

Área de Conocimiento de Tecnología de la Información
y Comunicación

Diseño de un sistema de información web para la gestión del proceso de control productivo, sanitario y genético del ganado bovino en la Finca “El Desafío”, municipio de El Jicaral, León

Proyecto Monográfico para optar al título de
Ingeniero de Sistemas

Elaborado por:

Tutor:

Br. Joseph Cristopher
Avendaña Cruz
Carnet: 2014-0961U

Br. José Carlos
Flores Trejos
Carnet: 2013-61136

Br. Kevin Santiago
Calderón Solís
Carnet: 2013-60986

Msc. Reynaldo
Antonio Castaño
Umaña

RESUMEN DEL TEMA

El presente proyecto expone el diseño de una solución tecnológica orientada a modernizar la administración agropecuaria en Nicaragua, un sector donde la ganadería bovina representa un pilar económico fundamental. En el contexto específico de la Finca “El Desafío”, ubicada en el municipio de El Jicaral, departamento de León, se identificó que la gestión de la información productiva, sanitaria y genética se ha llevado a cabo de manera tradicional y empírica mediante registros físicos y manuales. Este enfoque ha ocasionado vulnerabilidades en la integridad de los datos, pérdida de historial clínico, falta de trazabilidad y limitaciones severas para la toma de decisiones estratégicas.

El objetivo general de este proyecto consistió en diseñar un sistema de información web para la gestión integral del proceso de control productivo, sanitario y genético del ganado bovino en dicha organización productiva. La herramienta busca centralizar los expedientes de los semovientes, asegurar el seguimiento desde el nacimiento hasta la baja, y proporcionar indicadores confiables sobre la salud y la eficiencia reproductiva (Intervalo entre partos, ganancia de peso, tasa de mortalidad, tasa de natalidad, edad media del primer parto, composición racial) .

A nivel metodológico, la investigación se estructuró con base en el Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas, enfocándose en las fases de análisis y diseño. Mediante el uso de la notación BPMN (Business Process Model and Notation), se diagramaron los flujos de trabajo actuales (AS-IS) y se contrastaron con los procesos automatizados propuestos (TO-BE), evidenciando la optimización operativa esperada. Para el diseño arquitectónico de la aplicación, se aplicó la metodología de Ingeniería Web basada en UML (UWE), la cual facilitó la creación sistemática de los modelos de requisitos, conceptual, navegacional, de procesos y de presentación.

El sistema fue diseñado bajo el patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), asegurando una separación eficiente entre la lógica de negocio, la interfaz de usuario y el acceso a los datos. El esquema propuesto se sustenta en el ecosistema Microsoft .NET, empleando ASP.NET Core, el lenguaje C# y Entity Framework Core, junto con SQL Server para garantizar una persistencia de datos robusta y segura. Asimismo, la

solución se estructuró para atender a cuatro perfiles de usuario distintos (Gerente General, Administrador, Veterinario y Personal de Campo), garantizando interfaces responsivas y adaptadas al uso de dispositivos móviles en el terreno.

Finalmente, el estudio de factibilidad determinó que el proyecto es plenamente viable desde las dimensiones técnica, operativa, legal y económica. Se estimó una inversión inicial de \$1,535 USD para la habilitación de infraestructura de hardware y conectividad, un costo que resulta altamente justificable y recuperable frente a los beneficios proyectados de reducir la mortalidad, aumentar la rentabilidad ganadera y transformar los registros informales en activos de información estratégica.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	2
II.	OBJETIVOS	4
IV.	MARCO TEÓRICO	5
4.1.	Fundamentos Teóricos de la Gestión Bovina	5
4.2.	Fundamentos de sistemas de información	7
4.3.	Desarrollo de Sistema Web en Entorno .NET y Cloud Computing	7
4.4.	Metodología de Desarrollo: UWE (UML-based Web Engineering).	10
V.	METODOLOGIA DE TRABAJO	15
5.1.	Fase de Análisis.....	15
5.2.	Fase de Diseño	16
VI.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	18
6.1.	Fase de Análisis.....	18
6.1.1.	Contextualización de la Organización.....	18
6.1.2.	Modelación del proceso de Negocio Actual	20
6.1.3.	Determinación de la viabilidad del proyecto.....	23
6.1.4.	Modelación del proceso de negocio con el sistema propuesto	28
6.1.5.	Determinación de los Requerimientos del Sistema	33
6.2.	Fase de Diseño	39
6.2.1.	Modelado de Requisitos	39
6.2.2.	Modelado Conceptual	48
6.2.3.	Modelado Navegacional	50
6.2.4.	Diagrama de Estados	55
6.2.5.	Modelo de Presentación	59
6.2.6.	Modelado de Procesos	64
6.2.7.	Definición de la Arquitectura de Capas del sistema.....	70
VII.	CONCLUSIONES	75
VIII.	RECOMENDACIONES	77

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78
X. ANEXOS	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Guía de entrevista para el levantamiento de requerimientos.....	81
ANEXO II. Cotizaciones recursos habilitadores para la finca “El Desafío”	83
ANEXO III. Plantillas de descripción requerimientos Funcionales	87
ANEXO IV. Plantillas de descripción requerimientos No Funcionales.....	94
ANEXO V. Plantillas de Coleman.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Estimación de Inversión inicial</i>	26
Tabla 2 <i>Costos Operativos Mensuales</i>	26
Tabla 3 <i>Plantilla de Descripción RF-01</i>	34
Tabla 4 <i>Plantilla de Descripción RF-02</i>	35
Tabla 5 <i>Plantilla de Descripción RF-03</i>	36
Tabla 6 <i>Plantilla de Descripción RNF-01</i>	38
Tabla 7 <i>Plantilla de Descripción RNF-02</i>	38
Tabla 8 <i>Plantilla de Descripción RNF-03</i>	39
Tabla 9 <i>Descripción de Actores del Sistema</i>	40
Tabla 10 <i>Matriz Requerimientos vs Casos de Uso</i>	41
Tabla 11 <i>Plantilla de Coleman CU-01</i>	42
Tabla 12 <i>Plantilla de Coleman CU-02</i>	43
Tabla 13 <i>Plantilla de Coleman CU-03</i>	44
Tabla 14 <i>Descripción de Estados en el Ciclo de Vida del Semoviente</i>	57
Tabla 15 <i>Descripción de Estados Reproductivos del Semoviente</i>	59
Tabla 16 <i>Descripción de Stack Tecnológico</i>	74
Tabla 17 <i>Plantilla de Descripción RF-04</i>	87
Tabla 18 <i>Plantilla de Descripción RF-05</i>	88
Tabla 19 <i>Plantilla de Descripción RF-06</i>	89
Tabla 20 <i>Plantilla de Descripción RF-07</i>	91
Tabla 21 <i>Plantilla de Descripción RF-08</i>	92
Tabla 22 <i>Plantilla de Descripción RF-09</i>	93
Tabla 23 <i>Plantilla de Descripción RF-10</i>	94

Tabla 24 <i>Plantilla de Descripción RNF-04</i>	94
Tabla 25 <i>Plantilla de Descripción RNF-05</i>	95
Tabla 26 <i>Plantilla de Coleman CU-04</i>	96
Tabla 27 <i>Plantilla de Coleman CU-05</i>	97
Tabla 28 <i>Plantilla de Coleman CU-06</i>	98
Tabla 29 <i>Plantilla de Coleman CU-07</i>	99
Tabla 30 <i>Plantilla de Coleman CU-08</i>	99
Tabla 31 <i>Plantilla de Coleman CU-09</i>	101
Tabla 32 <i>Plantilla de Coleman CU-10</i>	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Interacción entre componentes en el patrón MVC</i>	8
Figura 2 <i>Fases de modelado UWE</i>	11
Figura 3 <i>Análisis de Requisitos y Modelado</i>	12
Figura 4 <i>Modelo de Contenido</i>	12
Figura 5 <i>Modelo de Navegación</i>	13
Figura 6 <i>Modelo de Procesos</i>	14
Figura 7 <i>Modelo de Presentación</i>	14
Figura 8 <i>Estructura Organizativa Finca “El Desafío”</i>	20
Figura 9 <i>Diagrama BPMN Proceso Actual de Registro de Eventos</i>	22
Figura 10 <i>Diagrama BPMN Proceso Automatizado Gerente General</i>	29
Figura 11 <i>Diagrama BPMN Proceso Automatizado Administrador</i>	30
Figura 12 <i>Diagrama BPMN Proceso Automatizado Veterinario</i>	31
Figura 13 <i>Diagrama BPMN Proceso Automatizado Personal de Campo</i>	32
Figura 14 <i>Diagrama de Casos de Uso Gerente General</i>	45
Figura 15 <i>Diagrama de Casos de Uso Administrador</i>	46
Figura 16 <i>Diagrama de Casos de Uso Veterinario</i>	47
Figura 17 <i>Diagrama de Casos de Uso Personal de Campo</i>	47
Figura 18 <i>Diagrama de Clases del Sistema</i>	49
Figura 19 <i>Diagrama Navegacional Gerente General</i>	51
Figura 20 <i>Diagrama Navegacional Administrador</i>	52
Figura 21 <i>Diagrama Navegacional Veterinario</i>	53
Figura 22 <i>Diagrama Navegacional Personal de Campo</i>	54
Figura 23 <i>Diagrama de Estado Ciclo de Vida del Semoviente</i>	56

Figura 24 <i>Diagrama de Estado Ciclo Reproductivo Bovino</i>	58
Figura 25 <i>Diagrama de Estructura de Presentación Acceso y Seguridad</i>	60
Figura 26 <i>Diagrama de Estructura de Presentación Expediente Animal</i>	61
Figura 27 <i>Diagrama de Estructura de Presentación Modulo de Inventario</i>	62
Figura 28 <i>Diagrama de Estructura de Presentación Gestión Sanitaria</i>	62
Figura 29 <i>Diagrama de Estructura de Presentación Gestión Reproductiva</i>	63
Figura 30 <i>Diagrama de Estructura de Presentación Reportes</i>	63
Figura 31 <i>Diagrama de Proceso Alta de Semoviente</i>	64
Figura 32 <i>Diagrama de Proceso Control de Peso</i>	65
Figura 33 <i>Diagrama de Proceso Gestión Sanitaria</i>	66
Figura 34 <i>Diagrama de Proceso Servicio Reproductivo</i>	67
Figura 35 <i>Diagrama de Proceso Registro de Parto</i>	68
Figura 36 <i>Diagrama de Proceso Baja de Semoviente</i>	69
Figura 37 <i>Diagrama de Capas del Sistema</i>	71
Figura 38 <i>Diagrama Entidad Relación</i>	73

I. INTRODUCCIÓN

En la economía de Nicaragua, la ganadería bovina se posiciona como un pilar fundamental, no solo por su significativo aporte a la producción de carne y leche, sino también por su impacto directo en la generación de empleo y el desarrollo rural. Sin embargo, a pesar de la importancia estratégica de este sector, existe una brecha tecnológica entre los avances de la ingeniería de sistemas y la realidad operativa de los productores nacionales. Si bien se han desarrollado prototipos académicos, muchos no logran trascender hacia una implementación real que modernice los flujos de trabajo en las fincas independientes.

El presente proyecto de graduación aborda esta problemática situándose en el contexto de la Finca “El Desafío”, ubicada en el municipio de El Jicaral, departamento de León. Esta unidad productiva, ha mantenido hasta la actualidad un manejo de la información basado en métodos tradicionales y registros manuales. Esta gestión artesanal ha provocado dificultades para garantizar la integridad de los datos del ganado, limitando la capacidad de respuesta ante eventos sanitarios y obstaculizando el análisis histórico necesario para la toma de decisiones estratégicas.

En respuesta a esta necesidad, este proyecto propone el *diseño de un sistema de información web para la gestión del proceso de control productivo, sanitario y genético del ganado bovino*. La solución tecnológica se plantea bajo un enfoque de modernización que busca centralizar la información de los semovientes, asegurando la trazabilidad desde el nacimiento hasta la venta, y optimizando el control de indicadores clave como la reproducción, la salud y la genética.

Para la materialización de este diseño, el proyecto se fundamenta en la aplicación de la metodología de Ingeniería Web basada en UML (UWE), garantizando una arquitectura de software robusta y escalable.

II. ANTECEDENTES

En los últimos años, diversas universidades del país han impulsado el desarrollo de proyectos orientados a la automatización y modernización de procesos agrícolas y pecuarios, promoviendo el uso de tecnologías de la información para mejorar la gestión productiva en las fincas.

En el caso de la Finca “El Desafío”, ubicada en el municipio de El Jicaral, departamento de León, fundada en la década de los años 80 y actualmente administrada por los descendientes de los fundadores, el manejo de la información se ha desarrollado de manera tradicional desde sus inicios hasta la actualidad. Los registros de los semovientes (nacimientos, muertes, ventas), el control sanitario (vacunaciones, tratamientos, enfermedades) y el seguimiento genético se gestionan mediante anotaciones manuales en cuadernos, hojas sueltas o, en ocasiones, confiando en la memoria del personal encargado.

Este método ha generado pérdida de información, inconsistencias en los datos, dificultades para generar reportes históricos y errores en el cálculo de indicadores productivos (Intervalo entre partos, ganancia de peso, tasa de mortalidad, tasa de natalidad, edad media del primer parto, composición racial). Así mismo, la falta de una herramienta que permita consultar rápidamente el historial sanitario, productivo y genético de un animal específico limita la toma de decisiones estratégicas, afecta la eficiencia en la gestión del hato y reduce la capacidad de respuesta ante situaciones sanitarias o reproductivas.

Investigaciones en la región muestran el valor de los sistemas informatizados de gestión de hato para la consolidación de datos productivos y sanitarios, y para su uso tanto en la gestión cotidiana como en la investigación poblacional. Un ejemplo sólido y relevante es el análisis del sistema VAMPP®, desarrollado y evaluado en Costa Rica, que “documenta cómo un sistema de gestión de hato puede integrarse a registros históricos y servir de base para análisis poblacionales y toma de decisiones en producción bovina” (Sánchez-Hernández, Z., Galina-Hidalgo, C. S., Vargas-Leitón, B., Rojas-Campos, J., & Estrada-König, S. (2020), p. 141–156).

Este tipo de evidencia respalda la pertinencia de diseñar sistemas de información web como herramientas clave para la modernización de las fincas ganaderas, especialmente en contextos donde los registros manuales aún predominan, como ocurre en Nicaragua. Por ello, la implementación de un sistema adaptado a las necesidades particulares de la Finca “El Desafío” representa una oportunidad para optimizar su gestión productiva, sanitaria y genética.

El proyecto se justifica por la necesidad de modernizar los procesos de gestión y control del ganado bovino para garantizar la sostenibilidad y competitividad de la finca. La transición de registros informales a una base de datos digital centralizada permitirá eliminar pérdidas de información, duplicidades y errores, además de agilizar el acceso a los expedientes de cada animal y mejorar la trazabilidad desde su ingreso hasta su salida.

Desde el enfoque económico y estratégico, el sistema facilitará la toma de decisiones basadas en evidencia al proporcionar indicadores confiables sobre salud, reproducción y desempeño productivo. Esto permitirá identificar problemas a tiempo, planificar adecuadamente las inversiones y aumentar la rentabilidad del hato.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de información web para la gestión del proceso de control productivo, sanitario y genético del ganado bovino en la Finca “El Desafío”, municipio de El Jicaral, León.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la viabilidad operativa, técnica, legal y económica del proyecto de desarrollo del sistema de información web para la modernización de los registros ganaderos de la finca.
- Definir los requerimientos del sistema de información web, a partir del análisis, modelado de procesos ganaderos y necesidades de la administración de la Finca “El Desafío”.
- Diseñar la arquitectura conceptual del sistema de información web mediante la aplicación de la metodología UWE (UML-based Web Engineering), asegurando que cumpla con los requerimientos de control y trazabilidad de la organización.

IV. MARCO TEÓRICO

En este apéndice se establecen los fundamentos conceptuales y técnicos que sustentan el desarrollo del sistema propuesto. A través de una revisión bibliográfica, se abordan las bases de los sistemas de información web, analizando la arquitectura, las herramientas de desarrollo y la infraestructura seleccionadas para el proyecto.

Asimismo, se integran los principios zootécnicos esenciales para la gestión productiva, sanitaria y genética bovina, proporcionando el contexto necesario para comprender tanto la lógica de negocio como las decisiones de diseño implementadas en el sistema de información para la Finca “El Desafío”.

4.1. Fundamentos Teóricos de la Gestión Bovina

Para garantizar la pertinencia del sistema de información propuesto para la Finca "El Desafío", es necesario conceptualizar los procesos biológicos y administrativos que el software automatizará. A continuación, se describen los fundamentos teóricos que sustentan los módulos de expediente, sanidad, genética, producción y control administrativo.

La Trazabilidad y el Expediente Animal

En la ganadería moderna, el expediente del animal no es solo un registro, es la base de la trazabilidad interna. Según la FAO (2022), la trazabilidad es la capacidad de rastrear el movimiento y la historia clínica de un animal a través de etapas específicas de producción.

El sistema propuesto modela al semoviente como un activo biológico con un ciclo de vida definido:

- **Identificación Unívoca:** El uso del número de arete como identificador único permite evitar la duplicidad de datos.

- **Caracterización Fenotípica:** Incluye datos invariables como raza, sexo y fecha de nacimiento, esenciales para clasificar al animal en grupos etarios (terneros, novillos, vacas).
- **Estados del Semoviente:** Activo, Vendido, Muerto, Enfermo.

Gestión Sanitaria y Farmacológica

El módulo veterinario se fundamenta en la Medicina Preventiva y Curativa. El control de la salud del hato impacta directamente en la rentabilidad y la inocuidad alimentaria.

- **Profilaxis (Calendario Sanitario):** Se refiere a la programación anticipada de inmunizaciones (vacunas) y control parasitario. La automatización de estas alertas permite reducir la incidencia de enfermedades endémicas.
- **Periodos de retiro:** Definido como el período necesario entre la administración de un fármaco y el momento en que la leche o carne es segura para consumo humano (Baynes et al., 2020, p.1167).

Mejoramiento Genético y Eficiencia Reproductiva

La gestión genética busca optimizar el rendimiento del hato a través de la selección de los mejores individuos.

