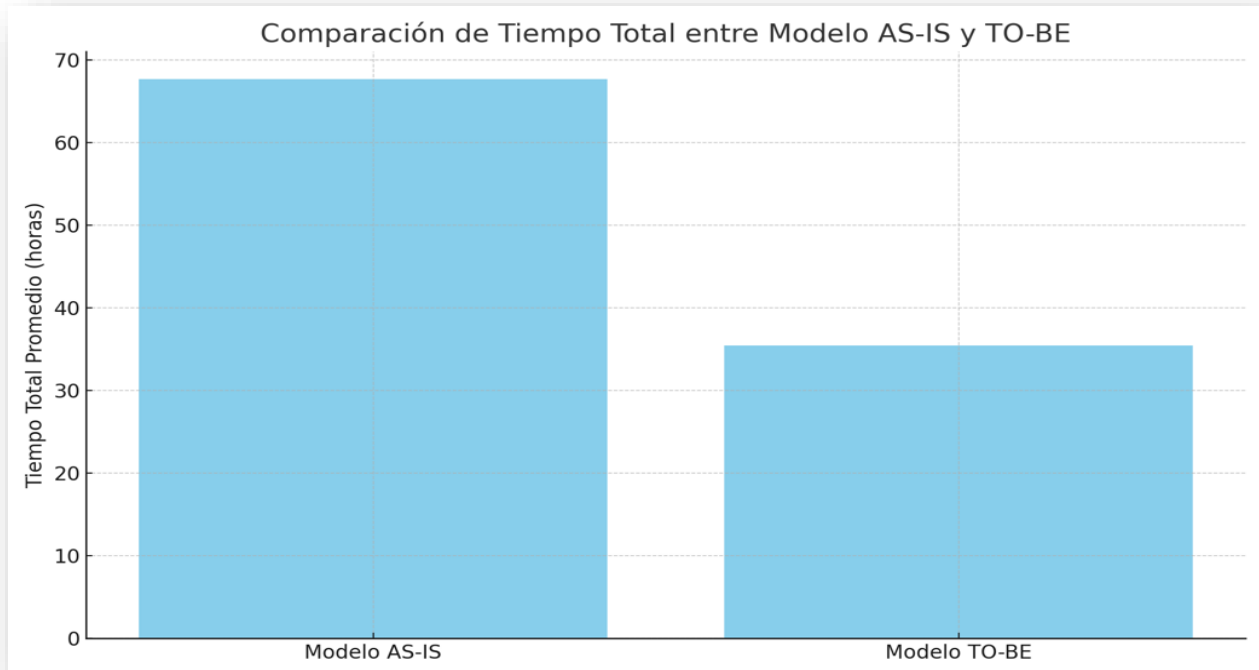
*Tabla 19: Comparación de tiempos por subproceso AS-IS vs TO-BE*

*Fuente: Elaboración propia según simulación en Bizagi Modeler, 2025.*

Como se observa, cada subproceso equivalente presenta reducciones significativas, una diferencia total entre el modelo actual vs el modelo propuesto de: **32 horas mensuales**. En particular, la digitalización del llenado de información y el uso de dashboards para la generación automática de reportes permiten optimizar el tiempo total del proceso. Además, la automatización libera carga operativa, permitiendo incorporar una nueva actividad preventiva: la Supervisión de Alertas Sanitarias, enfocada en anticipar riesgos asociados al estado de salud de los canes, lo cual mejora su operatividad y bienestar.

## Gráfico comparativo de resultados

A continuación, se presenta el gráfico comparativo entre los tiempos totales simulados de ambos modelos:



*Ilustración 28: Comparación de tiempos por subproceso AS-IS vs TO-BE*

*Fuente: Elaboración propia según simulación en Bizagi Modeler, 2025.*

## **9.2 Cumplimiento de objetivos del proyecto**

A partir de la comparación entre los resultados obtenidos en ambas simulaciones, se verifica el cumplimiento de los objetivos específicos de la tesis. Esto se resume en la siguiente tabla:

Indicador	Situación actual (AS-IS)	Resultado TO-BE	Cumplimiento del objetivo
Tiempo total de procesamiento	67.7 hrs	35.7 hrs	<input checked="" type="checkbox"/> Reducción superior al 30%
Tasa de errores por digitación	15%	3%	<input checked="" type="checkbox"/> Cumplido

*Tabla 20: Verificación del cumplimiento de objetivos del sistema propuesto*

*Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones AS-IS y TO-BE.*

### 9.3 Tiempos utilizados para la simulación del modelo TO-BE

Para realizar la simulación del modelo optimizado (TO-BE), se definieron tiempos estimados basados en las mejoras propuestas en la arquitectura del sistema digital. Estos tiempos fueron determinados a partir del rediseño funcional de los subprocesos, considerando el uso de formularios estandarizados, automatización de flujos, dashboards interactivos y eliminación de tareas manuales redundantes. Esta estimación se apoyó en las características técnicas del prototipo desarrollado y la validación empírica obtenida en la prueba piloto.

Cada subproceso del nuevo modelo fue parametrizado en Bizagi Modeler, permitiendo una simulación detallada con datos realistas que reflejan los beneficios de implementar un sistema automatizado. La reducción significativa de tiempo en comparación al modelo AS-IS responde a una mayor eficiencia operativa y menor dependencia de validaciones manuales.

La siguiente tabla presenta los valores utilizados en la simulación, expresados en minutos:

<b>Subproceso</b>	<b>Tiempo Promedio Simulado (min)</b>
Llenado de Datos	1,881.4
Revisión Base de Datos	61.3
Actualización Automática de Datos	63.3
Visualización de KPIs	79.5
Supervisión de Alertas Sanitarias	42.3
<b>Total</b>	<b>2,127.8</b>

*Tabla 21: Tiempos simulados por subproceso – Modelo TO-BE*

*Fuente: Elaboración propia a partir de simulaciones AS-IS y TO-BE.*

Como se aprecia, el tiempo total promedio simulado alcanza los 2.127,8 minutos, lo que equivale a aproximadamente 35,7 horas, representando una reducción significativa frente a las 67,7 horas del modelo actual (AS-IS). Esta disminución de más del 47% en la carga operativa permite no solo cumplir con los objetivos estratégicos del proyecto, sino también habilitar una nueva función de valor: la supervisión de alertas sanitarias. Esta actividad preventiva, integrada al modelo TO-BE, solo es factible gracias al ahorro de tiempo en los procesos anteriores y permite monitorear proactivamente posibles riesgos sanitarios que afectan el desempeño de los binomios caninos.

El uso de esta tabla también permite asegurar la trazabilidad de los parámetros utilizados en el motor de simulación y su correspondencia con los resultados obtenidos, facilitando la replicabilidad y validación del estudio. Para mayor transparencia, los registros visuales y evidencias gráficas del proceso de simulación han sido incluidos como anexos.