- **Genealogía y Consanguinidad:** El registro de parentesco, padre y madre es vital para calcular el coeficiente de consanguinidad. Evitar cruces entre parientes cercanos reduce la probabilidad de enfermedades recesivas y mejora el vigor híbrido (García & López, 2021).
- **Eventos Reproductivos:** El ciclo reproductivo de la vaca (celo, servicio/inseminación, gestación, parto) dicta la productividad de la finca. El monitoreo del “Intervalo entre Partos” (IEP) es el indicador principal de eficiencia; un sistema web permite detectar desviaciones en este indicador tempranamente.

4.2. Fundamentos de sistemas de información

Un Sistema de Información (SI) puede definirse técnicamente como un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan, procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización.

Según Laudon y Laudon (2021, P 13), un SI realiza tres actividades básicas:

1. Entrada (Input): Captura de datos crudos desde el interior de la organización o su entorno externo.
2. Procesamiento: Conversión de esta entrada bruta en una forma más significativa (información).
3. Salida (Output): Transferencia de la información procesada a las personas que la utilizarán para tomar decisiones.

Tradicionalmente, el software se desarrollaba para ejecutarse en ordenadores específicos (aplicaciones de escritorio). Sin embargo, la evolución de la infraestructura de internet ha propiciado el auge de los Sistemas de Información Web.

Sistema de Información Web (SIW)

Un SIW es una aplicación de software que utiliza tecnologías web como HTTP, HTML, y protocolos de red, para interactuar con los usuarios y otros sistemas, permitiendo el acceso a la lógica de negocio y a los datos a través de un navegador web (Valacich & Schneider, 2022, P 162).

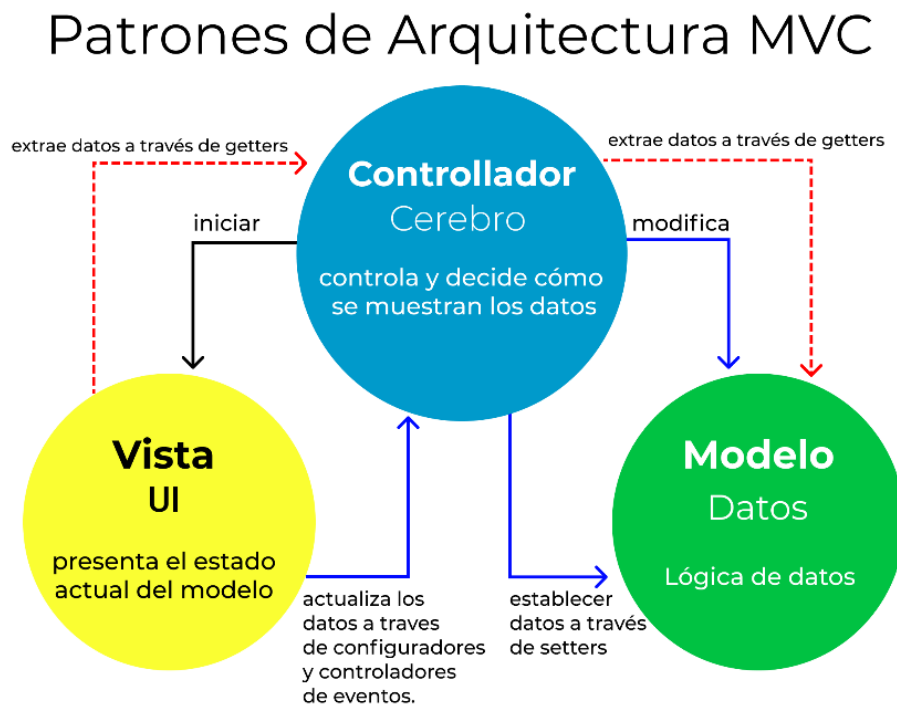
4.3. Desarrollo de Sistema Web en Entorno .NET y Cloud Computing

Para el desarrollo de sistemas web modernos y escalables, es fundamental establecer una arquitectura que permita la separación de responsabilidades. El patrón arquitectónico predominante en este contexto es el Modelo-Vista-Controlador (MVC).

El Patrón Modelo-Vista-Controlador MVC

Figura 1

Interacción entre componentes en el patrón MVC.



Nota. Adaptado de *Pattern-oriented software architecture: A system of patterns* (Vol. 1), por F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad y M. Stal, 1996, John Wiley & Sons.

El patrón MVC es un estilo de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control en tres componentes distintos.

- **Modelo:** Representa la lógica de negocios y las estructuras de datos. Gestiona las reglas fundamentales de la información.
- **Vista:** Es la interfaz visual que se presenta al usuario. Su función es mostrar la información contenida en el modelo de forma comprensible.

- **Controlador:** Actúa como intermediario. Procesa las solicitudes del usuario (input), manipula el modelo y selecciona la vista adecuada para la respuesta.

Según Freeman (2020, P 54), la adopción de MVC en el desarrollo web moderno facilita el mantenimiento del código y permite realizar pruebas unitarias de manera aislada, desacoplando la lógica de la interfaz.

Framework .NET y ASP.NET Core

Históricamente, .NET Framework era exclusivo de Windows. Sin embargo, con la llegada de .NET (anteriormente .NET Core), Microsoft unificó la plataforma para ser multiplataforma (Windows, Linux, macOS) y de código abierto.

ASP.NET Core es el marco de trabajo web de alto rendimiento construido sobre .NET. Se caracteriza por ser modular y optimizado para la nube. Microsoft (2023) destaca que ASP.NET Core fue rediseñado para cumplir con los requisitos de las aplicaciones web modernas, ofreciendo inyección de dependencias nativa y un pipeline de solicitudes HTTP ligero y modular.

Lenguaje de Programación C#

C# (C Sharp) es el lenguaje principal utilizado en el ecosistema .NET. Es un lenguaje orientado a objetos, fuertemente tipado y con seguridad de memoria.

"C# es un lenguaje elegante y con seguridad de tipos... que permite a los desarrolladores crear una variedad de aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en el ecosistema .NET" (Microsoft, 2024).

Las versiones recientes de C# (versiones 10, 11 y 12) han introducido características como *record types* y mejoras en el manejo de nulos (*nullable reference types*), lo que incrementa la seguridad y legibilidad del código (Troelsen & Japikse, 2022, P 165).

Gestión y Persistencia de Datos

La integridad y disponibilidad de la información son críticas para cualquier sistema web.

Sistemas de Gestión de Bases de Datos (SQL Server)

Microsoft SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBMS) que utiliza T-SQL (Transact-SQL) para la manipulación de datos. Es conocido por su capacidad de manejar transacciones complejas manteniendo las propiedades ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad).

En el contexto de aplicaciones empresariales, SQL Server provee mecanismos avanzados de seguridad y recuperación ante desastres, siendo una opción estándar para integraciones con .NET (Petkovic, 2020, P 12).

Mapeo Objeto-Relacional (Entity Framework Core)

Aunque el sistema utiliza SQL Server, la interacción moderna en .NET se realiza comúnmente a través de un ORM (Object-Relational Mapper). Entity Framework Core (EF Core) permite a los desarrolladores trabajar con datos utilizando objetos de .NET, eliminando la necesidad de escribir la mayor parte del código de acceso a datos que normalmente se requiere (Microsoft, 2023).

Computación en la Nube y Despliegue

El despliegue del sistema trasciende los servidores físicos locales, adoptando el paradigma de *Cloud Computing*.

4.4. Metodología de Desarrollo: UWE (UML-based Web Engineering)

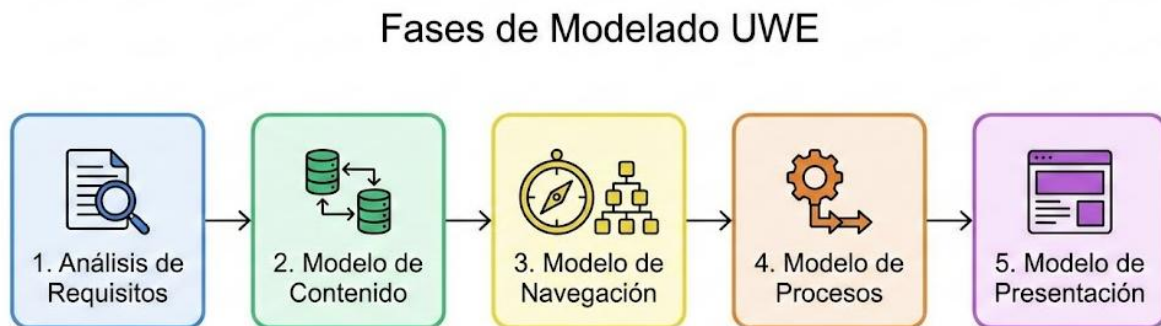
Para el modelado y diseño del sistema, se utilizará la metodología UWE (UML-based Web Engineering). Esta es una propuesta metodológica orientada a objetos basada en el estándar UML (Unified Modeling Language), diseñada específicamente para cubrir el ciclo de vida de aplicaciones web, haciendo énfasis en la sistematización, personalización y adaptación del sistema (Koch et al., 2008, P 163; reafirmado en estudios recientes como Knapp & Zhang, 2020, P 42).

UWE se distingue por definir una notación específica que permite modelar las características particulares de la web, como la navegación y la estructura de presentación, las cuales no están cubiertas por el UML estándar.

Fases del Modelado UWE

Figura 2

Fases de modelado UWE.



Nota. Elaboración propia.

La metodología propone un enfoque de diseño dirigido por modelos, estructurado en cuatro etapas principales que permiten una transición lógica desde los requisitos hasta la implementación en la plataforma .NET:

1. **Análisis de Requisitos:** Se identifican las funcionalidades del sistema desde la perspectiva del usuario. En esta fase se capturan los requerimientos funcionales que el sistema web debe satisfacer.

Figura 3

Análisis de Requisitos y Modelado.

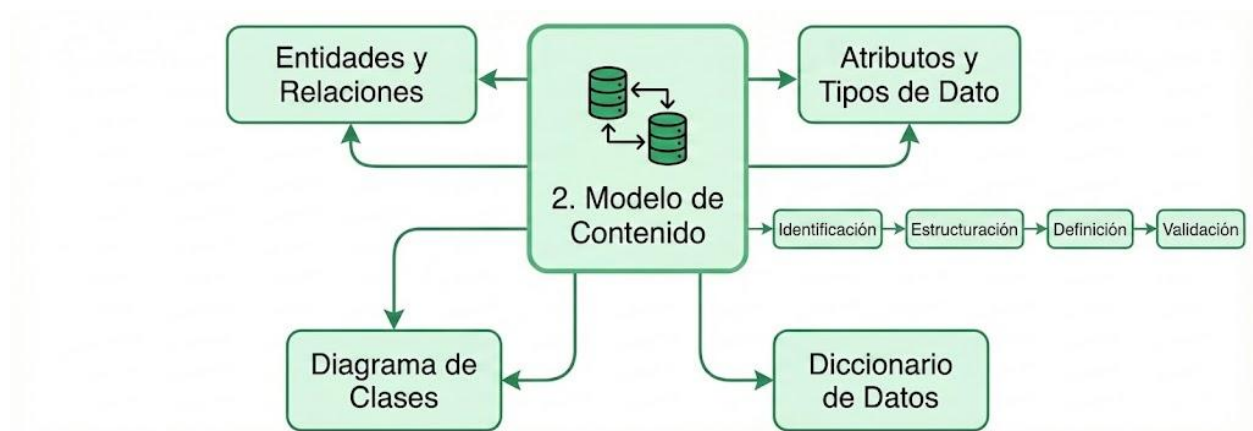


Nota. Elaboración propia.

2. **Modelo de Contenido:** Su objetivo es modelar los datos y las relaciones entre ellos sin preocuparse por la navegación o la interfaz.

Figura 4

Modelo de Contenido.

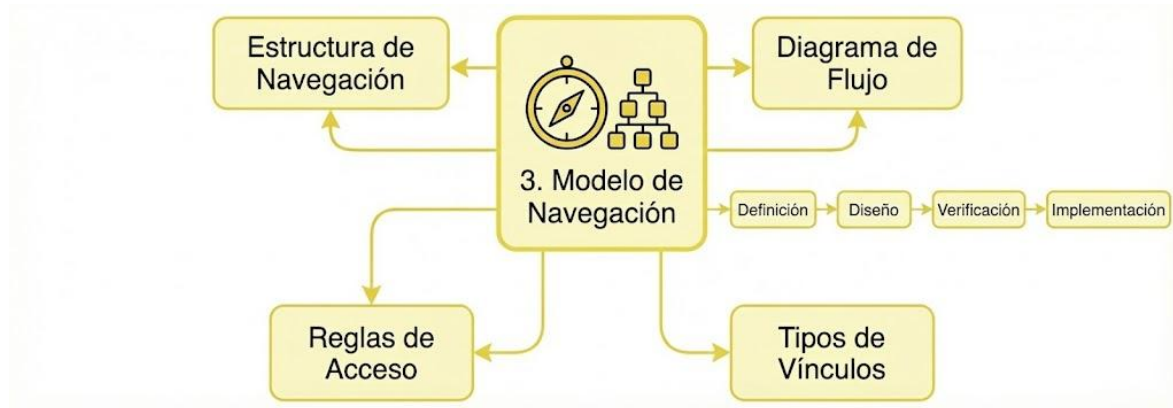


Nota. Elaboración propia.

3. **Modelo de Navegación:** Define cómo se puede mover el usuario a través del sistema.

Figura 5

Modelo de Navegación.

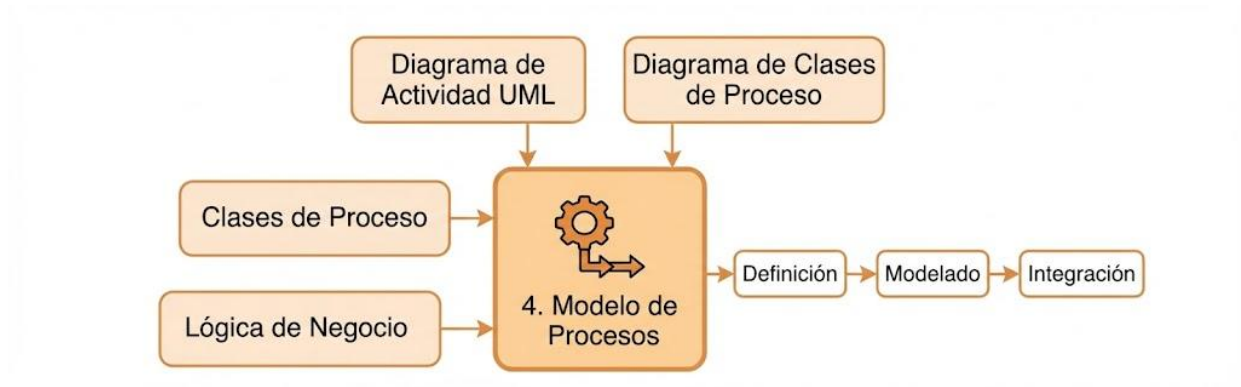


Nota. Elaboración propia.

4. **Modelo de Procesos:** Esta fase se encarga de modelar la lógica de negocio de la aplicación que no está relacionada directamente con la navegación o la estructura de contenido estática. Se centra en aquellas clases de procesos que realizan una actividad específica, como finalizar una compra, registrar un usuario o, en este caso, calcular un evento reproductivo. Según la metodología UWE, se utiliza un diagrama de clases de procesos para definir la estructura y un diagrama de actividad UML para detallar el flujo de control (Koch et al., 2008, P 178).

Figura 6

Modelo de Procesos.

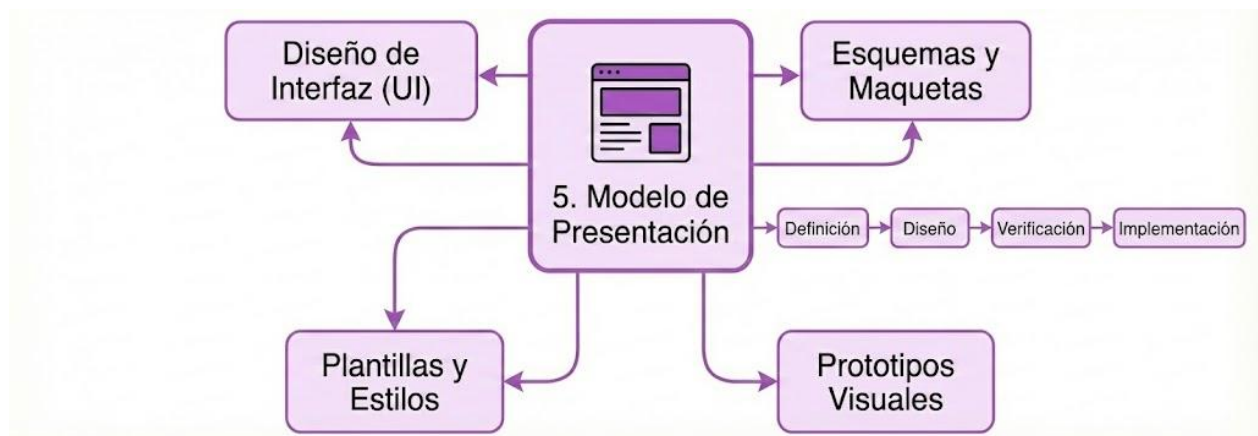


Nota. Elaboración propia.

5. **Modelo de Presentación:** Describe la ubicación abstracta de los elementos de la interfaz de usuario (UI), como botones, formularios y tablas, independientemente del diseño gráfico final (CSS/HTML).

Figura 7

Modelo de Presentación.



Nota. Elaboración propia.

V. METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología del presente proyecto de graduación se fundamenta en el Ciclo de Vida de Desarrollo de Sistemas (CVDS), específicamente en las fases de análisis y diseño, con el objetivo de garantizar una solución alineada a las necesidades de la organización y técnicamente viable. A continuación, se describen las actividades que se desarrollarán como parte del proyecto.

5.1. Fase de Análisis

La fase de análisis tiene como propósito comprender el contexto organizacional, identificar los procesos actuales y definir los requerimientos del sistema propuesto. Esta fase comprende las siguientes actividades:

1. **Contextualización de la organización:** Se realizará una descripción general de la organización donde se propone ejecutar el proyecto, abordando aspectos como su estructura, misión, visión, funciones principales y el área específica donde se implementará el sistema. Esta contextualización permitirá comprender el entorno operativo y las necesidades que motivan el desarrollo de la solución.
2. **Modelación del proceso de negocio actual:** se analizarán y documentarán los procesos de negocio existentes (AS-IS), identificando actores, actividades, flujos de información y problemáticas presentes. Para ello, se utilizarán modelos de procesos que faciliten la comprensión del funcionamiento actual de la organización.
3. **Determinación de la viabilidad del proyecto:** se evaluará la factibilidad del proyecto desde cuatro perspectivas:
 - **Viabilidad técnica,** analizando la disponibilidad de tecnologías, herramientas y conocimientos necesarios.

- **Viabilidad económica**, considerando los costos asociados al desarrollo e implementación del sistema.
- **Viabilidad operativa**, evaluando la aceptación del sistema por parte de los usuarios y su integración con los procesos existentes.
- **Viabilidad legal**, verificando el cumplimiento de normativas y regulaciones aplicables.

4. Modelación del proceso de negocio con el sistema propuesto: se diseñará el modelo del proceso de negocio futuro (TO-BE), incorporando el sistema propuesto como elemento de apoyo para la optimización de las actividades organizacionales.

5. Determinación de los requerimientos del sistema: se identificarán y documentarán los **requerimientos funcionales** y **no funcionales** del sistema propuesto, asegurando que respondan a las necesidades detectadas durante el análisis del proceso de negocio y a los objetivos del proyecto.

5.2. Fase de Diseño

En la fase de diseño se aplicará la metodología UWE (UML-based Web Engineering), la cual permite modelar sistemas de información de manera estructurada y orientada a modelos. Esta fase contempla las siguientes actividades:

- 1. Modelado de requisitos**, donde se representarán los requerimientos del sistema mediante diagramas y descripciones formales.
- 2. Modelado conceptual**, que define las entidades, atributos y relaciones que conforman el dominio del sistema.
- 3. Modelado navegacional**, orientado a describir la estructura de navegación del sistema y la interacción del usuario con la aplicación.
- 4. Diagrama de estados**, que permitirá modelar el comportamiento dinámico de los elementos del sistema.

5. **Modelo de presentación**, enfocado en la definición de la interfaz de usuario y la organización visual de la información.
6. **Modelado de procesos**, que integra la lógica de negocio y el flujo de actividades soportadas por el sistema.
7. **Definición de la arquitectura de capas del sistema**, estableciendo la separación entre las capas de presentación, lógica de negocio y datos, con el fin de garantizar escalabilidad, mantenibilidad y reutilización.

VI. DESARROLLO DEL PROYECTO

En el presente capítulo se detalla la ejecución práctica del proyecto, siguiendo rigurosamente las etapas definidas en la metodología de trabajo a través de un enfoque sistemático, se aborda desde el análisis profundo de la situación actual de la finca “El Desafío” hasta el diseño técnico de la solución propuesta.

6.1. Fase de Análisis

Esta primera etapa constituye los cimientos del desarrollo del sistema, su propósito es comprender a cabalidad el entorno operativo de la organización, identificar las deficiencias del flujo de trabajo actual y establecer la viabilidad integral de la propuesta tecnológica.

A continuación, se presenta la contextualización de la empresa, el modelado de sus procesos vigentes y el estudio de factibilidad que justifica la inversión en el nuevo sistema.

6.1.1. Contextualización de la Organización

La Finca “El Desafío”, ubicada en el municipio de El Jicaral, departamento de León, Nicaragua, se constituye como una unidad de producción de tradición familiar con una extensa trayectoria generacional. Su actividad económica principal es la explotación de ganado bovino de doble propósito, complementada estratégicamente con la comercialización de ejemplares de alto valor genético, seleccionados para potenciar líneas productivas tanto cárnicas como lecheras.

Misión

Somos una empresa ganadera dedicada a la crianza y comercialización de ganado bovino de doble propósito en el municipio de El Jicaral. Nos comprometemos a producir leche y carne de alta calidad, implementando prácticas de manejo sanitario y

reproductivo eficientes que garanticen la rentabilidad del negocio, el bienestar animal y la sostenibilidad ambiental.

Visión

Ser reconocidos a mediano plazo, como la finca modelo en gestión ganadera tecnificada del departamento de León, destacándonos por la excelencia genética de nuestro hato, la innovación en nuestros procesos administrativos y la contribución al desarrollo económico local.

Objetivos Estratégicos

1. Garantizar el registro histórico del 100% de los semovientes; nacimientos, movimientos y bajas, para asegurar la transparencia en la comercialización.
2. Reducir el intervalo entre partos y aumentar la tasa de natalidad mediante el control estricto de montas y celos.
3. Minimizar las pérdidas por enfermedades prevenibles a través de un calendario sanitario riguroso y controlado.

Estructura Organizativa

La estructura organizativa de la Finca “El Desafío” dada la naturaleza familiar es de tipo lineal y centralizada, óptima para la toma de decisiones ágiles en el campo, se compone de los siguientes roles clave:

- **Gerente General/Propietario:** Responsable de la estrategia y la inversión.
- **Administrador:** Encargado de la gestión operativa diaria y el control de inventario.
- **Médico Veterinario:** Asesor responsable de la salud y reproducción del hato.
- **Personal de Campo:** Ejecutores de las labores de ordeño, pastoreo y mantenimiento.

A continuación, se presenta el siguiente organigrama:

Figura 8

Estructura Organizativa Finca “El Desafío”.



Nota. Elaboración propia.

6.1.2. Modelación del proceso de Negocio Actual

Para justificar la intervención tecnológica, es imprescindible documentar y analizar cómo opera la finca en la actualidad, mediante la notación estándar BPMN (Business Process Model and Notation), se procedió a diagramar el flujo de trabajo manual existente, lo que permitió visualizar claramente los cuellos de botella, la duplicidad de esfuerzos y los puntos críticos donde la gestión de la información basada en papel está impactando negativamente en la eficiencia productiva y la toma de decisiones.

Situación Actual AS-IS Proceso Manual

Actualmente, la gestión de la información en la finca se realiza de manera empírica y manual. El registro de eventos vitales (nacimientos, muertes, tratamientos) depende casi

exclusivamente de la memoria del personal o de anotaciones dispersas en cuadernos de campo físicos.

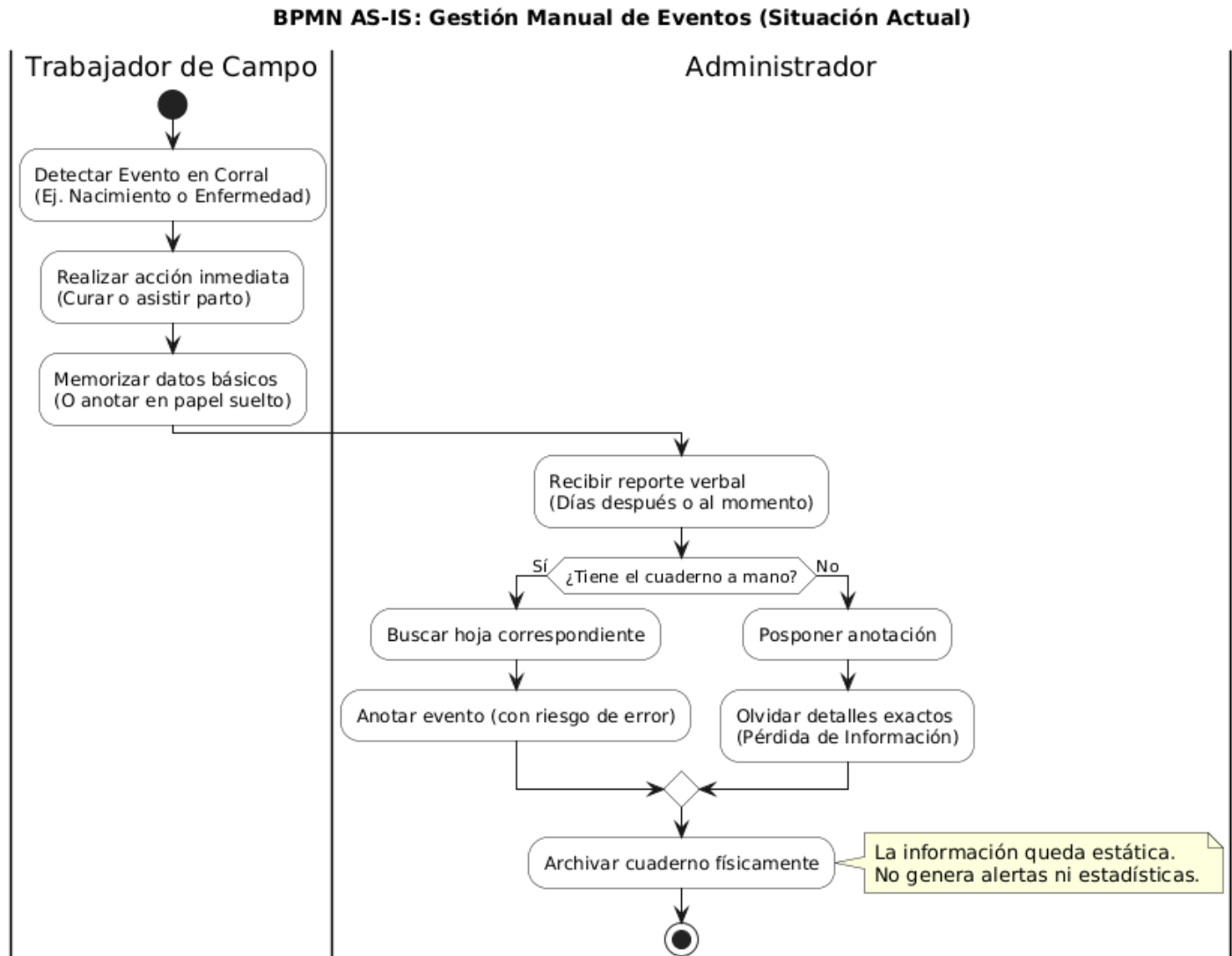
Este método presenta deficiencias críticas como:

1. **Pérdida de Información:** Los cuadernos se deterioran o extravían.
2. **Falta de Trazabilidad:** Es difícil reconstruir el historial médico de un animal específico.
3. **Errores en la Toma de Decisiones:** No existen estadísticas consolidadas para evaluar la rentabilidad.

A continuación, se presenta el *diagrama BPMN* que modela este flujo de trabajo manual, evidenciando los puntos de ineficiencia:

Figura 9

Diagrama BPMN Proceso Actual de Registro de Eventos.



Nota. Elaboración propia.

6.1.3. Determinación de la viabilidad del proyecto

El éxito de un proyecto de software no solo depende de su excelencia técnica, sino de su sostenibilidad en el entorno real de implementación. En esta sección se evalúa el proyecto desde cuatro dimensiones críticas: Técnica, Económica, Operativa y Legal.

Este análisis multidimensional busca asegurar que el Sistema Web propuesto sea no solo posible de construir, sino también rentable, utilizable y conforme a la ley nicaragüense.

6.1.3.1. Viabilidad Técnica

El análisis técnico se centra en evaluar la infraestructura de hardware y conectividad existente en la finca para determinar si es suficiente para soportar el despliegue del sistema.

Diagnóstico de la Infraestructura Actual

Actualmente, la finca no cuenta con activos informáticos dedicados, no existen computadoras de escritorio, laptops ni servidores locales. Tampoco se cuenta con una red de área local ni contratación de servicios de internet fijo.

El personal colaborador posee teléfonos inteligentes de uso personal con sistemas operativos Android y iOS, los cuales se pueden utilizar para la comunicación básica mediante datos móviles propios.

Análisis de Compatibilidad

Aunque la ausencia de equipos de cómputo representa una carencia inicial, la naturaleza Web Responsive del sistema propuesto es técnicamente viable al aprovechar los dispositivos móviles existentes de los colaboradores para la captura de datos en campo, sin embargo, para las funciones administrativas y de visualización de reportes complejos, la infraestructura actual es insuficiente.

6.1.3.2. Viabilidad Operativa

En este punto se evaluó la capacidad de la entidad para adoptar, mantener y operar el nuevo sistema, analizando si el cambio tecnológico implica una mejora sustantiva en sus procesos y si el entorno laboral es adecuado.

Análisis de Capacidades Humanas y Entorno

- **Habilidades del Personal:** El personal posee un alto dominio empírico del manejo ganadero, pero sus competencias digitales son básicas limitadas al uso de redes sociales y mensajería, no cuentan con capacitación formal en uso de sistemas de gestión.
- **Condiciones Físicas:** Actualmente no existe una estación de trabajo ergonómica designada para la gestión administrativa, la iluminación y el mobiliario son de uso doméstico y no de oficina.

Mejora Sustantiva de Procesos

La transición de registros manuales en papel a un sistema digital automatizado representa una mejora crítica y necesaria, los procesos actuales sufren de redundancia y pérdida de datos; la automatización permitirá centralizar la información, reducir el tiempo de búsqueda de expedientes y generar alertas preventivas sanitarias y reproductivas que actualmente son imposibles de gestionar manualmente.

6.1.3.3. Viabilidad Económica

Este análisis del proyecto, se enfoca en la estimación de los costos de Propiedad y Operación del sistema, dado que el desarrollo del software es un aporte académico (sin costo de licencia para la finca), la viabilidad económica recae en la capacidad de la Finca "El Desafío" para cubrir la inversión inicial de los recursos habilitadores y sostener los costos operativos mensuales.

Requerimientos Técnicos

Para que el proyecto sea técnicamente ejecutable, es mandatorio subsanar las carencias identificadas mediante la adquisición mínima de:

- **Dos equipos de cómputos:** para los roles de administrador y veterinario, con respecto al gerente/propietario, puede reutilizar cualquiera de los equipos ya que el veterinario no se encuentra permanentemente en la finca.
- **Un dispositivo Router/Módem:** para proveer conectividad estable en la oficina administrativa.

Requerimientos Operativos:

Dado que la entidad no está preparada en su estado actual para operar el sistema, se definen los siguientes requisitos obligatorios para garantizar la viabilidad operativa:

- **Adecuación del Espacio de Trabajo:** Habilitación de un área administrativa que cuente con:
 - Mobiliario básico, escritorio y silla ergonómica.
 - Iluminación adecuada para lectura y uso de pantalla.
 - Puntos de conexión eléctrica estables.
- **Plan de Capacitación:** Ejecución de talleres de inducción para cerrar la brecha de habilidades digitales en el personal de campo y administrativo.

Costos de Habilitación Técnicos y Operativos

Estos costos corresponden a la adquisición de los recursos técnicos y operativos identificados previamente para subsanar las carencias actuales, se consideraron los precios de los artículos en dólares y los montos proporcionados en la cotización I, contenida en el *ANEXO II*.

Tabla 1*Estimación de Inversión inicial.*

Rubro	Descripción del Recurso	Costo	Cantidad	Total
Hardware	Laptop Core i5 12 Generación, 8GB RAM, 256 GB SSD	\$450	2	\$900
Conectividad	Router/Módem 4G LTE	\$65	1	\$65
Mobiliario	Escritorio básico	\$180	2	\$360
Mobiliario	Silla ejecutiva básica	\$80	2	\$160
Capacitación	Taller de inducción	\$50	1	\$50
Total				\$1,535

Nota. Elaboración propia.**Costos Operativos Mensuales**

Estos rubros representan el flujo de caja necesario para mantener el sistema funcionando, se incluye, la asignación de un honorario para el soporte técnico, garantizando así la sostenibilidad de la herramienta a largo plazo.

Tabla 2*Costos Operativos Mensuales.*

Rubro	Descripción del Gasto	Costo Mensual
Conectividad	Plan de Datos Internet Móvil Corporativo	\$35
Alojamiento del sistema	Dominio Web	\$2
Alojamiento del sistema	Servicios de Alojamiento en la Nube AWS	\$30
Soporte Técnico	Honorarios por mantenimiento preventivo, copias de seguridad y soporte a usuarios	\$150
Gasto Operativo Mensual		\$217

Nota. Elaboración propia.

Análisis Costo-Beneficio

La inversión inicial estimada y el costo operativo mensual se consideran financieramente viables al contrastarse con el valor de los activos biológicos de la empresa, el costo total de la puesta en marcha es semejante al valor de mercado de un solo semoviente aprox. \$900 - \$1,200 USD, lo que indica un riesgo financiero bajo. Además, la reducción de pérdidas por mortalidad y la mejora en la productividad del hato compensará el costo operativo mensual.

6.1.3.4. Viabilidad Legal

Este análisis garantiza que el desarrollo e implementación del sistema cumpla con las normativas de propiedad intelectual y seguridad de la información, mitigando riesgos jurídicos para la organización y los desarrolladores.

Licenciamiento y Uso de Herramientas Comerciales

El proyecto se adhiere estrictamente a la legalidad en el uso de software, descartando el empleo de herramientas piratas o sin licencia que pudieran derivar en sanciones, la arquitectura tecnológica seleccionada se basa en versiones legales y permitidas para el entorno de desarrollo y producción:

- **Microsoft SQL Server Express:** Se utiliza la edición gratuita de este motor de base de datos comercial, cuya licencia permite su uso en entornos productivos de pequeña escala hasta 10GB de almacenamiento, cubriendo sobradamente los requerimientos de la finca sin incurrir en costos de licencias Enterprise.
- **Frameworks y Librerías:** El uso de ASP.NET Core y librerías complementarias se realiza bajo licencias de código abierto, lo que permite su implementación comercial sin regalías ni restricciones legales.
- **Herramientas de Desarrollo:** Se emplea Visual Studio Community Edition, cuyo acuerdo de licencia de usuario final autoriza su uso para fines académicos y de investigación.

Garantía y Protección de los Datos de la Organización

Desde el punto de vista legal y operativo, los datos generados constituyen un activo intangible propiedad exclusiva de la Finca "El Desafío". El sistema garantiza la custodia de esta información mediante:

- **Soberanía de los Datos:** El sistema está diseñado para que la base de datos resida en infraestructura controlada por la finca, asegurando que la organización retenga la propiedad total y exclusiva de su información, sin cesión de derechos a terceros.
- **Confidencialidad y Control de Acceso:** En cumplimiento con las buenas prácticas de seguridad corporativa y la Ley 787 Ley de Protección de Datos Personales de Nicaragua referente a los datos de empleados, el sistema implementa módulos de seguridad (Login/Roles) que impiden el acceso no autorizado, protegiendo la información sensible del negocio contra fugas o espionaje.