## Capítulo 10: Análisis Costo-Beneficio de la Implementación del Sistema Propuesto

La implementación de un sistema de gestión digital requiere de una validación técnica y funcional y además de una evaluación económica que permita justificar su viabilidad desde el punto de vista de la eficiencia en el uso de los recursos públicos. En este contexto el presente capítulo desarrolla un análisis costo-beneficio (ABC), cuantificando los ahorros proyectados y comparándolos con la inversión necesaria para su ejecución. El objetivo principal es determinar si el sistema propuesto genera beneficios netos positivos, considerando un horizonte de evaluación de cinco años y aplicando criterios financieros estándar del sector público. El flujo de caja puede ser consultado en el Anexo N°4.

### 10.1 Supuestos de evaluación

Para realizar el análisis se establecieron los siguientes supuestos técnicos y económicos:

- **Horizonte de evaluación:** 5 años, se asume que el sistema operará de forma constante durante los 5 años, manteniendo niveles de ahorro constantes.
- **Tasa de descuento:** 10%, en línea con criterios conservadores aplicados en evaluaciones de proyectos institucionales sin riesgo de mercado.
- **Tasa Impositiva:** 10% aplicada sobre la utilidad antes de impuestos, a efectos de simular el impacto fiscal en el flujo de caja económico.
- **Unidad de cuenta:** pesos chilenos (CLP), sin ajuste por inflación, debido a que se trabaja en términos constantes.

### 10.2 Inversión inicial y horizonte temporal

La inversión inicial del proyecto se estimó en **\$3.677.965 CLP**, se distribuye en dos componentes principales:

- Costo de desarrollo del sistema digital: **\$2.826.342 CLP**, correspondiente a las horas-hombre del desarrollador, con un valor hora de \$4.985 CLP

- Costo de capacitación: \$851.623 CLP, que considera la instrucción de 25 guías caninos y la profesional encargada, con una duración de 4 horas por persona y costos diferenciados por perfil de profesional.

Inversión realizada en el año 0, amortizada de manera contable a 5 años. Permitiendo la distribución del impacto financiero en el tiempo.

### 10.3 Flujo de caja del proyecto

Los beneficios anuales estimados del proyecto alcanzan los **\$3.855.029 CLP**, compuestos por:

- Ahorro por horas-hombre: **\$3.404.059 CLP**.
- Ahorro por reducción de errores: **\$450.970 CLP**.

Estas cifras provienen de los siguientes cálculos detallados:

#### Ahorro en horas-hombre anual

Modelo	Horas Profesional	Horas Guías	Costo Total (CLP)
AS-IS	122	690	\$6.764.267
TO-BE	36	377	\$3.360.208
Ahorro anual	-	-	\$3.404.059

*Tabla 22: Ahorro estimado en horas hombre y costos anuales entre modelos AS-IS y TO-BE.*

*Fuente: Elaboración propia a partir de Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

## Reducción de errores

Modelo	Errores Mensuales	Costo Mensual (CLP)	Costo Anual (CLP)
AS-IS	5	39.420	\$473.045
TO-BE	2	1.840	\$22.075
Ahorro anual	-	-	\$450.970

*Tabla 23: Reducción estimada de errores y su impacto económico anual entre modelos AS-IS y TO-BE.*

*Fuente: Elaboración propia a partir de Servicio Nacional de Aduana, 2025.*

## 10.4 Valor Actual Neto (VAN) y resultados

Para estimar la rentabilidad del proyecto, se calculó el Valor Actual Neto (VAN), utilizando la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{t=1}^5 \frac{B_t}{(1+r)^t} \Rightarrow VAN = \frac{3.526.053}{1,10} + \frac{3.526.053}{1,10^2} + \dots + \frac{3.526.053}{1,10^5}$$

*Ilustración 29: Fórmula VAN aplicada.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Donde:

- $B_t$  corresponde al beneficio neto anual de \$3.855.029 CLP.
- $r$  es la tasa de descuento del 10%.
- $t$  representa cada año del horizonte.

El VAN desarrollado representa la suma de los beneficios netos actualizados, descontando los valores futuros al valor presente. Este cálculo arrojó un VAN positivo de \$9.688.549 CLP, lo que

indica que el proyecto genera beneficios que superan ampliamente los costos de implementación y operación.

## **10.5 Tasa Interna de Retorno (TIR) y Payback**

El cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto entregó un valor de 92%, lo que representa un retorno excepcionalmente alto respecto a la tasa de descuento del 10% utilizada en la evaluación. Este resultado confirma que la solución propuesta no solo es rentable, sino que ofrece un margen amplio de beneficio ante posibles escenarios adversos o cambios en las condiciones presupuestarias.

Por otro lado, el análisis del Payback determinó que la recuperación de la inversión se produce en aproximadamente 1,045 años, es decir, dentro del segundo año de operación. Esta pronta recuperación implica que a partir del segundo año los beneficios netos acumulados superan el costo inicial del sistema, permitiendo que el Servicio comience a capturar valor sin necesidad de nuevas inversiones.

## **10.6 Análisis de sensibilidad**

Con el propósito de evaluar la robustez del proyecto frente a condiciones menos favorables, se realizó un escenario único de sensibilidad, dentro del cual se analizaron dos supuestos críticos: una variación en la tasa de descuento y una modificación en los beneficios asociados a la reducción de errores.

### **Supuesto 1: Aumento de la tasa de descuento al 30%**

Se incrementó la tasa de descuento desde el valor base del 10% a un 30%, correspondiente al máximo históricamente registrado para proyectos de esta naturaleza en Chile. A pesar de esta alza, el proyecto conserva un VAN positivo de **\$4.837.398 CLP**, lo que indica que sigue siendo económicamente viable incluso bajo condiciones financieras menos favorables.

### **Supuesto 2: Reducción del ahorro por errores**

Se igualó el número de planillas con errores del modelo TO-BE a las del modelo AS-IS, lo que implica eliminar prácticamente el beneficio por mejora en la calidad del dato. Como resultado, el

ahorro anual por errores se reduce de **\$450.970 CLP** a **\$417.856 CLP**, y el beneficio total anual del proyecto desciende de **\$3.855.029 CLP** a **\$3.821.916 CLP**. A pesar de esta disminución, los flujos siguen siendo positivos, manteniéndose la conveniencia del proyecto.

## **10.7 Conexión Estratégica entre la Solución Propuesta y el Problema**

### **Operativo Detectado**

Si bien la solución desarrollada en este proyecto se ha enfocado principalmente en optimizar la recolección, sistematización y visualización de la información operativa y sanitaria de los binomios del SNA, su impacto trasciende lo meramente administrativo. El problema de fondo identificado en los capítulos iniciales, la disminución sostenida de hallazgos realizados, encuentra en esta herramienta un soporte estratégico clave para poder abordar el problema.