6.1.4. Modelación del proceso de negocio con el sistema propuesto

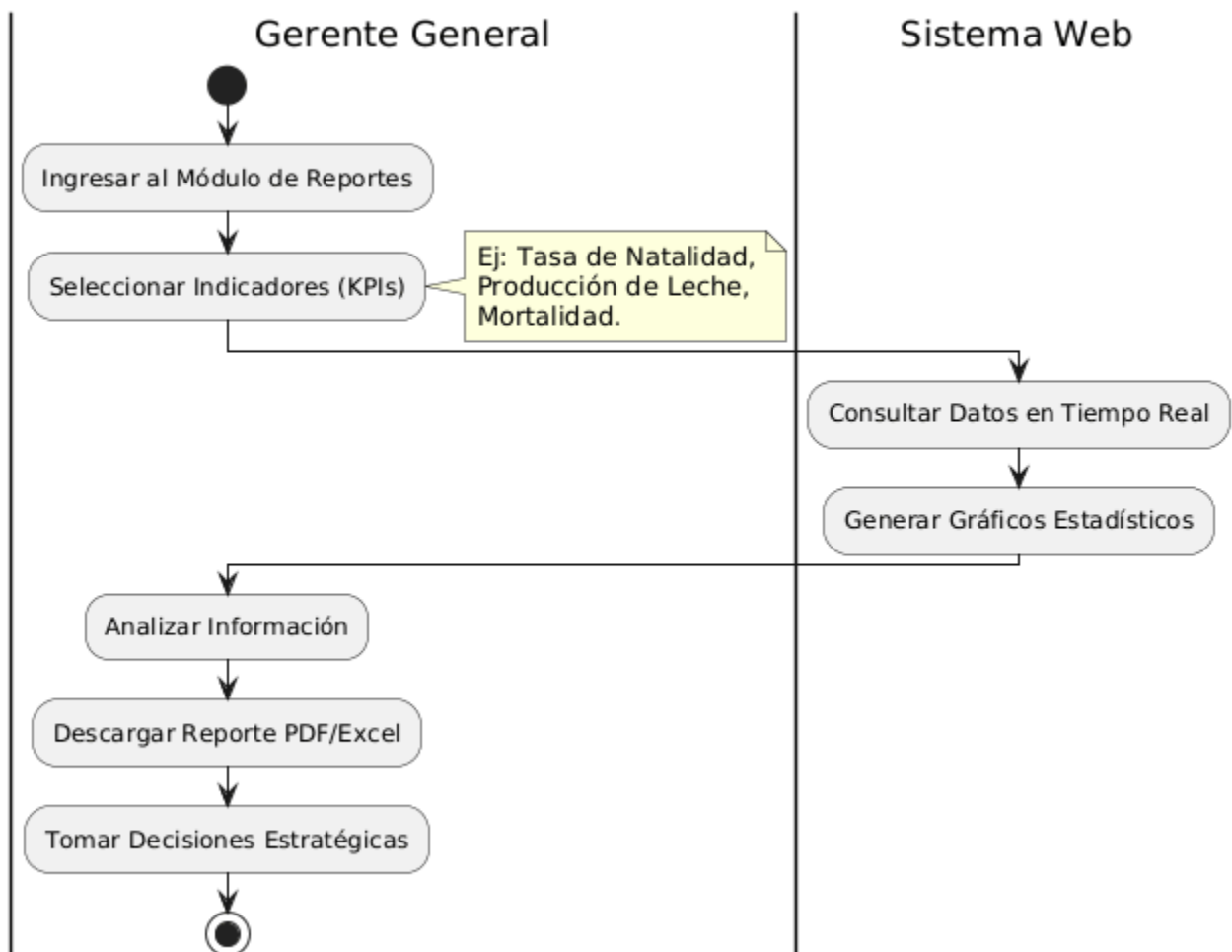
Atendiendo a la estructura organizativa de la finca, se ha modelado el nuevo flujo de trabajo desde la perspectiva de cada usuario del sistema, esto permite visualizar la transformación digital específica para cada puesto de trabajo, evidenciando la optimización de tareas y la interacción con la plataforma web.

Situación Propuesta TO-BE Proceso Automatizado

Con la implementación del Sistema Web, el proceso se estandariza. La información se valida en tiempo real y el sistema asume la carga de calcular fechas futuras y generar alertas. A continuación, se le mostrarán los *diagramas BPMN* que modela los flujos de trabajo automatizados.

Figura 10

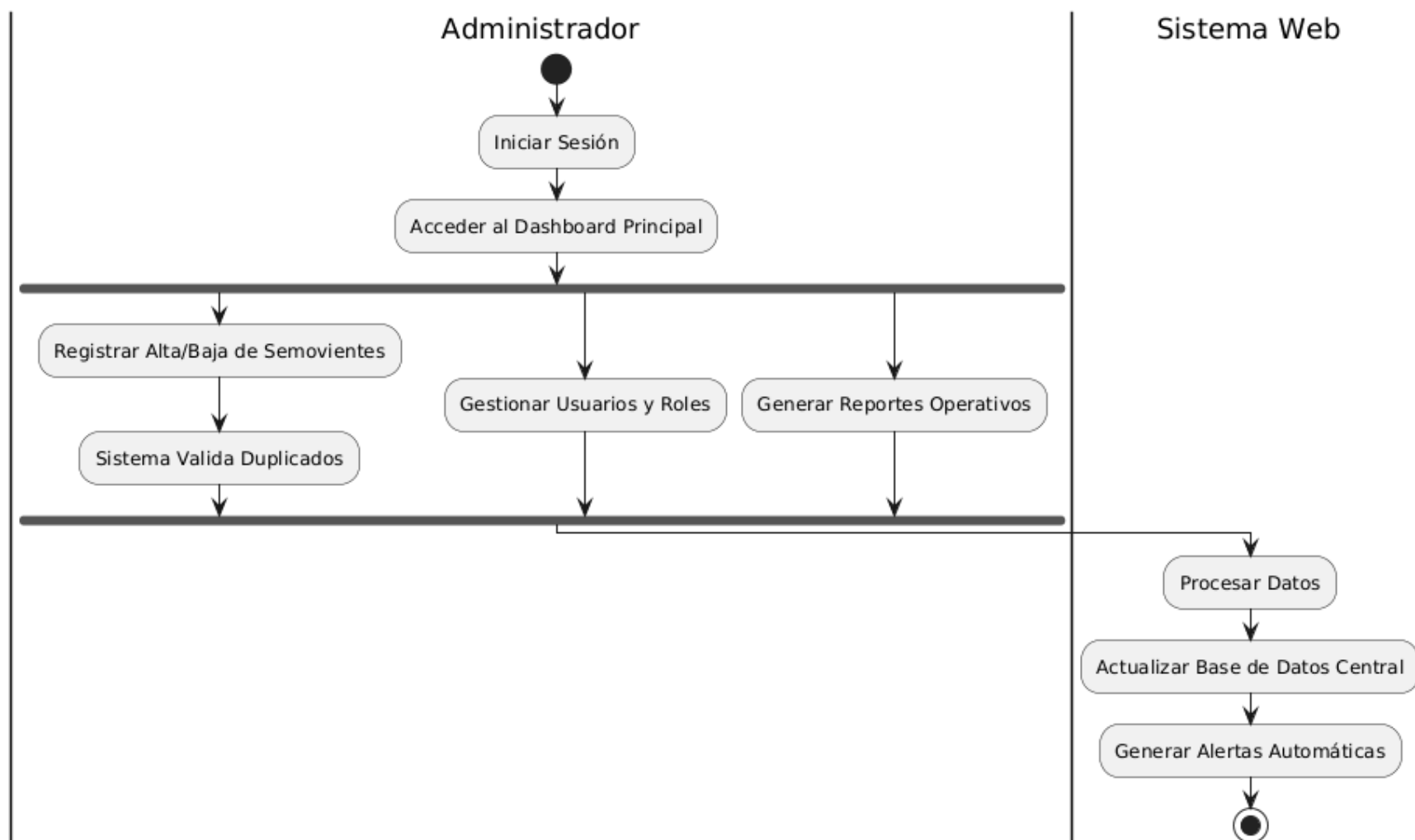
Diagrama BPMN Proceso Automatizado Gerente General.



Nota. Elaboración propia.

Figura 11

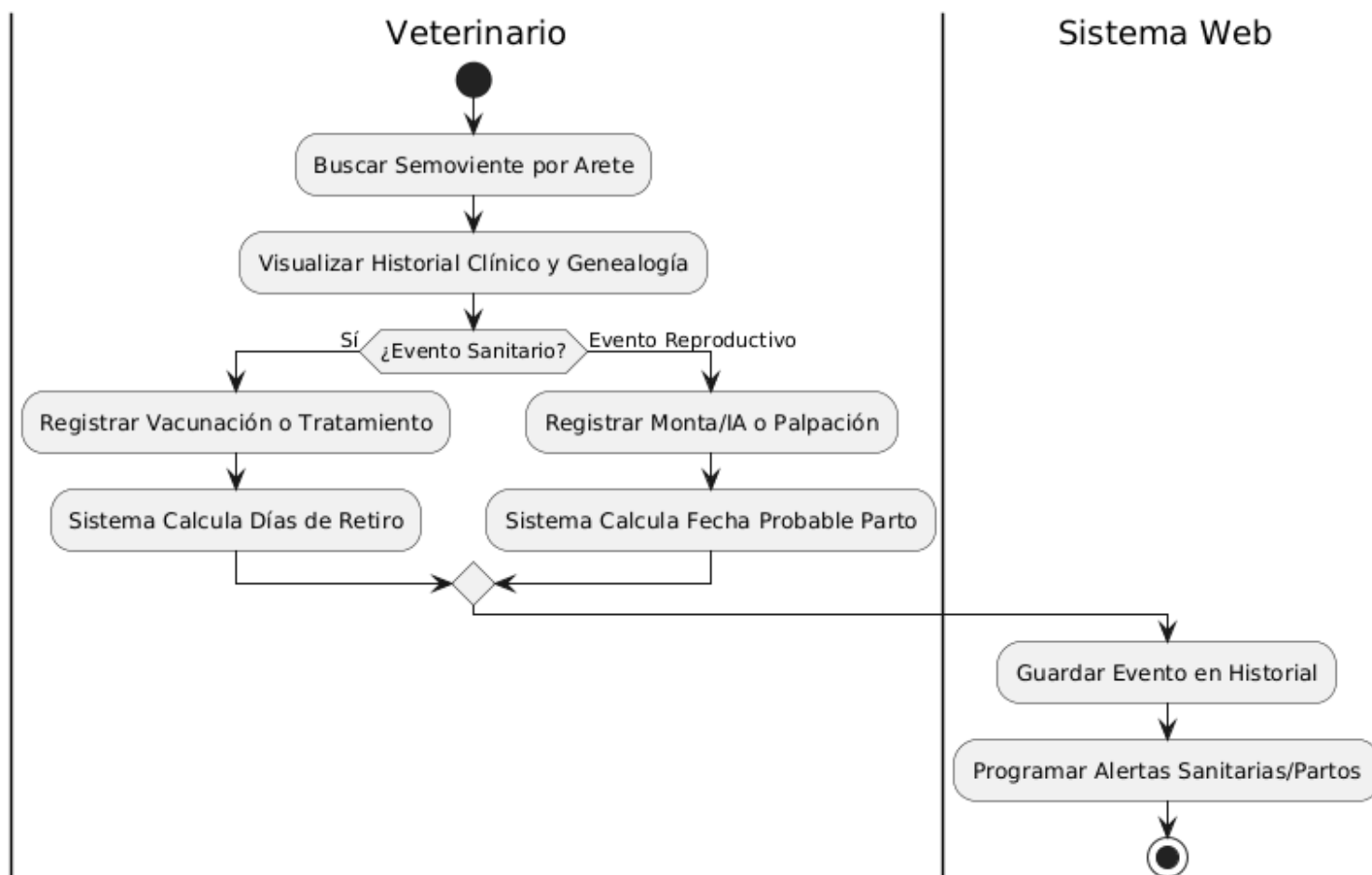
Diagrama BPMN Proceso Automatizado Administrador.



Nota. Elaboración propia.

Figura 12

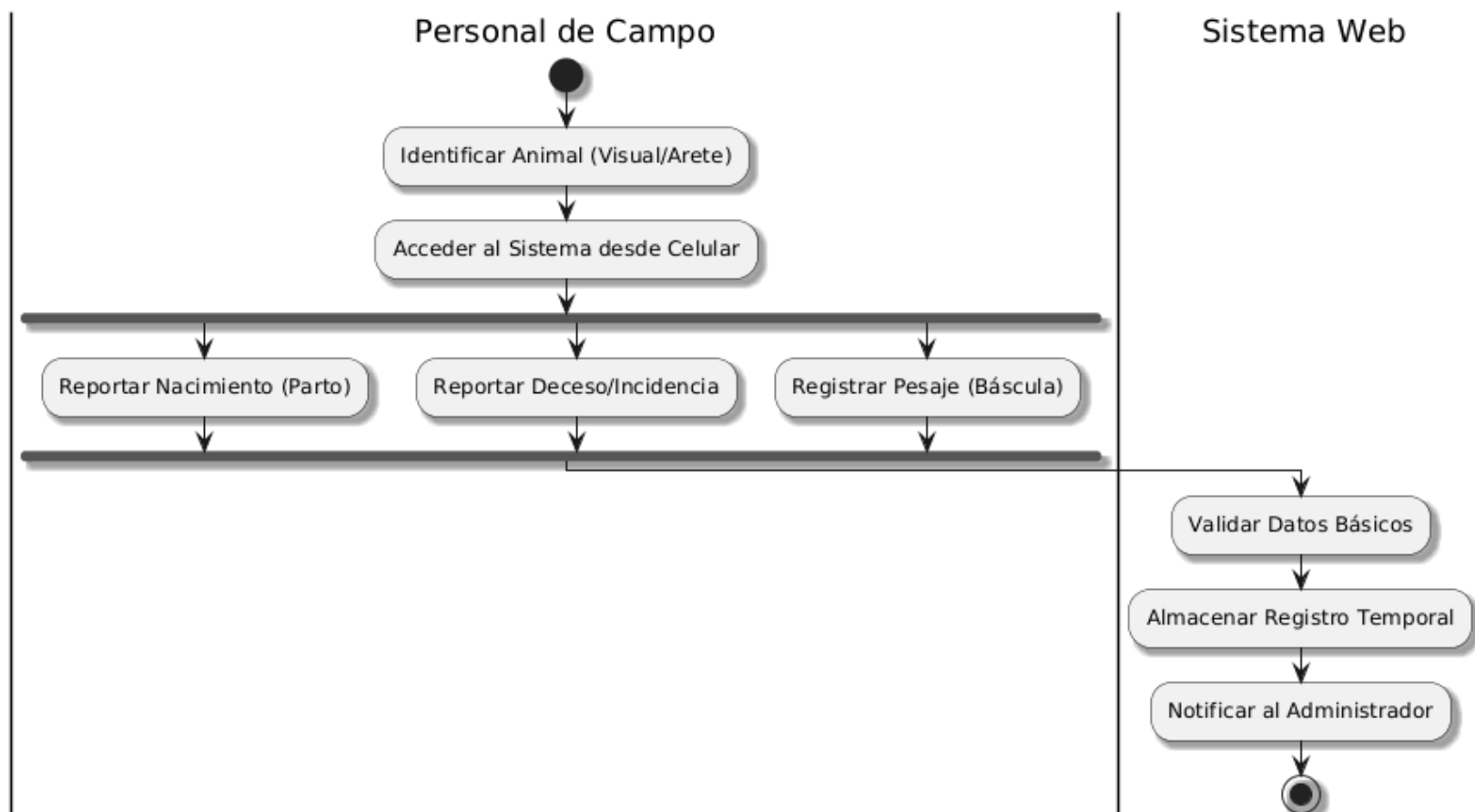
Diagrama BPMN Proceso Automatizado Veterinario.



Nota. Elaboración propia.

Figura 13

Diagrama BPMN Proceso Automatizado Personal de Campo.



Nota. Elaboración propia.

6.1.5. Determinación de los Requerimientos del Sistema

Una vez analizados los resultados de la entrevista contenida en el *ANEXO I* del presente documento y definido el modelo de negocio, el cual se enfoca en la crianza y venta de ganado para engorda, se han identificado las necesidades que el sistema debe satisfacer, estos se dividirán en requisitos funcionales y no funcionales.

6.1.5.1. Requerimientos funcionales

Estos requerimientos definen los comportamientos específicos y las funciones que el sistema ofrecerá a los distintos usuarios del sistema. A continuación, se enlistarán los requisitos funcionales propuestos para el sistema, y posteriormente se presentará cada requerimiento en una plantilla de descripción de requerimiento.

- **RF-01 Control de Acceso y Autenticación:** El sistema debe validar las credenciales de los usuarios permitiendo el acceso según el rol asignado.
- **RF-02 Gestión de Perfiles de Usuario:** El sistema permitirá la creación, edición y desactivación de cuentas de usuario y la asignación de roles específicos.
- **RF-03 Registro de Inventario Bovino:** El sistema permitirá el almacenamiento de la información detallada de cada semoviente, arete, raza, sexo, fecha de nacimiento y procedencia.
- **RF-04 Seguimiento Genealógico:** Funcionalidad para vincular a cada animal con sus progenitores permitiendo la visualización del árbol genealógico.
- **RF-05 Control de Eventos Reproductivos:** El sistema debe registrar y procesar eventos como celos, montas, inseminaciones, palpaciones y partos.
- **RF-06 Gestión de Historial Sanitario:** Capacidad para registrar la aplicación de tratamientos, vacunas y desparasitantes, llevando un control histórico por animal.
- **RF-07 Monitoreo de Desarrollo:** El sistema permitirá el registro periódico del peso de los animales para calcular la ganancia diaria.
- **RF-08 Generación de Alertas Preventivas:** El sistema deberá identificar automáticamente eventos próximos (partos, secados, recordatorios de vacunación) y notificar al usuario.

- **RF-09 Emisión de Reportes Operativos:** Capacidad de generar documentos en formato PDF o Excel con listados de inventario, producción de leche y resumen de eventos sanitarios.
- **RF-10 Visualización de Indicadores:** El sistema presentará un tablero de control con gráficos estadísticos sobre la distribución del hato, tasas de natalidad y mortalidad.

Plantillas de Descripción de Requerimientos Funcionales

Para efectos de comodidad para el lector se presentarán las plantillas de los primeros tres requerimientos funcionales, las demás estarán contenidos en el *ANEXO III* del presente documento.

Tabla 3

Plantilla de Descripción RF-01.

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-01
Nombre	Control de Acceso y Autenticación
Descripción	El sistema debe validar las credenciales de los usuarios para permitir el ingreso seguro a la plataforma, restringiendo las funcionalidades según el perfil asignado.
Actores	Todos los usuarios.
Entradas	Nombre de usuario, Contraseña.
Proceso	1. El usuario ingresa sus credenciales. 2. El sistema consulta la base de datos y verifica la coincidencia con registros activos. 3. El sistema identifica el rol del usuario. 4. Se redirige al usuario a su panel correspondiente.
Salidas	Acceso al Dashboard principal o Mensaje de error.
Precondiciones	El usuario debe estar registrado previamente por el Administrador con estado "Activo".
Postcondiciones	Se genera una sesión activa y se registra el evento.
Prioridad	Alta
Reglas de negocio	• Las contraseñas deben estar encriptadas en la base de datos. • Tras 3 intentos fallidos, la cuenta se bloquea temporalmente por 15 minutos.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 4*Plantilla de Descripción RF-02.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-02
Nombre	Gestión de Perfiles de Usuario
Descripción	Funcionalidad administrativa para crear, modificar y dar de baja (inactivar) cuentas de usuarios que tendrán acceso al sistema.
Actores	Administrador.
Entradas	Nombre completo, Cédula, Correo, Rol a asignar, Contraseña temporal.
Proceso	1. El Administrador selecciona "Nuevo Usuario". 2. El sistema valida que el correo no esté duplicado. 3. Se guardan los datos y se asignan los permisos del rol seleccionado. 4. El sistema envía una notificación (opcional) o confirma el registro.
Salidas	Mensaje de confirmación: "Usuario registrado exitosamente".
Precondiciones	El actor debe tener permisos de Superusuario/Administrador.
Postcondiciones	Nuevo registro insertado en la tabla de Usuarios.
Prioridad	Media
Reglas de negocio	• No se pueden eliminar usuarios con registros históricos asociados (se debe usar borrado lógico/inactivación). • El rol de "Gerente" tiene acceso de solo lectura a los reportes.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 5*Plantilla de Descripción RF-03.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-03
Nombre	Registro de Inventario Bovino
Descripción	Permite dar de alta a un semoviente en el sistema, capturando sus características físicas, raciales y de origen para iniciar su trazabilidad.
Actores	Administrador, Personal de Campo.
Entradas	Número de Arete (ID Visual), Nombre (opcional), Raza, Sexo, Fecha de Nacimiento, Procedencia (Nacido en finca/Compra), Color.
Proceso	1. El actor ingresa los datos del animal. 2. El sistema verifica que el número de arete no exista previamente. 3. El sistema calcula la edad actual automáticamente. 4. Se guarda la ficha del animal.
Salidas	Ficha digital del semoviente creado.
Precondiciones	El animal debe estar físicamente en la finca e identificado.
Postcondiciones	El inventario total se incrementa en +1 unidad.
Prioridad	Alta
Reglas de negocio	• El código del arete debe ser único e irrepetible en el sistema. • Si es "Nacido en finca", el sistema debe solicitar obligatoriamente el ID de la madre.

Nota. Elaboración propia.

6.1.5.2. Requerimientos No Funcionales

Estos requerimientos establecen los criterios de calidad, rendimiento y seguridad bajo los cuales debe operar el sistema. A continuación, se enlistarán los requisitos no funcionales, y posteriormente se presentará cada requerimiento en una plantilla de descripción de requerimiento.

RNF-01 Accesibilidad Web: La interfaz del sistema debe adaptarse automáticamente a diferentes tamaños de pantalla para facilitar su uso en campo.

RNF-02 Seguridad de la Información: El sistema debe implementar encriptación para las contraseñas y garantizar que cada usuario acceda solo a los módulos permitidos por su rol.

RNF-03 Disponibilidad del Servicio: El sistema debe estar diseñado para operar de manera continua 24/7, permitiendo el acceso en cualquier momento que se disponga de conexión a internet.

RNF-04 Escalabilidad de Datos: La base de datos debe soportar el crecimiento del inventario histórico de la finca sin degradar el rendimiento de las consultas.

RNF-05 Respaldo y Recuperación: El sistema debe contar con mecanismos para realizar copias de seguridad periódicas de la base de datos para prevenir la pérdida de información.

Plantillas de Descripción de Requerimientos No Funcionales

Para efectos de comodidad para el lector se presentarán las plantillas de los primeros tres requerimientos no funcionales, las demás estarán contenidos en el *ANEXO IV* del presente documento.

Tabla 6*Plantilla de Descripción RNF-01.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RNF-01
Categoría	Usabilidad / Accesibilidad
Descripción	El sistema debe adaptar su interfaz gráfica automáticamente para ser visualizado y operado correctamente desde dispositivos móviles (Smartphones) y tabletas, ya que será la herramienta principal del personal de campo.
Criterio de aceptación	La interfaz debe ajustarse a pantallas con un ancho mínimo de 360px sin presentar barras de desplazamiento horizontal y todos los botones deben ser táctilmente accesibles.
Prioridad	Alta

Nota. Elaboración propia.**Tabla 7***Plantilla de Descripción RNF-02.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RNF-02
Categoría	Seguridad
Descripción	El sistema debe proteger el acceso a los datos mediante autenticación de usuarios y garantizar que las contraseñas no sean legibles en la base de datos.
Criterio de aceptación	Las contraseñas almacenadas deben estar encriptadas (Hash) y el sistema debe bloquear el acceso a cualquier URL interna si no existe una sesión de usuario activa.
Prioridad	Alta

Nota. Elaboración propia.

Tabla 8
Plantilla de Descripción RNF-03.

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RNF-03
Categoría	Disponibilidad
Descripción	La plataforma debe estar operativa y accesible para el registro y consulta de datos en cualquier momento que el usuario disponga de conexión a internet.
Criterio de aceptación	El sistema debe responder a las solicitudes HTTP con un código de estado 200 (OK) el 99% del tiempo durante el horario operativo de la finca.
Prioridad	Media

Nota. Elaboración propia.

6.2. Fase de Diseño

Una vez establecidos los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, se procede a la etapa de diseño. En esta fase, se transforman las necesidades identificadas en especificaciones que guiarán la construcción del software.

Para garantizar una modelación robusta y estandarizada de la aplicación web, se utiliza la metodología de *Ingeniería Web basada en UML (UWE - UML-based Web Engineering)*. Esta metodología permite abordar la complejidad del sistema mediante diferentes modelos, asegurando que tanto la estructura de la información como la navegación y la presentación sean coherentes y funcionales.

6.2.1. Modelado de Requisitos

El modelado de requisitos en UWE utiliza los diagramas de Casos de Uso estándar de UML para capturar las funcionalidades desde la perspectiva de los actores. A continuación, se presenta la definición de los actores del sistema y los diagramas que detallan los casos de uso identificados en la fase de análisis.

Definición de Actores y Roles

Se han identificado cuatro actores principales para casa uno de ellos, se describe el rol que desempeña cada uno dentro del sistema, el cual determina su nivel de acceso y las acciones que puede invocar.

Tabla 9

Descripción de Actores del Sistema.

Actor	Rol en el Sistema
Administrador	Gestionar la totalidad del sistema, incluyendo el mantenimiento de usuarios, la configuración de catálogos y la supervisión del inventario ganadero.
Gerente General	Consultar y analizar la información estratégica del negocio a través de reportes y tableros de control para la toma de decisiones.
Veterinario	Ejecutar y registrar las actividades clínicas y reproductivas, asegurando la actualización del expediente sanitario de cada animal.
Personal de Campo	Alimentar el sistema con datos operativos básicos recolectados en sitio, como pesajes y reportes de nacimientos o decesos.

Nota. Elaboración propia.

Listado de Casos de Uso

Los casos de uso representan las funcionalidades que el sistema ofrece a los actores, para este caso, se definieron diez casos de uso listados a continuación.

- **CU-01: Iniciar Sesión** (Acceso seguro al sistema).
- **CU-02: Gestionar Usuarios** (Crear, editar y deshabilitar cuentas).
- **CU-03: Gestionar Expediente Animal** (Registrar altas, bajas y editar datos del semoviente).
- **CU-04: Gestionar Genealogía** (Vincular padres y madres para el árbol genealógico).
- **CU-05: Registrar Evento Reproductivo** (Partos, montas, celos y diagnósticos).

- **CU-06: Registrar Evento Sanitario** (Vacunaciones, tratamientos y desparasitaciones).
- **CU-07: Registrar Pesaje** (Control de desarrollo ponderal).
- **CU-08: Consultar Alertas** (Visualizar notificaciones de tareas pendientes).
- **CU-09: Generar Reportes Operativos** (Exportar listados y estadísticas).
- **CU-10: Visualizar Dashboard** (Monitorizar indicadores clave de desempeño).

Matriz de Trazabilidad de Requerimientos vs. Casos de Uso

Esta matriz valida que cada Requerimiento Funcional (RF) definido en la fase de análisis esté cubierto por al menos un Caso de Uso (CU) en el diseño, garantizando la cobertura total del sistema.

Tabla 10

Matriz Requerimientos vs Casos de Uso.

ID Requerimiento	Descripción del Requerimiento	Caso de Uso Asociado
RF-01	Control de Acceso y Autenticación	CU-01: Iniciar Sesión
RF-02	Gestión de Perfiles de Usuario	CU-02: Gestionar Usuarios
RF-03	Registro de Inventario Bovino	CU-03: Gestionar Expediente Animal
RF-04	Seguimiento Genealógico	CU-04: Gestionar Genealogía
RF-05	Control de Eventos Reproductivos	CU-05: Registrar Evento Reproductivo
RF-06	Gestión de Historial Sanitario	CU-06: Registrar Evento Sanitario
RF-07	Monitoreo de Desarrollo Ponderal	CU-07: Registrar Pesaje
RF-08	Generación de Alertas Preventivas	CU-08: Consultar Alertas
RF-09	Emisión de Reportes Operativos	CU-09: Generar Reportes Operativos
RF-10	Visualización de Indicadores	CU-10: Visualizar Dashboard

Nota. Elaboración propia.

Especificación de Casos de Uso

A continuación, se detallan los flujos de interacción para los casos de uso principales utilizando el formato estándar de Coleman.

Tabla 11

Plantilla de Coleman CU-01.

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Iniciar Sesión
ID	CU-01
Descripción	Permite a un usuario registrado acceder al sistema proporcionando sus credenciales válidas. El sistema verifica la identidad y asigna los permisos correspondientes a su rol.
Actores	Todos (Administrador, Veterinario, Gerente, Personal de Campo).
Precondiciones	El usuario debe estar registrado en la base de datos con estado "Activo".
Flujo Normal	1. El actor accede a la página de inicio del sistema. 2. El sistema despliega el formulario de autenticación. 3. El actor ingresa su correo electrónico y contraseña. 4. El actor hace clic en el botón "Ingresar". 5. El sistema valida las credenciales en la base de datos. 6. El sistema verifica el rol del usuario. 7. El sistema redirige al actor a la pantalla de inicio (Dashboard) correspondiente a su rol. 8. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	5a. Credenciales Inválidas: Si el correo o la contraseña son incorrectos: 1. El sistema muestra un mensaje de error: "Usuario o contraseña incorrectos". 2. El sistema limpia los campos y solicita ingresar los datos nuevamente. 3. El flujo regresa al paso 3 del flujo normal.
Postcondiciones	El usuario ha establecido una sesión activa y segura en el sistema.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12
Plantilla de Coleman CU-02.

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Gestionar Usuarios
ID	CU-02
Descripción	Permite al administrador crear, modificar o desactivar las cuentas de acceso al sistema, asignando roles específicos (Veterinario, Gerente, Campo) para controlar los privilegios.
Actores	Administrador.
Precondiciones	El administrador debe haber iniciado sesión (CU-01) y tener privilegios de super usuario.
Flujo Normal (Creación)	1. El administrador selecciona el módulo "Usuarios". 2. El sistema lista los usuarios existentes. 3. El administrador selecciona "Nuevo Usuario". 4. El sistema despliega el formulario de registro. 5. El administrador ingresa: Nombre, Cédula, Correo, Contraseña y selecciona el Rol. 6. El administrador da clic en "Guardar". 7. El sistema valida que el correo no esté duplicado. 8. El sistema registra al usuario y muestra el mensaje "Usuario creado con éxito". 9. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	7a. Correo Duplicado: Si el correo electrónico ya está registrado: 1. El sistema muestra el error "El correo ya pertenece a otro usuario". 2. El sistema mantiene los datos en el formulario para su corrección. 3. El flujo regresa al paso 5.
Postcondiciones	El nuevo usuario queda habilitado para acceder al sistema con el rol asignado.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13
Plantilla de Coleman CU-03.

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Gestionar Expediente Animal
ID	CU-03
Descripción	Permite al actor registrar un nuevo animal en el sistema (Alta), modificar sus datos básicos o registrar su salida del hato (Baja por venta o muerte).
Actores	Administrador, Veterinario.
Precondiciones	El actor ha iniciado sesión (CU-01) y tiene permisos de escritura en el módulo de inventario.
Flujo Normal (Alta)	1. El actor selecciona la opción "Nuevo Animal" en el menú. 2. El sistema muestra el formulario de registro. 3. El actor ingresa los datos: Arete, Nombre, Fecha Nacimiento, Sexo, Raza, Procedencia. 4. El actor hace clic en "Guardar". 5. El sistema valida que el número de arete no exista. 6. El sistema guarda el registro en la base de datos. 7. El sistema muestra el mensaje "Animal registrado exitosamente". 8. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	5a. Arete Duplicado: Si el número de arete ya existe: 1. El sistema muestra un mensaje de error: "El número de arete ya está registrado". 2. El sistema resalta el campo de Arete. 3. El flujo regresa al paso 3 para que el actor corrija el dato.
Postcondiciones	El inventario de la finca se actualiza con la información del nuevo semoviente.

Nota. Elaboración propia.

Para efectos de lectura y orden las demás plantillas de Coleman están contenidas en el **ANEXO V** del presente documento.

Diagrama de Casos de Uso

El diagrama de casos de uso es la representación gráfica que ilustra las interacciones entre los actores y las funcionalidades que ofrece el sistema, su propósito es visualizar el comportamiento del software desde la perspectiva del usuario, delimitando el alcance del proyecto.

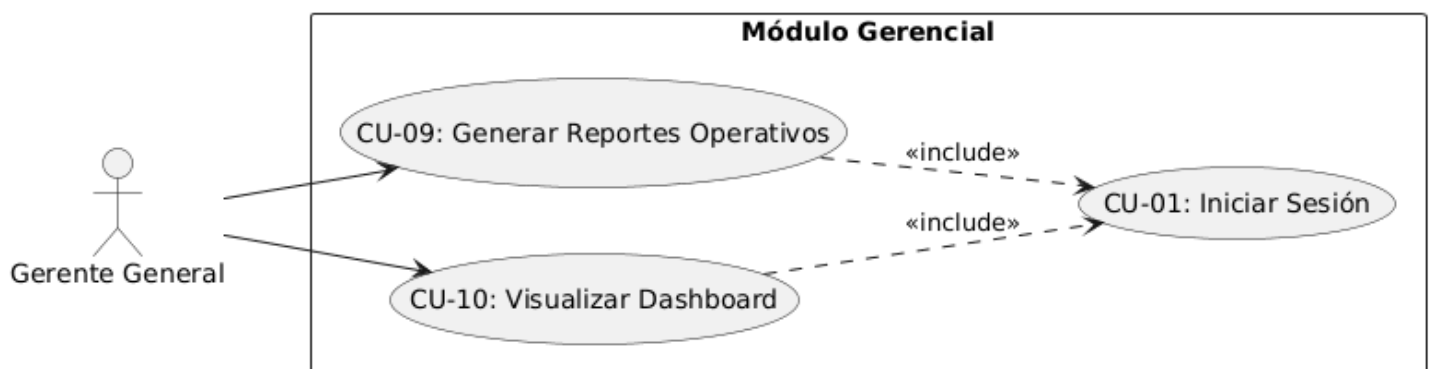
A continuación, se presentan los diagramas para el Administrador, Veterinario, Gerente General y Personal de Campo.

Interacciones del Gerente General

El diagrama del Gerente destaca las funcionalidades de consulta y análisis estratégico. Sus casos de uso están orientados a la obtención de información procesada para apoyar la toma de decisiones, sin intervenir en la carga operativa de datos.

Figura 14

Diagrama de Casos de Uso Gerente General.



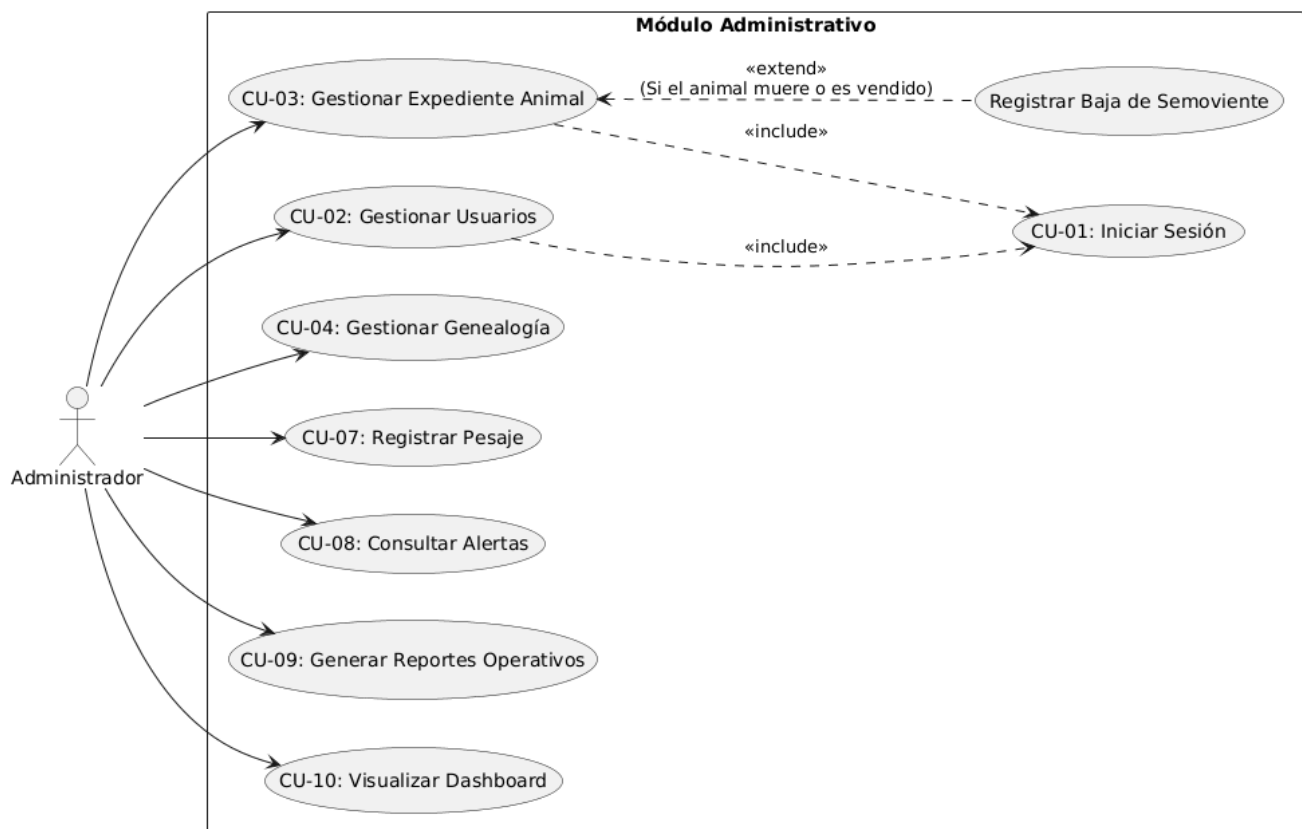
Nota. Elaboración propia.