El sistema propuesto permite no solo almacenar datos con mayor trazabilidad y confiabilidad, sino también analizar en profundidad el desempeño individual de cada binomio mediante los indicadores operativos integrados al dashboard. Esta funcionalidad abre la posibilidad de cruzar datos de rendimiento operativo con registros de entrenamiento, lo que puede derivar en la identificación de patrones de baja efectividad que justifiquen procesos de reentrenamiento focalizado. En otras palabras, la herramienta puede transformarse en una base empírica para ajustar y mejorar las pautas de entrenamiento de los binomios caninos en función de su desempeño real.

Asimismo, al incluir la dimensión geoespacial de los hallazgos, el sistema también permite detectar zonas críticas con baja actividad o con cambios en las tendencias de contrabando, lo cual respalda decisiones operativas más ágiles y fundamentadas, tales como la redistribución táctica de los binomios a puntos de control con mayor probabilidad de hallazgos según patrones históricos y proyecciones futuras. De esta forma, el sistema no solo apoya la gestión interna de datos, sino que contribuye directamente a revertir la tendencia decreciente en los hallazgos mediante una mejor asignación de recursos y mayor inteligencia operativa.

En resumen, la solución propuesta no se limita a resolver un problema de eficiencia documental, sino que fortalece la capacidad institucional para generar aprendizajes operativos, reentrenar con evidencia y reposicionar estratégicamente a los binomios caninos en función de la evolución del

fenómeno delictual, alineándose así con los objetivos estratégicos del Servicio Nacional de Aduanas.

# Capítulo 11: Exploración y Desarrollo de un Módulo Analítico

## Avanzado

Como parte del desarrollo de este trabajo, se exploró la implementación de un módulo predictivo basado en técnicas de aprendizaje automático, con el objetivo de anticipar el comportamiento futuro de los hallazgos de sustancias ilícitas en distintas regiones aduaneras del país. Esta prueba de concepto busca demostrar el potencial analítico de los datos históricos recolectados por el Servicio Nacional de Aduanas y fortalecer la planificación estratégica y el despliegue eficiente de los binomios guía-can, a través del análisis de patrones históricos y la proyección de tendencias futuras.

### 11.1 Descripción del modelo implementado

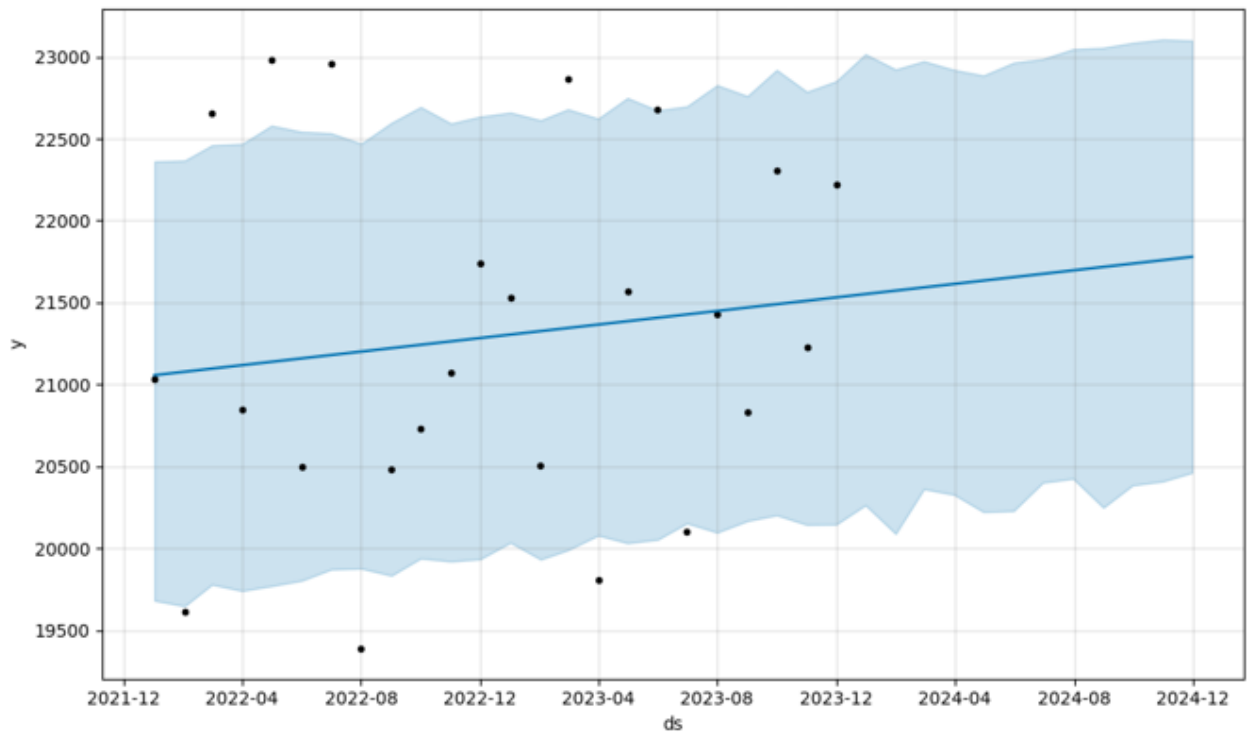
El modelo fue desarrollado en lenguaje **Python** utilizando la librería **Prophet**, creada por el equipo de investigación de Meta. Esta herramienta está diseñada para trabajar con series temporales, modelando componentes como tendencia, estacionalidad y eventos especiales, lo cual la convierte en una opción robusta y versátil para pronósticos de datos operativos institucionales.

Para su implementación se utilizaron registros históricos de hallazgos clasificados por tipo de sustancia (droga, tabaco, divisa, pólvora, entre otros) y desagregados por región aduanera y fecha mensual. El archivo de datos fue procesado y transformado a un formato compatible con Prophet, con columnas “*ds*” (fecha) y “*y*” (cantidad de hallazgos), todo el código se puede consultar en el Anexo N°5.

Como prueba piloto, se entrenó un modelo específico para **los hallazgos de droga en la Aduana de Los Andes**, utilizando registros desde 2022 hasta 2023. Posteriormente, se generó una predicción para los próximos 12 meses, comprendiendo desde diciembre de 2024 hasta noviembre de 2025.

## 11.2 Resultados obtenidos y análisis

El resultado del modelo se presenta en la siguiente figura, que muestra los datos históricos (puntos negros), la línea azul correspondiente a la predicción (*yhat*), y un intervalo de confianza (zona sombreada) que representa los límites superior e inferior de la proyección esperada:



*Ilustración 30. Predicción de hallazgos de droga en la Aduana de Los Andes.*

*Fuente: Elaboración propia con Prophet.*

La predicción indica que, durante el año 2025, se podrían incautar en promedio **21.600 gramos de droga por mes** en la Aduana de Los Andes, con un rango proyectado entre **19.500 y 23.000 gramos mensuales** aproximadamente. Esta tendencia se muestra **ligeramente al alza**, lo cual sugiere que el volumen de tráfico de droga en esta aduana podría mantenerse constante o aumentar moderadamente. Se puede consultar todo el análisis entregado por el modelo en el Anexo N°6.