Interacciones del Administrador

El perfil de Administrador posee el nivel más alto de acceso, su diagrama refleja las capacidades de gestión integral, incluyendo el mantenimiento de usuarios, la configuración del sistema y la supervisión total del inventario.

Figura 15

Diagrama de Casos de Uso Administrador.



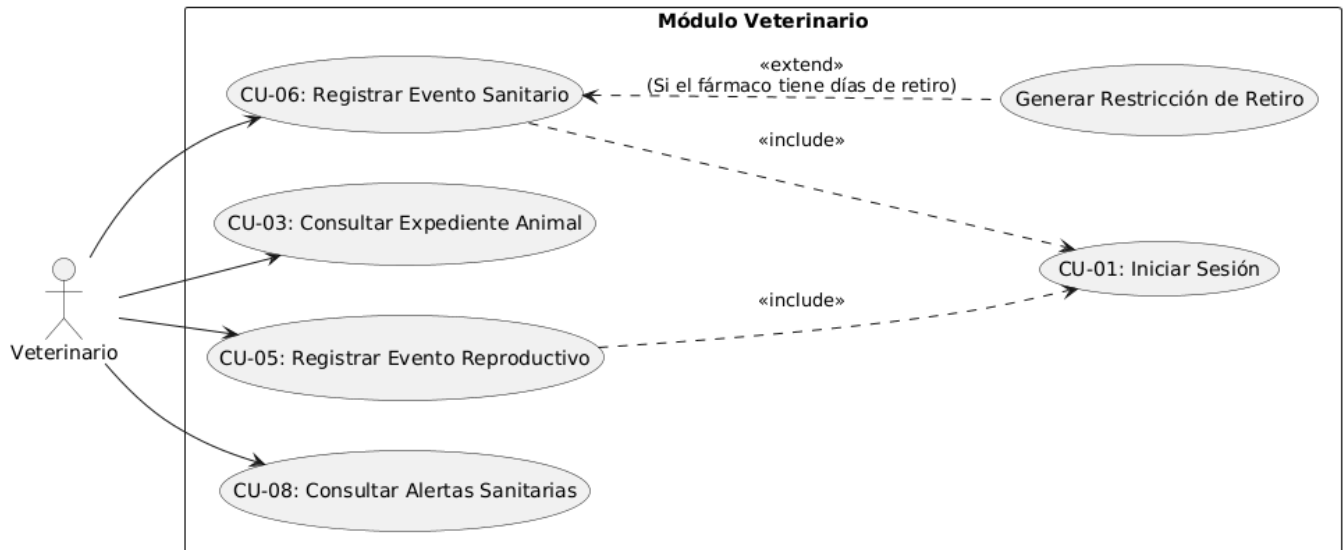
Nota. Elaboración propia.

Interacciones del Veterinario

Este diagrama se centra en los módulos técnicos de la finca, se visualizan las funciones críticas para el control sanitario y reproductivo, permitiendo al especialista registrar diagnósticos, tratamientos y eventos del ciclo vital del ganado.

Figura 16

Diagrama de Casos de Uso Veterinario.



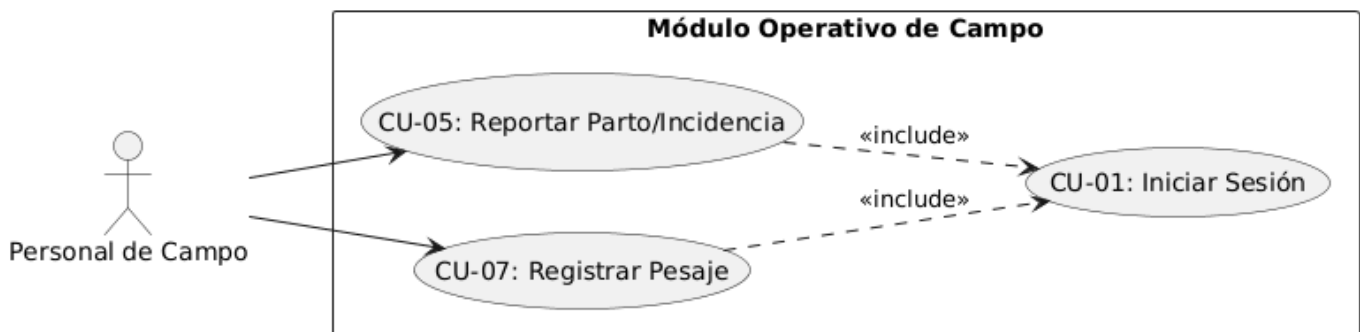
Nota. Elaboración propia.

Interacciones del Personal de Campo

Representa las operaciones básicas de recolección de datos in situ. Este perfil tiene un acceso simplificado, enfocado en el registro ágil de pesajes y notificación de eventos primarios a través de dispositivos móviles.

Figura 17

Diagrama de Casos de Uso Personal de Campo.



Nota. Elaboración propia.

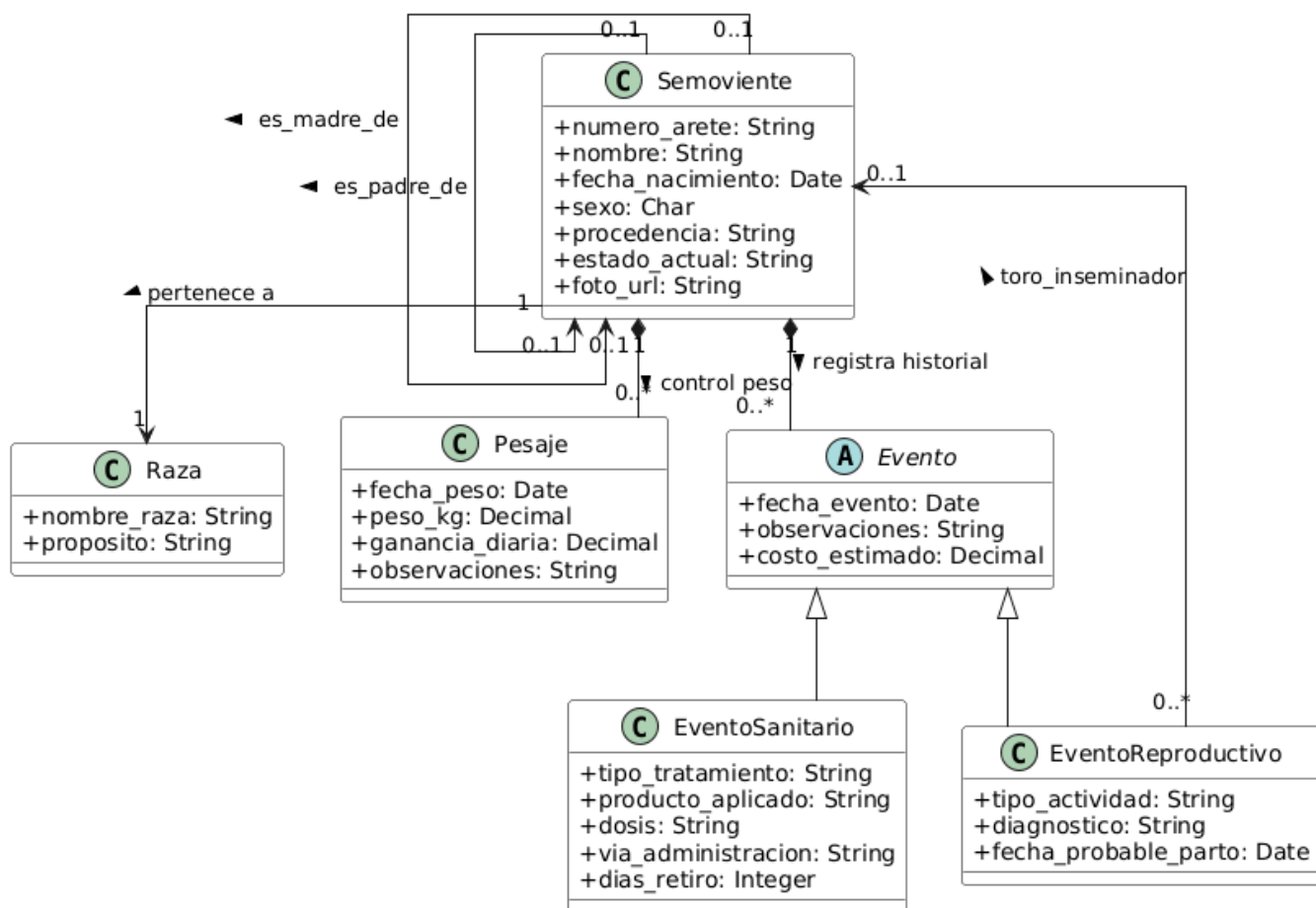
6.2.2. Modelado Conceptual

El modelo conceptual representa la estructura estática de la información del sistema, identificando las clases relevantes del dominio del problema y las relaciones entre ellas, este modelo sirve como base para el diseño posterior de la base de datos física.

A continuación, se presenta el Diagrama de Clases del sistema:

Figura 18

Diagrama de Clases del Sistema.



Nota. Elaboración propia.

6.2.3. Modelado Navegacional

El modelo de navegación define la estructura de hipervínculos y la secuencia de acceso a la información dentro de la aplicación web, este modelo permite visualizar cómo los usuarios se desplazarán entre las diferentes vistas y funcionalidades del sistema.

Atendiendo a las reglas de negocio y seguridad definidas en los Casos de Uso, se han diseñado cuatro esquemas de navegación diferenciados, cada esquema corresponde a un actor y muestra estrictamente las opciones de menú y pantallas a las que tiene acceso, garantizando que la interfaz se adapte al perfil del usuario.

A continuación, se detallan los mapas de navegación por actor:

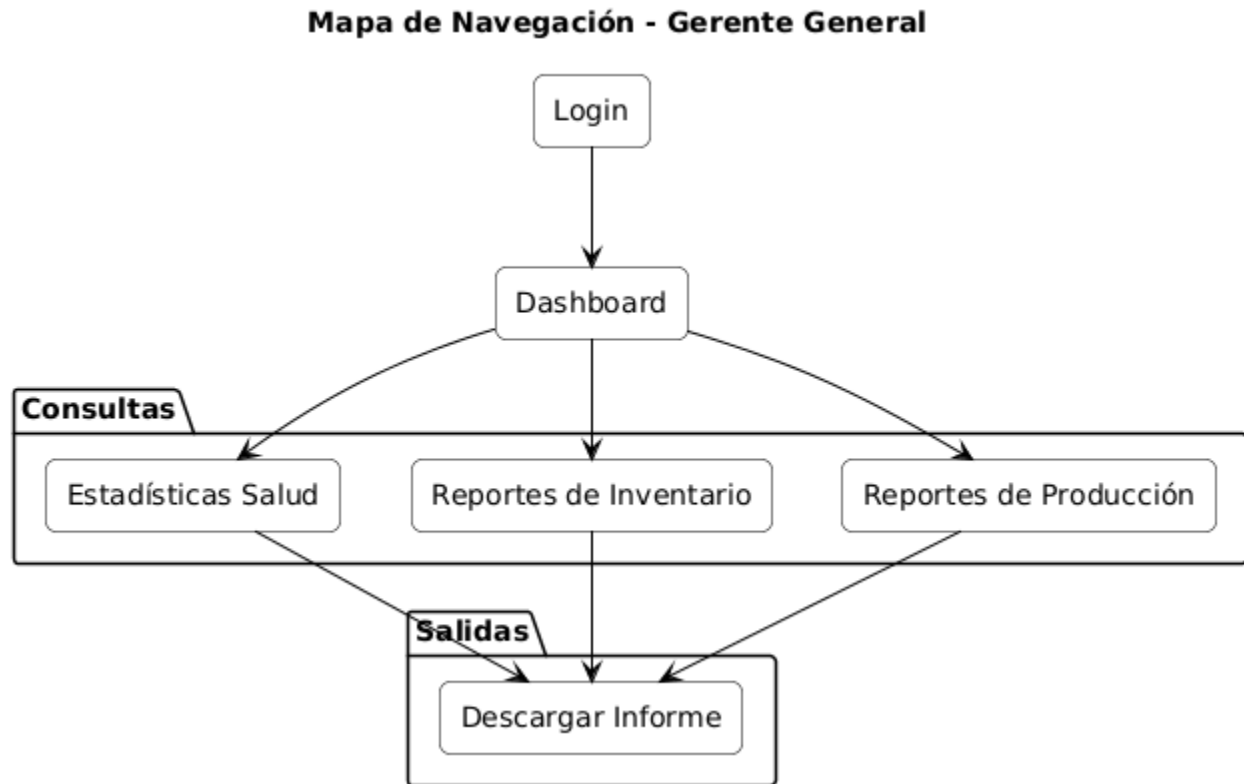
Navegación del Gerente General

El gerente tiene una navegación de "Solo Lectura" y análisis. Su flujo se centra en visualizar indicadores y generar reportes, sin entrar a formularios de registro operativo.

Coherencia con Requisitos: CU-01, CU-09 y CU-10.

Figura 19

Diagrama Navegacional Gerente General.



Nota. Elaboración propia.

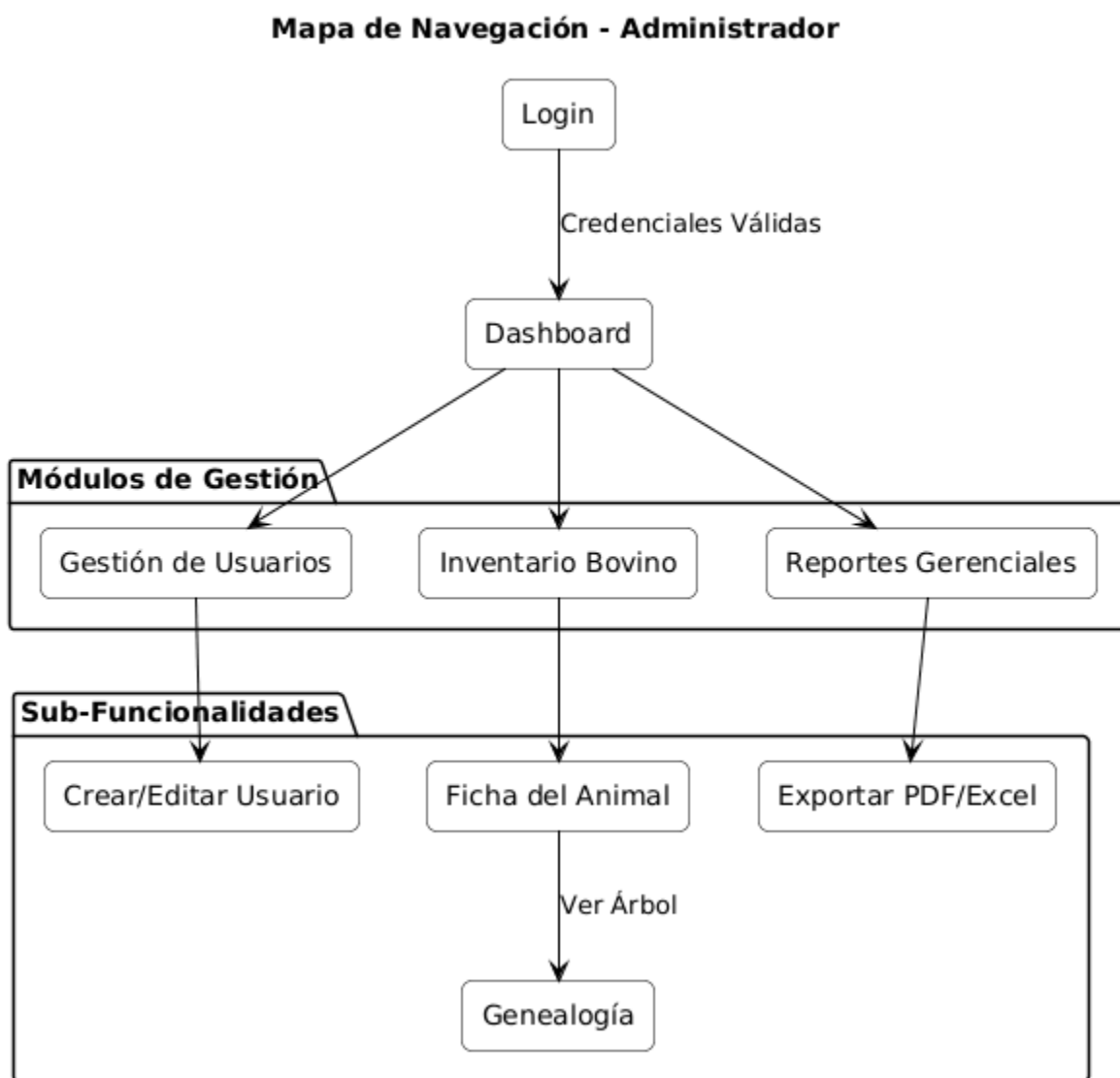
Navegación del Administrador

El administrador tiene acceso al mapa completo del sistema, su navegación inicia en el Dashboard y se ramifica hacia la gestión de usuarios, inventario total y configuraciones.

Coherencia con Requisitos: Cubre CU-01, CU-02, CU-03, CU-04, CU-09 y CU-10.

Figura 20

Diagrama Navegacional Administrador.



Nota. Elaboración propia.

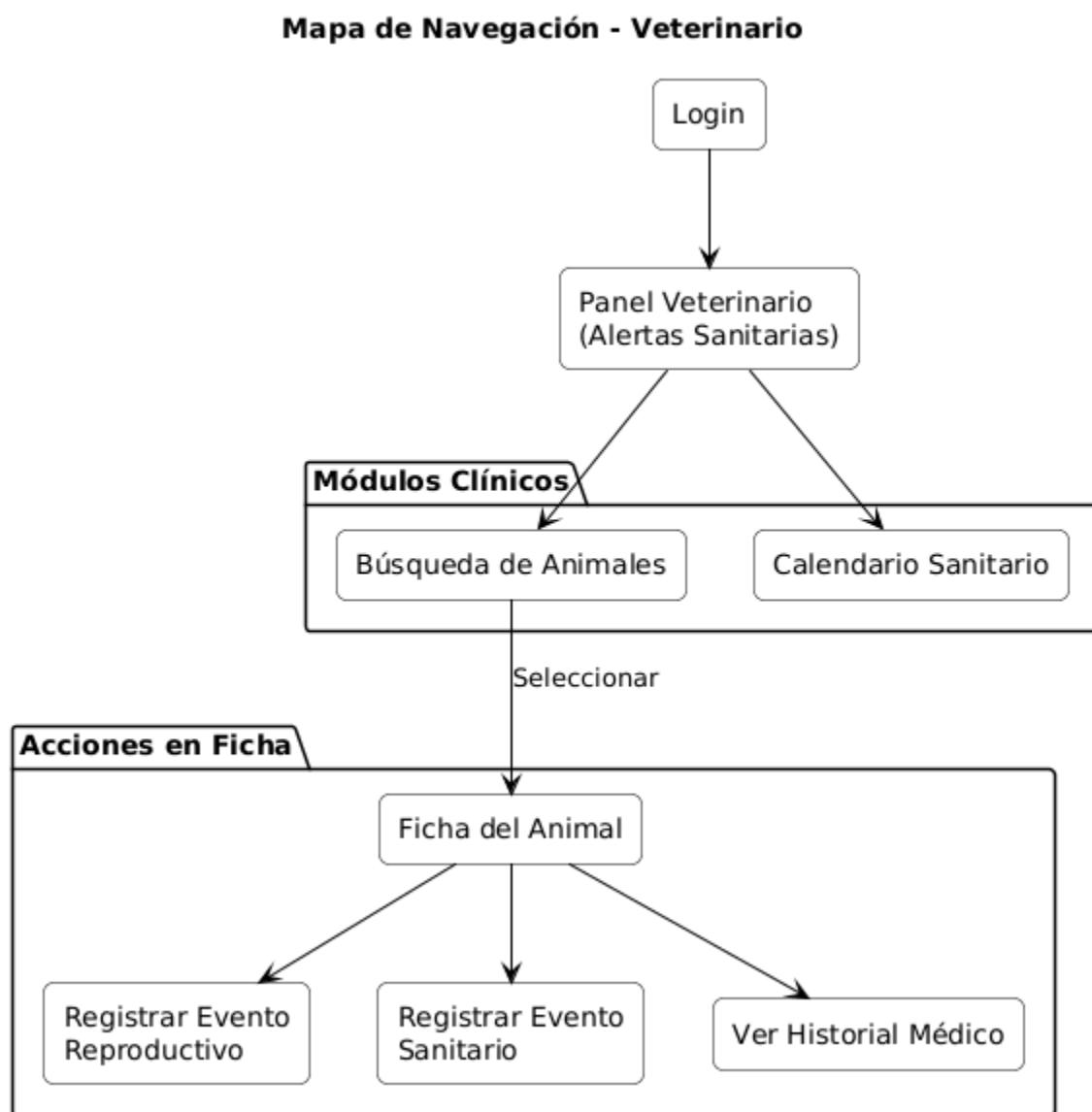
Navegación del Veterinario

Este perfil navega principalmente por los módulos operativos de salud, su interfaz prioriza las alertas sanitarias y el acceso rápido a los expedientes para registrar eventos, sin acceso a la gestión de usuarios o reportes financieros.

Coherencia con Requisitos: CU-01, CU-03, CU-05, CU-06 y CU-08.

Figura 21

Diagrama Navegacional Veterinario.



Nota. Elaboración propia.

Navegación del Personal de Campo

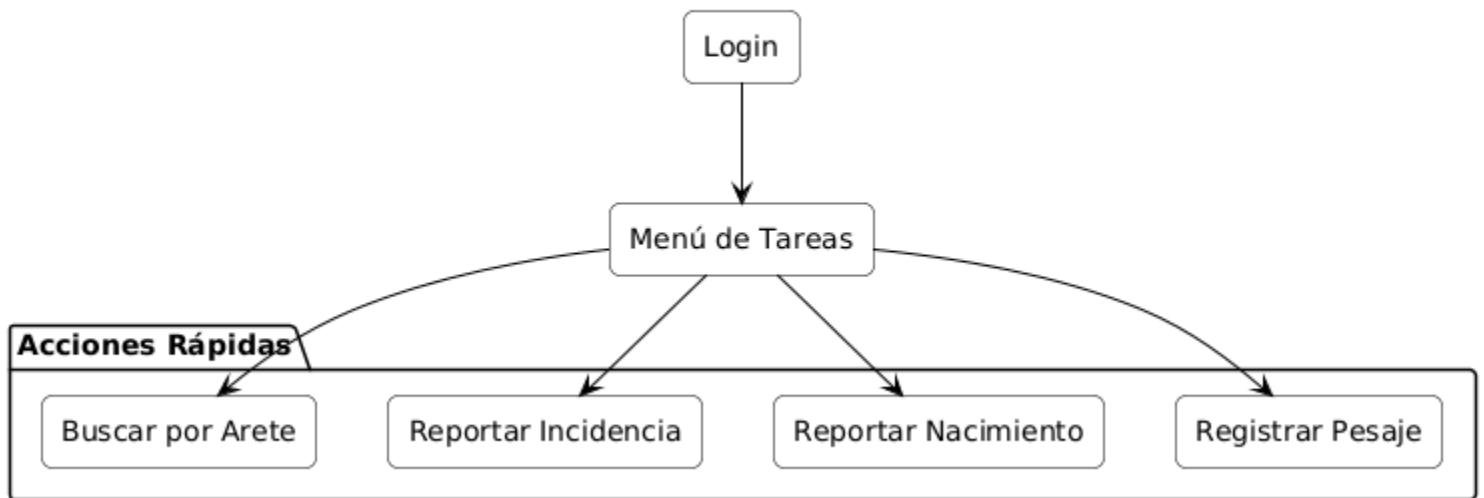
La navegación más simplificada, diseñada para pantallas móviles, con botones grandes y acceso directo a tareas rutinarias, evitando menús complejos.

Coherencia con Requisitos: CU-01, CU-07 y CU-05.

Figura 22

Diagrama Navegacional Personal de Campo.

Mapa de Navegación - Personal de Campo



Nota. Elaboración propia.

6.2.4. Diagrama de Estados

El modelado de estados permite visualizar el comportamiento dinámico de la entidad principal del sistema, el Semoviente, detallando cómo transita entre diferentes condiciones a lo largo del tiempo.

Para mayor claridad y precisión en las reglas de negocio, se ha dividido el modelado en dos vistas complementarias:

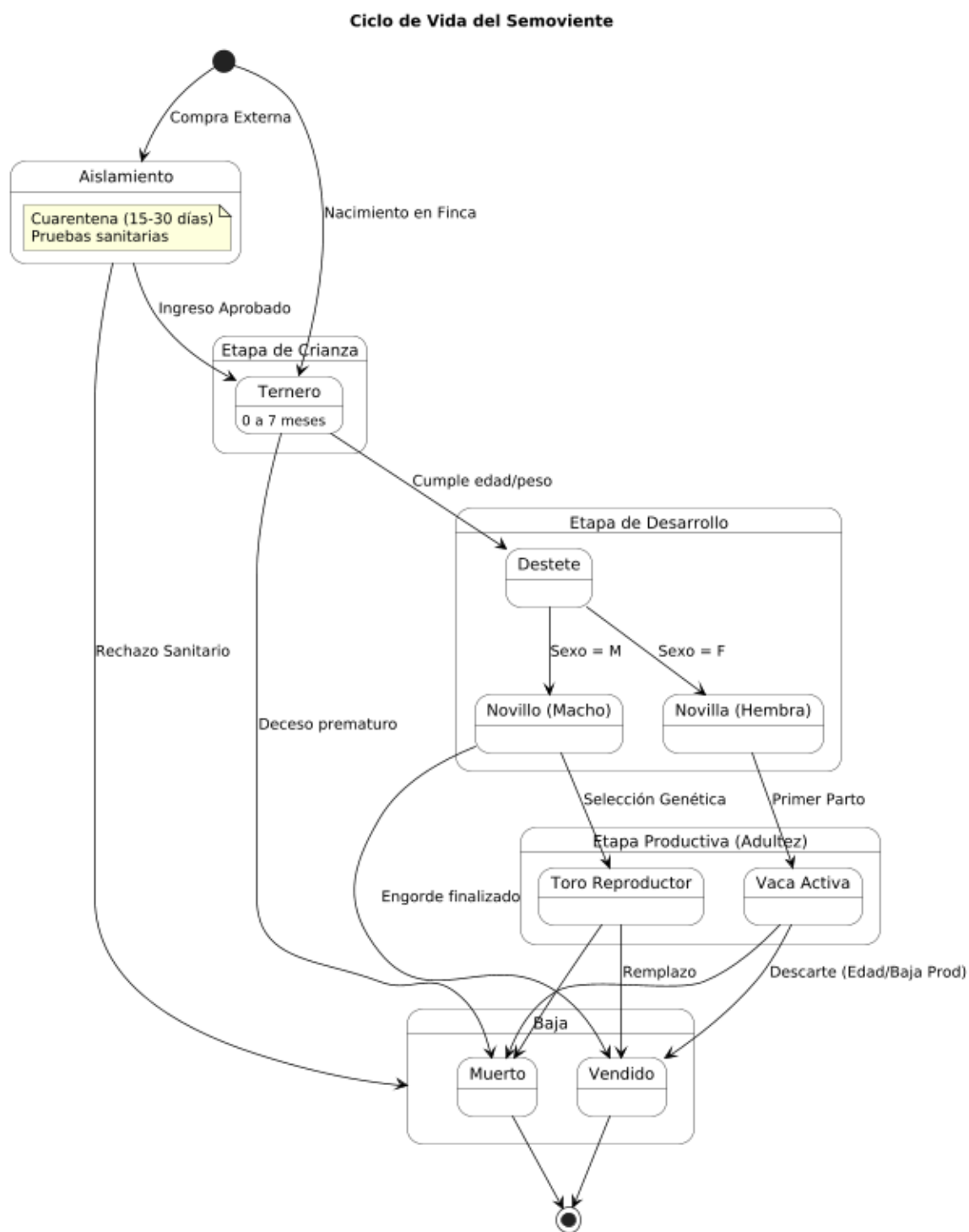
- **Ciclo de Vida General:** Describe las etapas de desarrollo biológico desde el ingreso al hato hasta su salida.
- **Ciclo Reproductivo:** Describe el bucle recurrente de fertilidad exclusivo de las hembras activas.

Diagrama de Ciclo de Vida y Desarrollo

Este diagrama representa la evolución cronológica del animal, basada en su edad y peso. Aplica tanto para machos como para hembras hasta llegar a la adultez o salida del sistema.

Figura 23

Diagrama de Estado Ciclo de Vida del Semoviente.



Nota. Elaboración propia.

Descripción de Estados del Ciclo de Vida

Tabla 14

Descripción de Estados en el Ciclo de Vida del Semoviente.

Estado	Definición y Regla de Transición
Ternero/a	Cría lactante desde el nacimiento hasta el destete.
Novilla	Hembra joven en desarrollo, desde el destete hasta su primer parto.
Novillo	Macho joven destinado a engorde o futura reproducción.
Vaca Activa	Hembra adulta que ha ingresado al hato productivo.
Toro	Macho adulto seleccionado para monta natural o extracción de material genético.
Baja	Estado final irreversible por venta o muerte.

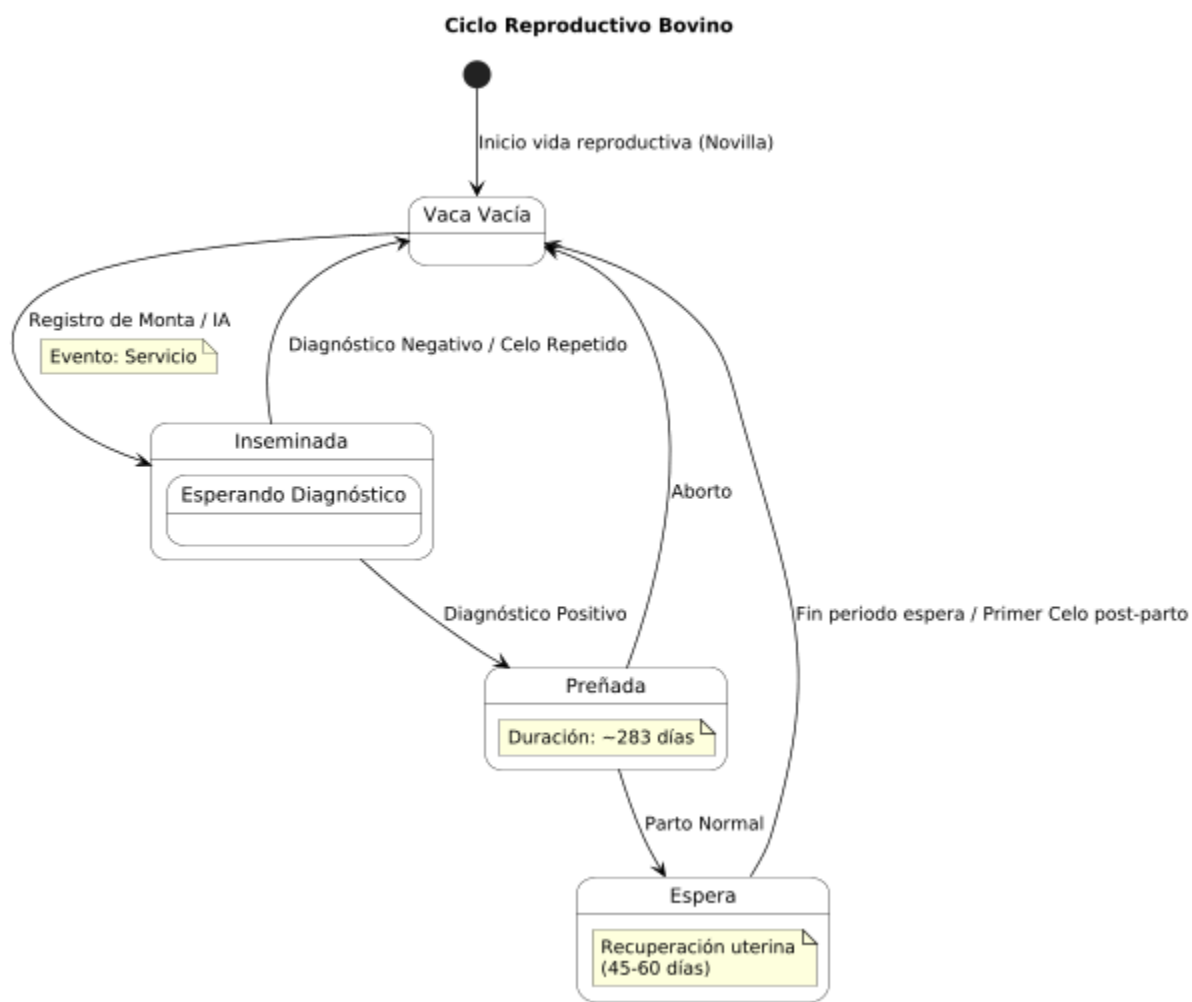
Nota. Elaboración propia.

Diagrama de Ciclo Reproductivo

Este diagrama modela el bucle fisiológico de las hembras en edad reproductiva, el sistema utiliza estos estados para validar si se pueden registrar eventos como montas o partos.

Figura 24

Diagrama de Estado Ciclo Reproductivo Bovino.



Nota. Elaboración propia.

Descripción de Estados Reproductivos

Tabla 15

Descripción de Estados Reproductivos del Semoviente.

Estado	Definición	Acciones Permitidas en el Sistema
Vacía	Hembra no gestante lista para reproducirse.	Se permite registrar celos y servicios (IA/Monta).
Inseminada	Hembra que ha recibido servicio, pero aún no tiene diagnóstico confirmado.	Se bloquean nuevos servicios hasta confirmar resultado. Se habilita "Registrar Diagnóstico".
Gestante	Hembra con preñez confirmada por palpación o ultrasonido.	Se bloquean servicios. Se generan alertas para la fecha probable de parto y secado.
Espera	Periodo de recuperación post-parto antes de volver a servirla.	El sistema marca al animal en "Descanso reproductivo".

Nota. Elaboración propia.

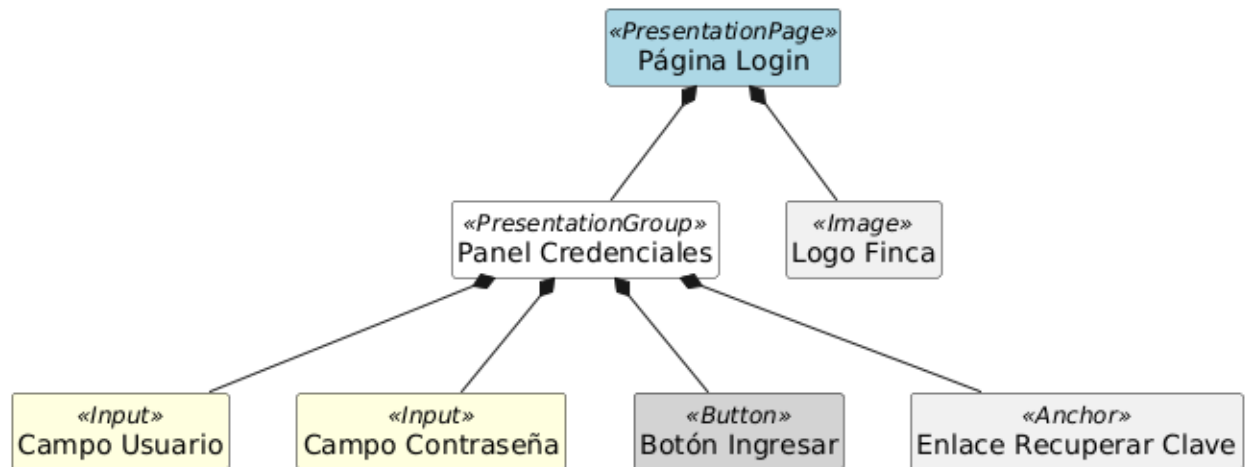
6.2.5. Modelo de Presentación

El modelo de presentación describe la estructura abstracta de la interfaz de usuario, detallando cómo se organizan los elementos visuales en las diferentes páginas del sistema, según la metodología UWE, este modelo se centra en la composición jerárquica de los componentes, independientemente de la implementación estética final.