Para validar científicamente el desempeño del modelo, se realiza una validación cruzada por serie temporal, entrenando el modelo únicamente con datos del año 2022 y realizando predicciones sobre el año 2023, las cuales fueron comparadas con los registros reales. Esta metodología permite evaluar la precisión del modelo respetando la secuencia cronológica de los datos.

Las métricas de rendimiento obtenidas fueron:

- MAPE (Mean Absolute Percentage Error): 13,4%, lo que indica una buena capacidad predictiva dentro del margen aceptable en entornos operacionales.
- RMSE (Root Mean Squared Error): 17,21, que muestra una dispersión baja entre los valores reales y los estimados.

Estas métricas respaldan el diseño del modelo predictivo, confirmando que puede constituir una herramienta útil y científicamente válida para apoyar la toma de decisiones en la gestión operativa aduanera.

### 11.3 Aplicación estratégica y proyecciones

Los resultados obtenidos permiten proyectar varias aplicaciones estratégicas para la gestión aduanera:

- Focalización de recursos en regiones con mayor volumen esperado de incautaciones.
- Refuerzo de binomios guía-can en zonas de mayor riesgo operacional.
- Planificación de fiscalizaciones diferenciadas según temporada o mes.
- Apoyo en la toma de decisiones de alto nivel con datos empíricos y previsiones confiables.
- Establecimiento de metas operativas basadas en proyecciones realistas.

Este enfoque se alinea con los objetivos institucionales de eficiencia y trazabilidad operativa, y permite dotar a la Subdirección de Fiscalización de una **herramienta estratégica para anticipar escenarios críticos** y además cumplir con Ley N° 21.180 de Transformación Digital.

### 11.4 Limitaciones y Próximos pasos

Es importante reconocer que este módulo se desarrolló a partir de datos históricos cuya calidad puede considerarse **subóptima**, debido a su origen manual, descentralizado y no estandarizado. Por lo tanto, si bien el modelo entrega resultados consistentes, su precisión está condicionada por la calidad de los datos de entrada.

Una vez que el sistema de gestión digital propuesto en esta tesis esté plenamente implementado, será posible contar con datos más limpios, estructurados y confiables. Esto permitirá **reentrenar el modelo predictivo** y mejorar significativamente su capacidad analítica. Para avanzar en esta línea, se recomienda:

- Integrar automáticamente al modelo los datos recolectados por el sistema digital implementado.
- Replicar la experiencia en otras sustancias y regiones aduaneras del país.
- Incorporar el módulo en un **dashboard predictivo** que visualice en tiempo real las desviaciones y proyecciones.
- Capacitar a los equipos operativos y estratégicos en el uso e interpretación de modelos de análisis predictivo.

La incorporación de modelos de predicción como Prophet, integrados al sistema institucional, permitiría a futuro contar con una **plataforma de inteligencia anticipativa**, útil para la gestión de riesgos, la asignación de recursos y la evaluación de desempeño operativo.

## Capítulo 12: Conclusiones Generales

La presente investigación tuvo como propósito central diseñar y validar un sistema de gestión de información que permita consolidar, visualizar y mejorar el control operativo y sanitario de los binomios Guía-Can del Servicio Nacional de Aduanas. Este objetivo general fue alcanzado con éxito a través del cumplimiento de los tres objetivos específicos, los cuales guiaron el desarrollo metodológico y técnico del proyecto.

En primer lugar, se logró transformar el proceso manual de recolección de datos en un sistema estructurado y estandarizado que permite su digitalización y análisis posterior. A través del levantamiento y diagnóstico del modelo actual (AS-IS), se identificaron falencias críticas como duplicidad de registros, errores de digitación y una carga operativa elevada, cuantificada en un total de **67,7 horas mensuales de trabajo**. En contraposición, el diseño del modelo propuesto (TO-BE) redujo esta carga a **34,4 horas mensuales**, generando un ahorro anual estimado de **\$3.404.059 CLP** en Horas-Hombre, lo que evidencia una mejora sustantiva en eficiencia operativa.

En segundo lugar, se diseñó un sistema de gestión completo, el cual incluye una base de datos estructurada, formularios digitales normalizados y dashboards interactivos para la visualización estratégica. En este contexto, se desarrollaron tres tableros de control que abordan indicadores clave de rendimiento (KPIs) en las siguientes dimensiones:

1. **Rendimiento por can detector**, evidenciando frecuencia y tipo de hallazgos.
2. **Ubicación de los hallazgos**, discriminada por punto de control, región aduanera y tipo de sustancia ilícita.
3. **Alertas sanitarias**, permitiendo visualizar el estado de vacunación antirrábica y múltiple, con filtros por estado (en curso, por vencer, vencida).

La implementación de estos dashboards permite a las jefaturas regionales y a la coordinación nacional realizar seguimientos efectivos, tomar decisiones con mayor información y mejorar la trazabilidad de la gestión operativa y sanitaria.

Como tercer objetivo, se validó el sistema mediante una **prueba piloto**, en la que **participaron 4 guías caninos y la profesional encargada de la Escuela de Adiestramiento Canino (EAC)**. Los

resultados fueron altamente positivos: el 100% de los guías consideró que el formulario digital es claro y fácil de usar, y todos afirmaron que contribuye a una mejor trazabilidad de la información. Por su parte, la profesional responsable valoró especialmente la capacidad de visualizar hallazgos por aduana, sustancia y tipo de can, así como el aporte del sistema a la mejora en la toma de decisiones. Este pilotaje confirma la pertinencia técnica y funcional de la propuesta.

Desde el punto de vista económico, el **análisis costo-beneficio** demostró la viabilidad del sistema propuesto. El costo monetario asociado a la inversión inicial corresponde a **\$3.677.965 CLP**, correspondiente a una jornada de capacitación estimada en 4 horas para 25 guías caninos y la profesional encargada de la EAC. En contraste, los beneficios económicos directos superan los **\$3.855.029 CLP** anuales, sumando los ahorros por reducción de tiempo y errores de digitación. El cálculo del VAN para un **horizonte de 5 años** y una **tasa de descuento del 10%** arrojó un valor de **\$9.688.549 CLP**, lo que confirma la rentabilidad social y administrativa de la inversión. Este resultado no solo valida la implementación del sistema desde el punto de vista financiero, sino que también respalda su eficiencia en el uso de recursos públicos, al liberar tiempo operativo que puede ser redestinado a otras funciones estratégicas del SNA.

Finalmente, el proyecto presenta una propuesta de trabajo futuro centrada en la incorporación de herramientas de **Machine Learning** para análisis predictivo. Utilizando el modelo Prophet de Meta, se realizó una predicción de **la cantidad de gramos de droga** que podrían ser incautados en la Aduana de Los Andes, proyectando una tendencia al alza con una estimación de **21.600 gramos** para el periodo 2024. Esta proyección valida el potencial de los sistemas predictivos como apoyo en la **gestión anticipada**, optimización del despliegue de binomios y asignación estratégica de recursos.

En finalizar, esta tesis no solo logró cumplir sus objetivos iniciales, sino que además entrega una solución de alto impacto para la gestión de los binomios caninos, promoviendo una administración más eficiente, trazable y orientada a la mejora continua. La propuesta aquí desarrollada constituye una herramienta concreta y escalable que puede ser replicada y perfeccionada a nivel nacional, contribuyendo a fortalecer el rol del Servicio Nacional de Aduanas en la protección de las fronteras y la prevención de delitos transfronterizos.

## Referencias

- Agencia Nacional de Aduanas de México (ANAM). (2022). Unidad canina: beneficios del trabajo con binomios. Recuperado el 8 de abril de 2025, de <https://anam.gob.mx/unidad-canina-caninos-en-aduanas-beneficios-de-trabajo-con-binomios/>
- Agencia Nacional de Aduanas de México (ANAM). (2022). Unidad Canina y Tecnologías de Seguimiento Operativo. Recuperado el 28 de abril de 2025, de <https://anam.gob.mx/unidad-canina-caninos-en-aduanas-beneficios-de-trabajo-con-binomios/>
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). Discrete-Event System Simulation (5th ed.). Pearson Education.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2005, 16 de febrero). Ley N.º 20.000: Sustituye la Ley N.º 19.366 que sanciona el tráfico ilícito de estupefacientes y sustancias psicotrópicas. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=232276>
- Biblioteca del Congreso Nacional. (2019). Ley N.º 21.180 sobre Transformación Digital del Estado. Recuperado el 9 de abril de 2025, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1134010>
- Cavallari, A. (2022). Gestión de calidad en la administración pública: estrategias y desafíos. *Revista Gestión Pública y Sociedad*, 19(2), 45–61.
- Núñez, M. (2022). Auditoría y control interno en la gestión pública. Recuperado el 1 de junio de 2025, de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/189785>
- Cavallari, S. (2022). *Gestión Pública Moderna: Enfoques de Calidad y Eficiencia*. Editorial Universitaria.
- ConnectPointz. (s. f.). How manual processes are hurting your business. Recuperado el 15 de mayo de 2025, de <https://www.connectpointz.com/blog/how-manual-processes-hurt-your-business>

- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. Harvard Business Review.
- DIAN. (2022). Sistema de Información MUISCA. Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, Colombia. Recuperado el 10 de mayo de 2025, de <https://www.dian.gov.co/>
- Escobar, A. (2024, 12 de agosto). Buenas prácticas en tus procesos digitales. Takum Soluciones. Recuperado el 20 de abril de 2025, de <https://takum.co/es/blog/buenas-pr%C3%A1cticas-en-tus-procesos-digitales>
- Escobar, D. (2024). Digitalización de procesos administrativos y control de datos en el sector público chileno.
- Few, S. (2012). Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten. Analytics Press.
- Gobierno de Chile. (s. f.). Estándares y guías. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://digital.gob.cl/transformacion-digital/estandares-y-guias/buenas-practicas-de-digitalizacion>
- Gómez, D., Rodríguez, M., & Patiño, S. (2023). Sistema de control canino para la prevención del narcotráfico: caso Policía Nacional de Colombia. Revista Logos Ciencia y Tecnología, 21(1), 60–78.
- International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015 – Quality management systems – Requirements. Recuperado el 15 de mayo de 2025, de <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- ISO. (2015). ISO 9001:2015 Quality Management Systems — Requirements. Recuperado el 5 de mayo de 2025, de <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Knaflic, C. N. (2015). Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals. Wiley.
- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2007). Simulation Modeling and Analysis (4th ed.). McGraw-Hill.

- McKinsey Global Institute. (2017). *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*.
- Mendoza, I., & Hidalgo, N. (2022). *Implementación de sistema de monitoreo de operaciones aduaneras* (Tesis de pregrado, Universidad de Valparaíso).
- Ministerio del Interior. (2007, 17 de abril). Decreto Supremo N.º 1358: Regula las medidas de control de precursores y sustancias químicas esenciales. Recuperado el 25 de abril de 2025, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=262840>
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (2019). Ley N.º 21.180 sobre Transformación Digital del Estado de Chile. Recuperado el 2 de mayo de 2025, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1139057>
- OECD. (2019). *Digital Government Review of Brazil: Towards the Digital Transformation of the Public Sector*. OECD Publishing. Recuperado el 11 de junio de 2025, de <https://doi.org/10.1787/290c4f18-en>
- OECD. (2020). *The Path to Becoming a Data-Driven Public Sector*. Recuperado el 6 de junio de 2025, de <https://www.oecd.org/publications/the-path-to-becoming-a-data-driven-public-sector-e6936a65-en.htm>
- Organización Mundial de Aduanas (OMA). (2021). *Compendio de Mejores Prácticas en Gestión Aduanera Basada en Riesgos*. Bruselas: WCO.
- Organización Mundial de Aduanas (WCO). (2021). *Compendium on Customs Modernization*. WCO Publications.
- Peppers, K., Rothenberger, M. A., & Kuechler, B. (2012). Design Science Research and Simulation: The Case for Synergy. *Communications of the Association for Information Systems*, 30, Article 30, 455–464. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03030>
- Robinson, S. (2014). *Simulation: The Practice of Model Development and Use* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.

SAP Concur. (s. f.). Importancia de la trazabilidad de procesos de negocio. Recuperado el 18 de mayo de 2025, de <https://www.concur.com.mx/blog/article/importancia-de-la-trazabilidad-de-procesos-de-negocio>

Servicio Nacional de Aduanas. (2009, 14 de abril). Rol, facultades y funciones. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.aduana.cl/rol-facultades-y-funciones/aduana/2009-04-14/104545.html>

Servicio Nacional de Aduanas. (2019, 25 de abril). Planificación estratégica [Diapositivas]. Recuperado el 20 de abril de 2025, de [https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20190425/20190425172509/presentacion\\_planificacion\\_estrategica\\_capp\\_v3.pdf](https://www.aduana.cl/aduana/site/docs/20190425/20190425172509/presentacion_planificacion_estrategica_capp_v3.pdf)

Servicio Nacional de Aduanas. (2022, 19 de enero). Ya está en marcha el primer curso de formación 2022 de guías caninos. Recuperado el 12 de mayo de 2025, de <https://www.aduana.cl/ya-esta-en-marcha-el-primer-curso-de-formacion-2022-de-guias-caninos/aduana/2022-01-19/151240.html>

Servicio Nacional de Aduanas. (2023). Manual del Sistema de Drogas Aduanero – Versión 1 [Documento institucional interno].

Servicio Nacional de Aduanas. (2023, 9 de enero). Revisa los distintos roles de Aduana de Chile. Recuperado el 15 de abril de 2025, de <https://www.aduana.cl/revisa-los-distintos-roles-de-aduana-de-chile/aduana/2023-01-09/093235.html>

Servicio Nacional de Aduanas. (2024). Planillas de control de binomios caninos y reportes consolidados [Documentación interna no publicada].

Servicio Nacional de Aduanas. (2024). Procedimiento Guía de Can – Versión 2 [Documento institucional interno no publicado].

SUNAT – Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria de Perú. (2023). Modernización de procesos de control aduanero. Recuperado el 4 de junio de 2025, de <https://www.sunat.gob.pe/aduanas/>

Technologent. (2022, 16 de noviembre). Reduce Errors, Waste and Complexity with Business Process Automation. Recuperado el 22 de mayo de 2025, de <https://blog.technologent.com/reduce-errors-waste-complexity-business-process-automation>

van der Aalst, W. (2016). Process Mining: Data Science in Action. Springer.

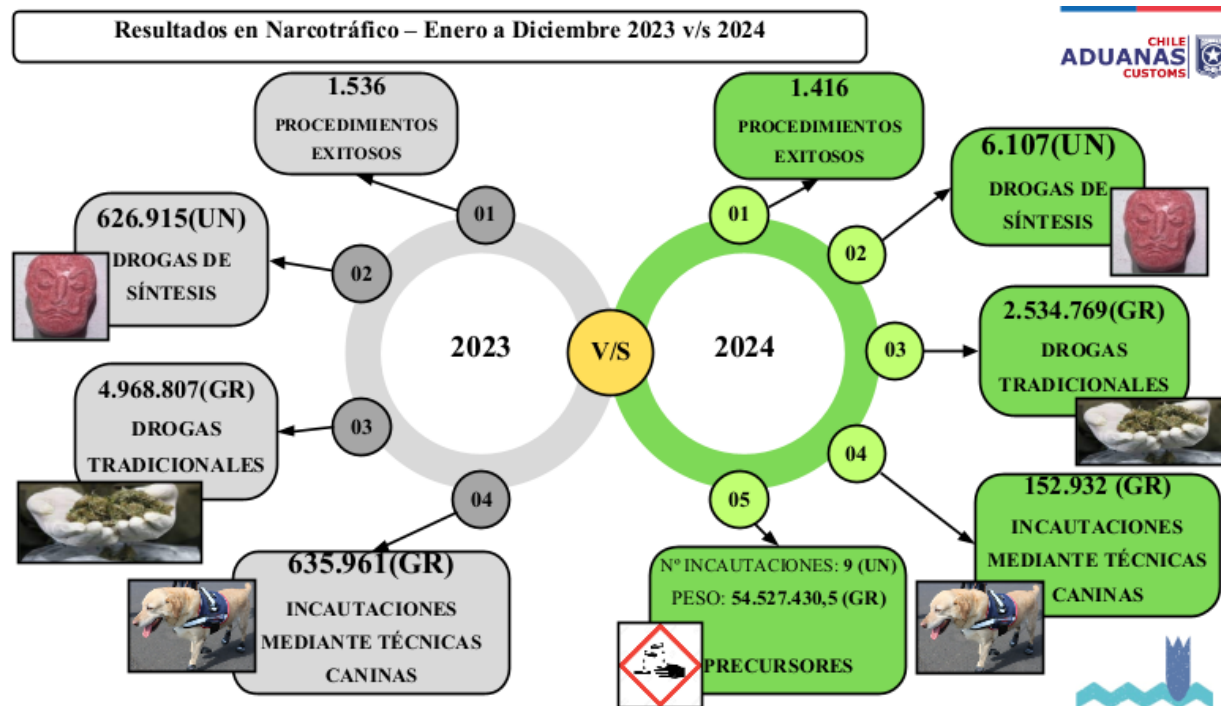
van der Aalst, W. M. P. (2016). Process Mining: Data Science in Action (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4>

World Customs Organization. (2022). Compendium of Best Practices in Customs Canine Units. [Documento oficial disponible en WCO].

World Customs Organization. (2022). Compendium on Customs Operational Control Systems. Recuperado el 3 de junio de 2025, de <https://www.wcoomd.org/en/media/newsroom/2022/march/compendium-on-customs-operational-control-systems.aspx>

## Anexos

### Anexo 1: Resultados en Narcotráfico – Enero a diciembre 2023 v/s 2024



Fuente: Departamento de Drogas y Delitos Conexos, Servicio Nacional de Aduanas (2025)

### Anexo 2: Planilla para llenado de reportabilidad de binomio canino

Esta planilla recopila información detallada sobre los siguientes aspectos:

1. Mes de Reporte
2. Fecha de envío del reporte
3. Aduana
4. Guía de Can
5. Nombre del Can
6. Estado de Salud (Sano / En tratamiento)
7. Peso del Can (kg)
8. Licencia médica (Sí / No)
9. Diagnóstico de la licencia médica

10. Fecha de inicio de la licencia médica
11. Fecha de término de la licencia médica
12. Número de días de licencia médica
13. Fecha del último control médico
14. Fecha de la última vacunación
15. Fecha del último baño sanitario
16. Fecha de la última desparasitación
17. Presentó periodo de celo en el mes (Sí / No)
18. Licitación vigente de servicios veterinarios
19. N° de minutos al día dedicados a ejercicios sin búsqueda
20. N° de días a la semana dedicados a ejercicios sin búsqueda
21. N° de minutos al día en ejercicios de búsqueda con pseudos
22. N° de días a la semana en ejercicios de búsqueda con pseudos
23. Dificultades para realizar entrenamiento diario (Sí / No)
24. Descripción de dificultades para entrenamiento
25. Propuesta de solución a las dificultades
26. N° de minutos al día dedicados al aseo del canil fijo
27. N° de veces por día que realiza aseo del canil fijo
28. N° de veces por día que supervisa al can dentro del canil fijo
29. Canil fijo: ¿presenta daños en infraestructura?
30. Detalle de los daños en infraestructura del canil fijo
31. Canil fijo: ¿presenta desperfectos?
32. Detalle de los desperfectos en el canil
33. Canil móvil: ¿presenta daños?
34. ¿Se solicitó reposición de accesorios o pseudos? (Sí / No)
35. Motivo de la reposición
36. Clasificación del accesorio o pseudo solicitado
37. Detalle del accesorio o pseudo solicitado
38. Cantidad solicitada
39. Aduana de destino del cometido
40. Punto de control asignado

41. ¿Fue acompañado del can? (Sí / No)
42. N° de resolución del cometido
43. Fecha de resolución
44. Fecha de inicio del cometido
45. Fecha de término del cometido
46. N° de días del cometido
47. Aduana de operación efectiva
48. Punto de control efectivo
49. ID en sistema de incautación de drogas (SDA)
50. Tipo de actuación (fiscalización, revisión, etc.)
51. Fecha de actuación
52. Tipo de hallazgo (sustancia, cantidad, unidad)
53. Peso del hallazgo (gramos)
54. N° de unidades decomisadas
55. Aduana de registro
56. Punto de control (registro hallazgo)
57. Unidad de medida del hallazgo
58. Cantidad total de unidades
59. Peso total del hallazgo (gramos)
60. Observaciones

### **Anexo 3: Formulario aplicable a profesional cargo de coordinación EAC**

A continuación, se detallan las preguntas aplicadas a la profesional con su respectiva respuesta, este formulario fue aplicado y respondido el día 24.04.2025

- Contexto general del proceso

1. ¿Cuántos guías caninos están actualmente activos y envían la planilla?

R. 25 guías distribuidos en las distintas aduanas. Por diversas razones, él envió de la planilla no siempre corresponde al 100%, siempre hay por lo menos unas 5 planillas que no llegan en la fecha estipulada.

2. ¿Con qué frecuencia se recopila esta información (mensual, quincenal, etc.)?

R. Mensual

3. ¿Hay periodos con mayor o menor carga de información?

R. depende de la actividad que tenga el binomio

- Etapas de solicitud

4. ¿Cuánto tiempo le toma, en promedio, enviar la solicitud de información a los guías?

R. No se envía solicitud, ellos tienen instrucciones de hacerlo todos los meses

5. ¿Utiliza un correo tipo o redacta uno nuevo cada vez?

R. No se remite correo para solicitar el envío, se remite cuando se cumple el plazo y el reporte no ha sido recibido

6. ¿Recibe respuestas inmediatas o algunos guías demoran en responder?

R. En algunos casos, los guías están en terreno o frontera y no responden inmediatamente

- Etapas de llenado de la planilla por los guías

7. Según su experiencia, ¿cuánto tiempo estimado cree que demora un guía en llenar la planilla completa?

R. Va a depender si registra todo solo una vez, o si va registrando la información durante el mes a medida que esta se genera. Si la registra solo una vez al mes antes del envío, estimo que la demora va a depender del número de registros ingresados, pero no debiera ser mayor a 2-3 horas.

8. ¿Recibe comentarios de los guías sobre el llenado? ¿Cuáles son los principales problemas que mencionan?

R. Se reciben consultas cuando tiene algún problema para llenar, es decir, cuando un menú no les funciona, pero son pocas las consultas del llenado, las consultas tienen más que ver con la gestión de la información que ellos reportan.

9. ¿Todos los guías llenan la planilla en una sola vez o algunos lo hacen por partes?

R. Desconozco como lo hacen.

- Envío de planilla por parte de los guías

10. ¿Todos los guías envían la planilla dentro del plazo?

R. No, varía con respecto a sus turnos

11. ¿Cuántos recordatorios debe hacer en promedio por ciclo?

R. Entre 5 a 7 recordatorios en total

12. ¿Qué porcentaje de las planillas llega con errores u omisiones?

R. Los errores que se detectan son más que nada fechas y el porcentaje es bajo, debe ser un 15%. Omisiones no tengo como determinarlo.

- Revisión y validación de planillas

13. ¿Cuánto tiempo promedio dedica a revisar y corregir cada planilla?

R. Las planillas se reúnen en un solo consolidado, si se tiene alguna duda de la información se consulta al guía. La demora en consolidar y realizar un resumen con la información más relevante toma varias horas, a lo menos unas 3 horas.

14. ¿Qué tipos de errores son más frecuentes?

R. Generalmente las fechas, error de ortografía, nombres o lugares mal escritos, y el uso o no uso de mayúsculas.

15. ¿Con cuántas planillas, en promedio, debe iniciar un ciclo de corrección o reenvío?

R. No se envía la planilla nuevamente, se consulta solo el error o duda

16. ¿Cuántas interacciones (ida y vuelta de correos o mensajes) se generan por errores?

R. Menos de un 15%

- Consolidación de datos en archivo maestro

17. ¿Cuánto tiempo le toma consolidar todos los datos en el archivo maestro?

R. Consolidar toma de 1 a 2 horas, lo que demora es el análisis y resumen de la información, eso puede tomar entre 1 a 2 días de trabajos.

18. ¿Lo realiza en una sola sesión o lo divide por días?

R. Cuando no hay otras tareas urgentes, se realiza en un día.

19. ¿Utiliza macros, filtros u otro tipo de automatización?

R. Filtros y tablas dinámicas, no se utilizan macro.

- Generación de informes

20. ¿Cuánto tiempo toma generar un informe estándar una vez consolidados los datos?

R. De 1 a 2 días aproximadamente, incluyendo el análisis de datos y generando un informe resumen con los hitos o criterios que yo considero más importantes para reportar.

21. ¿Cuántos informes realiza al mes?

R. Solo 1 informe

22. ¿Qué herramientas usa para presentar los datos (Excel, Word, PowerPoint)?

R. Solo Excel

- Revisión del informe por jefatura

23. ¿Qué nivel de revisión realiza la jefatura?

R. Revisa el informe resumen

24. ¿Suele pedir modificaciones o ajustes?

R. No

25. ¿Cuánto tiempo puede demorar la validación del informe por parte de la jefatura?

R. No requiere validación

- Evaluación general

26. Si tuviera que estimar el total de horas que usted dedica al proceso cada mes, ¿cuántas serían?

R. Diría que toma un total de 2 a 3 días completo de trabajo, esto es sumando el tiempo que involucran todos los procesos

27. ¿En qué etapa siente que se produce más retrabajo o demoras?

R. Consolidar y generar informe de resumen

28. ¿Qué sugerencias tendría usted para agilizar o automatizar parte del proceso?

R. Que el llenado sea en un sistema (no excel) y que este mismo genere un dashboard

- Observaciones

R. Dada la escasa dotación y el tiempo utilizado, se requiere automatizar desde el llenado hasta la emisión de informe que permita reportar rápidamente lo que están informando los guías

## Anexo 4: Flujo de Caja

Flujo de Caja:

	0	1	2	3	4	5
Ahorro Hora Hombres		3.404.059	3.404.059	3.404.059	3.404.059	3.404.059
Ahorro Hora x Errores		450.970	450.970	450.970	450.970	450.970
Amortización Desarrollo		565.268	565.268	565.268	565.268	565.268
UAI		3.289.760	3.289.760	3.289.760	3.289.760	3.289.760
Tasa Impositiva	10%	328.976	328.976	328.976	328.976	328.976
UDI		2.960.784	2.960.784	2.960.784	2.960.784	2.960.784
Amortización Desarrollo		565.268	565.268	565.268	565.268	565.268
Inversión Desarroll	2.826.342					
Inversión capacitac	851.623					
<b>Flujo Neto</b>	<b>3.677.965</b>	3.526.053	3.526.053	3.526.053	3.526.053	3.526.053
Tasa de descuento	10%					
<b>VAN</b>	<b>9.688.549</b>					

Sensibilidad:

	0	1	2	3	4	5
Ahorro Hora Hombres		3.404.059	3.404.059	3.404.059	3.404.059	3.404.059
Ahorro Hora x Errores		417.856	417.856	417.856	417.856	417.856
Amortización Desarrollo		565.268	565.268	565.268	565.268	565.268
UAI		3.256.647	3.256.647	3.256.647	3.256.647	3.256.647
Tasa Impositiva	10%	325.665	325.665	325.665	325.665	325.665
UDI		2.930.983	2.930.983	2.930.983	2.930.983	2.930.983
Amortización Desarrollo		565.268	565.268	565.268	565.268	565.268
Inversión Desarroll	2.826.342					
Inversión capacitac	851.623					
<b>Flujo Neto</b>	<b>3.677.965</b>	3.496.251	3.496.251	3.496.251	3.496.251	3.496.251
Tasa de descuento	30%					
<b>VAN</b>	<b>4.837.398</b>					

Se aumenta la tasa de decuento al maximo registrado para este tipo de proyectos en Chile.

## Anexo 5: Código modelo predictivo de datos

Imagen 1: Instalar librerías necesarias

### Instalar librerías necesarias

```
[ ] !pip install prophet openpyxl ipywidgets xlswriter
```

Imagen 2: Importar librerías

### Importar librerías

```
[ ] import pandas as pd
    from prophet import Prophet
    import matplotlib.pyplot as plt
    from google.colab import files
    import ipywidgets as widgets
    from IPython.display import display, clear_output
```

Imagen 3: Subir archivo o dataset

### Subir archivo

```
[ ] uploaded = files.upload()
    file_path = list(uploaded.keys())[0]
    xls = pd.ExcelFile(file_path)
    df = xls.parse(xls.sheet_names[0])
```

Imagen 4: Preparar datos

### Preparar datos

```
[ ] # Traducir meses a números
meses_es = {
    'ENERO': 1, 'FEBRERO': 2, 'MARZO': 3, 'ABRIL': 4,
    'MAYO': 5, 'JUNIO': 6, 'JULIO': 7, 'AGOSTO': 8,
    'SEPTIEMBRE': 9, 'OCTUBRE': 10, 'NOVIEMBRE': 11, 'DICIEMBRE': 12
}
df['MES'] = df['MES'].str.upper().str.strip()
df['MES_NUM'] = df['MES'].map(meses_es)

# Crear fecha 'ds'
df_fecha = df[['AÑO', 'MES_NUM']].rename(columns={'AÑO': 'year', 'MES_NUM': 'month'})
df_fecha['day'] = 1
df['ds'] = pd.to_datetime(df_fecha)

# Crear variable objetivo
df['y'] = pd.to_numeric(df['CANTIDAD (GRAMOS/UNIDADES)'], errors='coerce')

# Crear listas únicas para menú
aduanas = sorted(df['ADUANAS'].dropna().unique())
sustancias = sorted(df['SUSTANCIA'].dropna().unique())
```

Imagen 5: Menú Interactivo parte 1

### Crear menú interactivo

```
[ ] # Crear widgets
aduana_selector = widgets.Dropdown(options=aduanas, description='Aduana:')
sustancia_selector = widgets.Dropdown(options=sustancias, description='Sustancia:')
boton = widgets.Button(description='Predecir')

# Función al hacer clic
def on_button_clicked(b):
    clear_output(wait=True)
    display(aduana_selector, sustancia_selector, boton)

# Filtrar datos
seleccion = df[(df['ADUANAS'] == aduana_selector.value) &
               (df['SUSTANCIA'] == sustancia_selector.value)][['ds', 'y']].sort_values('ds')

if seleccion.empty:
    print("No hay datos para esa combinación.")
    return
```

Imagen 6: Análisis Prophet

```
# Entrenar Prophet
modelo = Prophet()
modelo.fit(seleccion)

# Hacer predicción
future = modelo.make_future_dataframe(periods=12, freq='M')
forecast = modelo.predict(future)

# Mostrar gráfico
fig1 = modelo.plot(forecast)
plt.title(f"Predicción de {sustancia_selector.value} en {aduana_selector.value}")
plt.show()

fig2 = modelo.plot_components(forecast)
plt.show()

# Exportar resultados
resultados = forecast[['ds', 'yhat', 'yhat_lower', 'yhat_upper']].tail(12)
import xlswriter
excel_name = f"prediccion_{sustancia_selector.value}_{aduana_selector.value}.xlsx"
workbook = xlswriter.Workbook(excel_name)
worksheet = workbook.add_worksheet("Predicción")
resumen_ws = workbook.add_worksheet("Resumen")
```

Imagen 7: Análisis Prophet

```
# Guardar tabla
for i, col in enumerate(resultados.columns):
    worksheet.write(0, i, col)
    for j, val in enumerate(resultados[col]):
        worksheet.write(j + 1, i, val)

# Cuadro resumen
resumen_ws.write('A1', 'Resumen de Predicción')
resumen_ws.write('A3', 'Sustancia:')
resumen_ws.write('B3', sustancia_selector.value)
resumen_ws.write('A4', 'Aduana:')
resumen_ws.write('B4', aduana_selector.value)
resumen_ws.write('A5', 'Máximo estimado:')
resumen_ws.write('B5', resultados['yhat'].max())
resumen_ws.write('A6', 'Mínimo estimado:')
resumen_ws.write('B6', resultados['yhat'].min())
resumen_ws.write('A7', 'Promedio estimado:')
resumen_ws.write('B7', resultados['yhat'].mean())

# Guardar y adjuntar gráficos
fig1.savefig("grafico_prediccion.png")
worksheet.insert_image('G2', 'grafico_prediccion.png')
fig2.savefig("grafico_componentes.png")
worksheet.insert_image('G25', 'grafico_componentes.png')
```

Imagen 8: Descargar archivo.

```
# Cerrar y descargar
workbook.close()
from google.colab import files
files.download(excel_name)

# Asociar el botón a la función
boton.on_click(on_button_clicked)

# Mostrar menú
display(aduana_selector, sustancia_selector, boton)
```

## Anexo 6: Resultados entregados por el Modelo Predictivo

Aduana: Los Andes.

Sustancia: Droga.

N°	Fecha	Proyección (Gramos)	Intervalo Inferior (Gramos)	Intervalo Superior (Gramos)
1	2023-12	21.552	20.263	23.016
2	2025-01	21.573	20.089	22.923
3	2025-02	21.592	20.362	22.973
4	2025-03	21.613	20.327	22.920
5	2025-04	21.634	20.222	22.886
6	2025-05	21.655	20.229	22.964
7	2025-06	21.675	20.402	22.987
8	2025-07	21.696	20.425	23.047
9	2025-08	21.717	20.249	23.055
10	2025-09	21.738	20.385	23.085
11	2025-10	21.759	20.409	23.106
12	2025-11	21.779	20.462	23.100