Acceso y Seguridad

Figura 25

Diagrama de Estructura de Presentación Acceso y Seguridad.

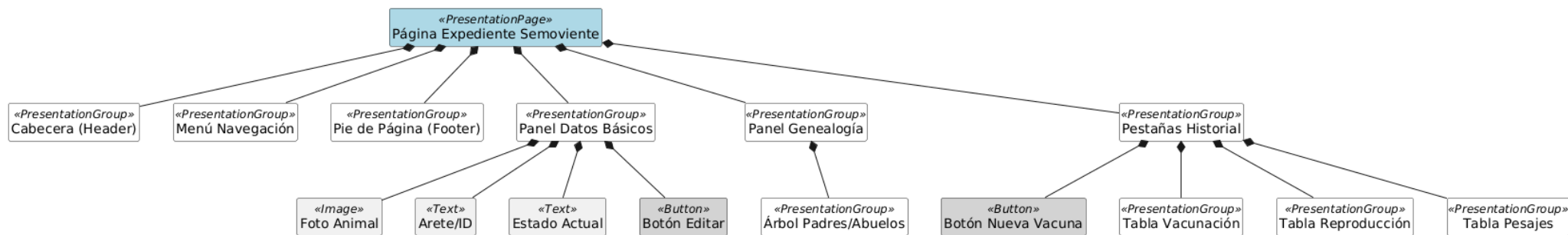


Nota. Elaboración propia.

Módulo de Expediente Animal

Figura 26

Diagrama de Estructura de Presentación Expediente Animal.

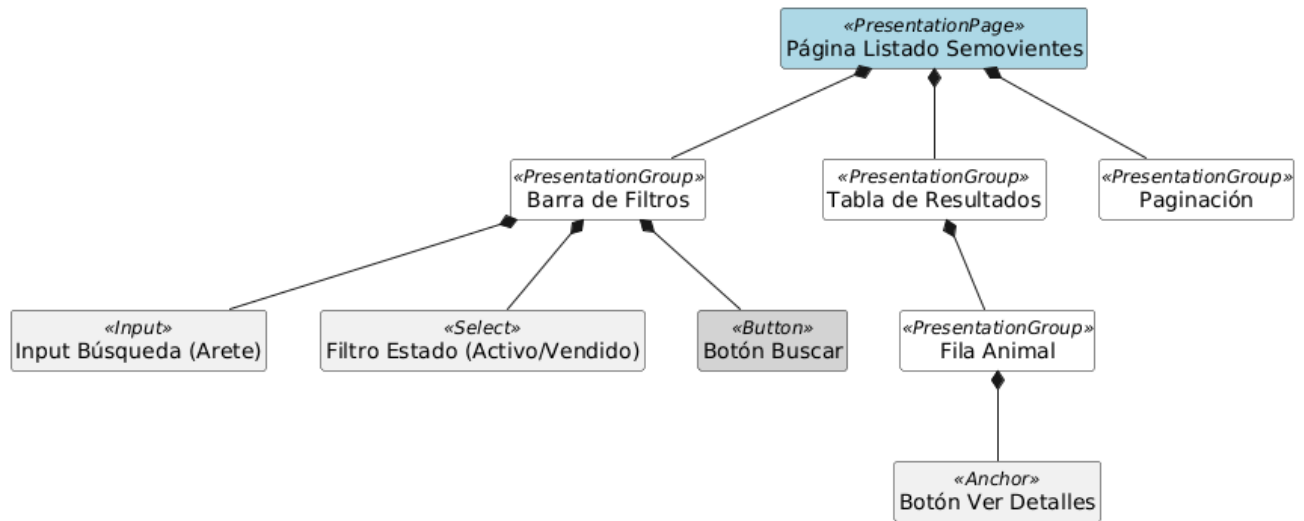


Nota. Elaboración propia.

Módulo de Inventario

Figura 27

Diagrama de Estructura de Presentación Modulo de Inventario.

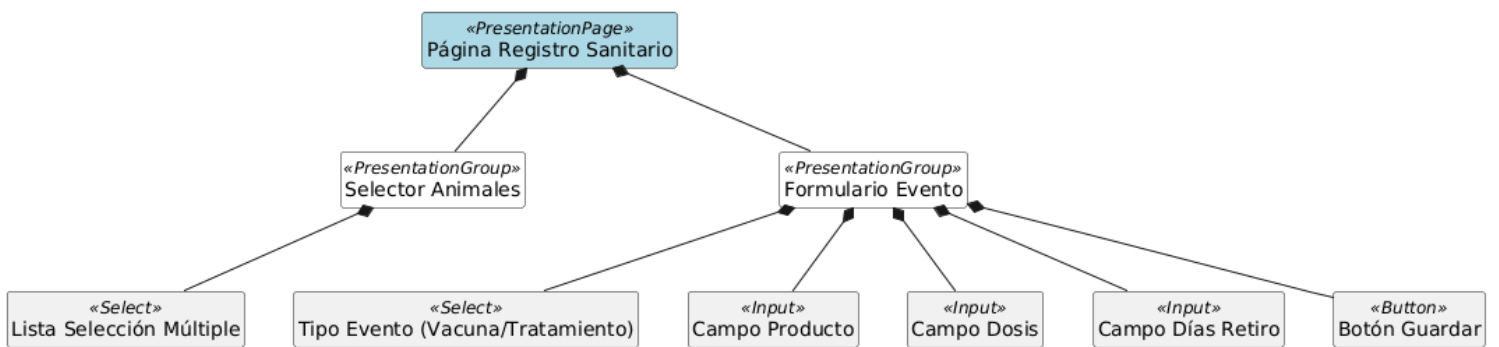


Nota. Elaboración propia.

Módulo de Gestión Sanitaria

Figura 28

Diagrama de Estructura de Presentación Gestión Sanitaria.

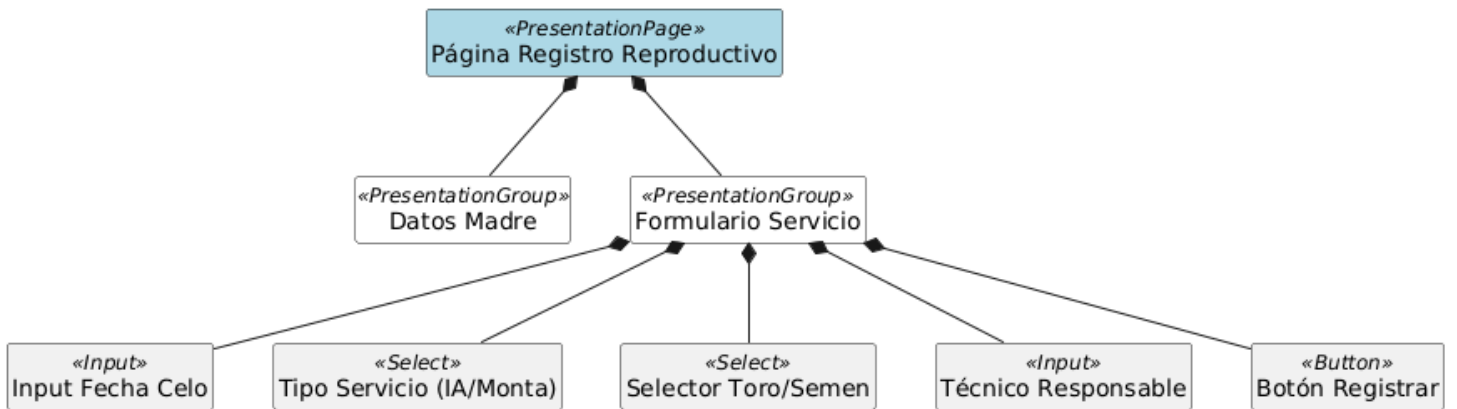


Nota. Elaboración propia.

Módulo de Gestión Reproductiva

Figura 29

Diagrama de Estructura de Presentación Gestión Reproductiva.

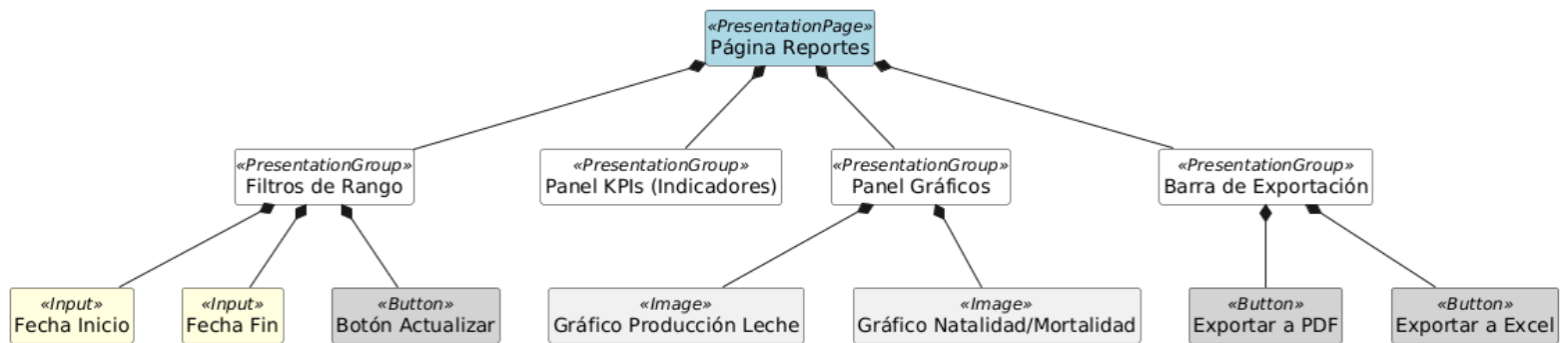


Nota. Elaboración propia.

Módulo de Reportes

Figura 30

Diagrama de Estructura de Presentación Reportes.



Nota. Elaboración propia.

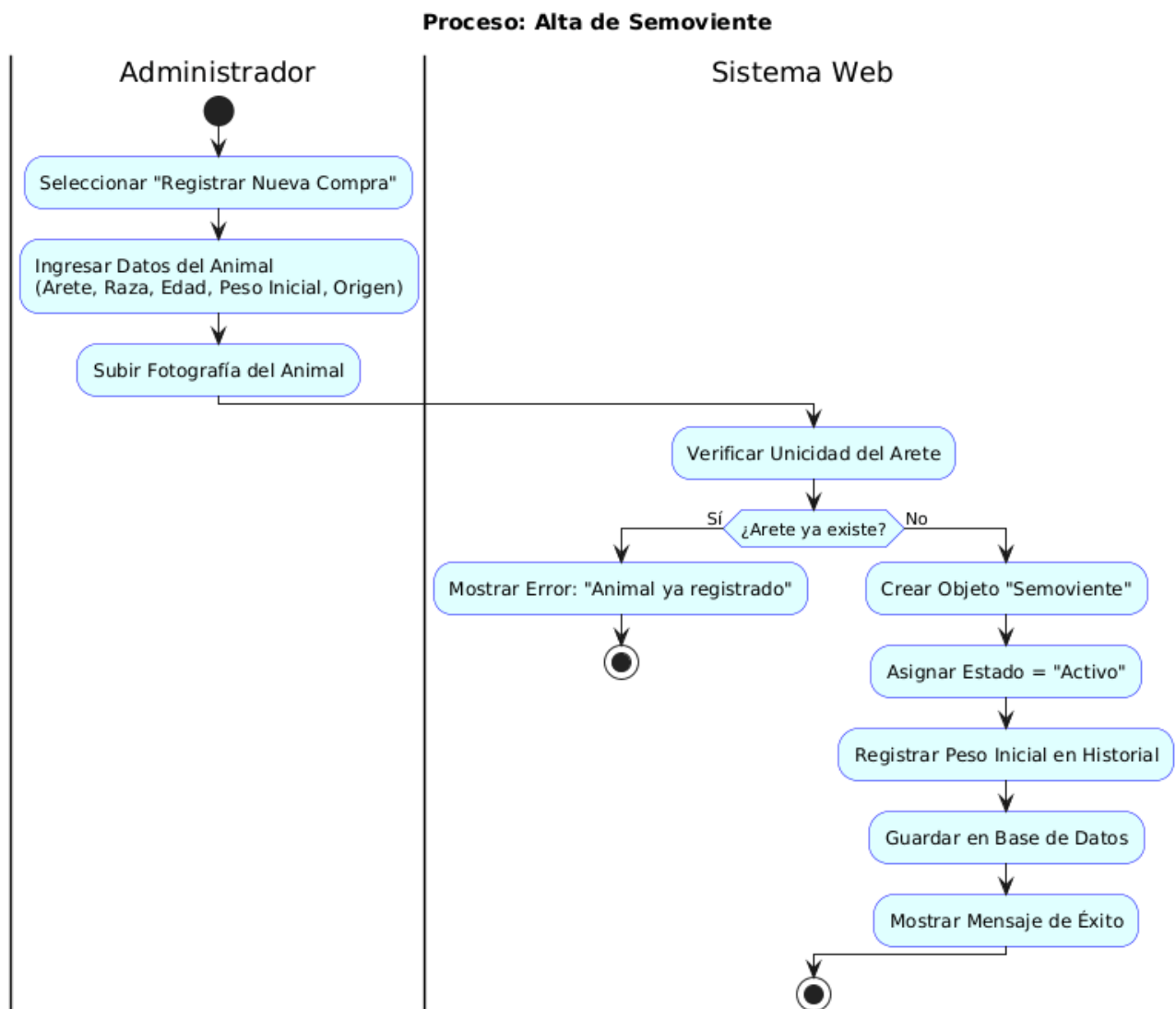
6.2.6. Modelado de Procesos

El Modelo de Procesos en UWE se utiliza para especificar la lógica de negocio de aquellas funcionalidades que implican un flujo de trabajo complejo o cambios de estado en múltiples objetos del sistema.

Proceso de Alta de Semoviente

Figura 31

Diagrama de Proceso Alta de Semoviente.

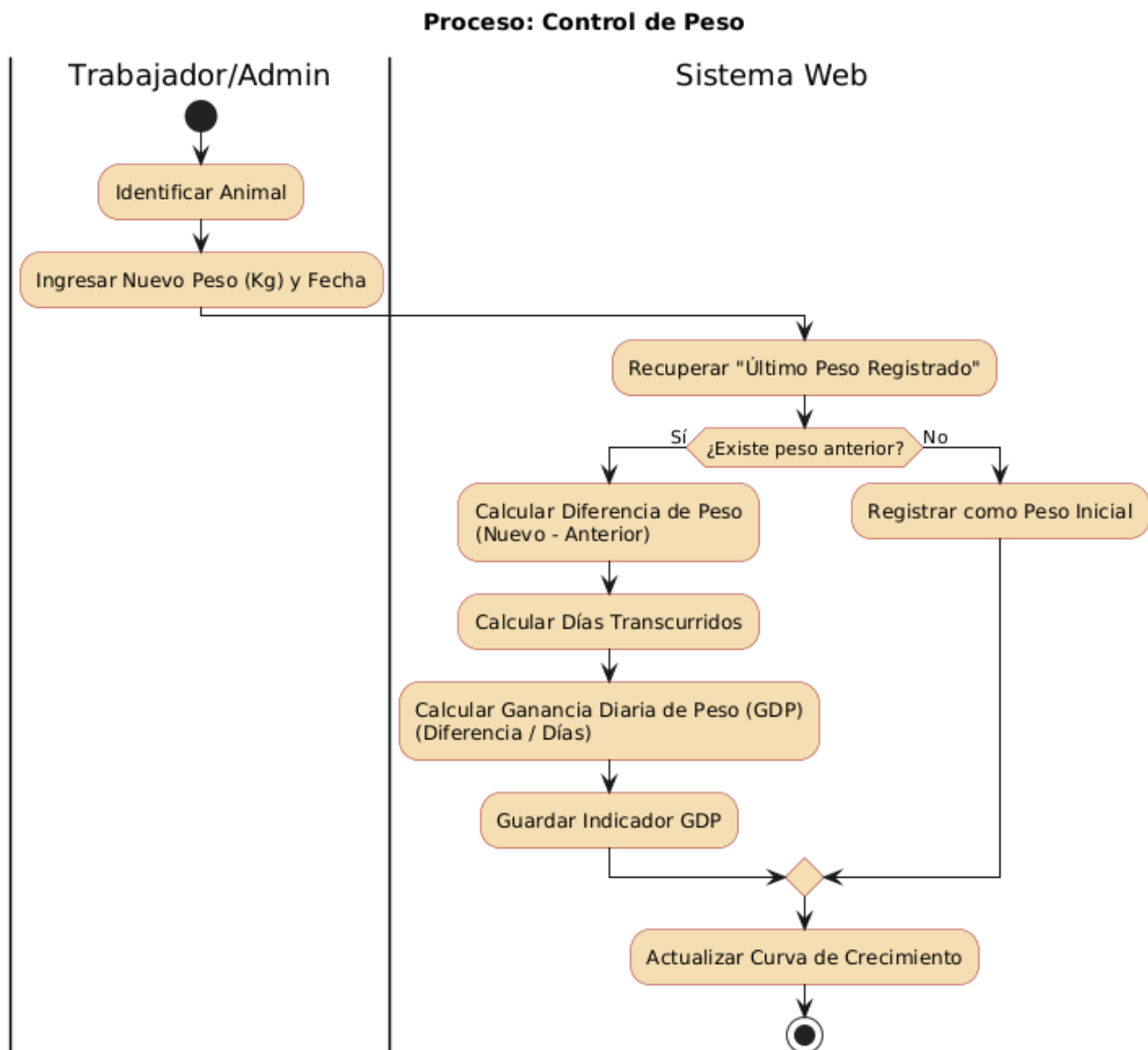


Nota. Elaboración propia.

Proceso de Control de Peso

Figura 32

Diagrama de Proceso Control de Peso.

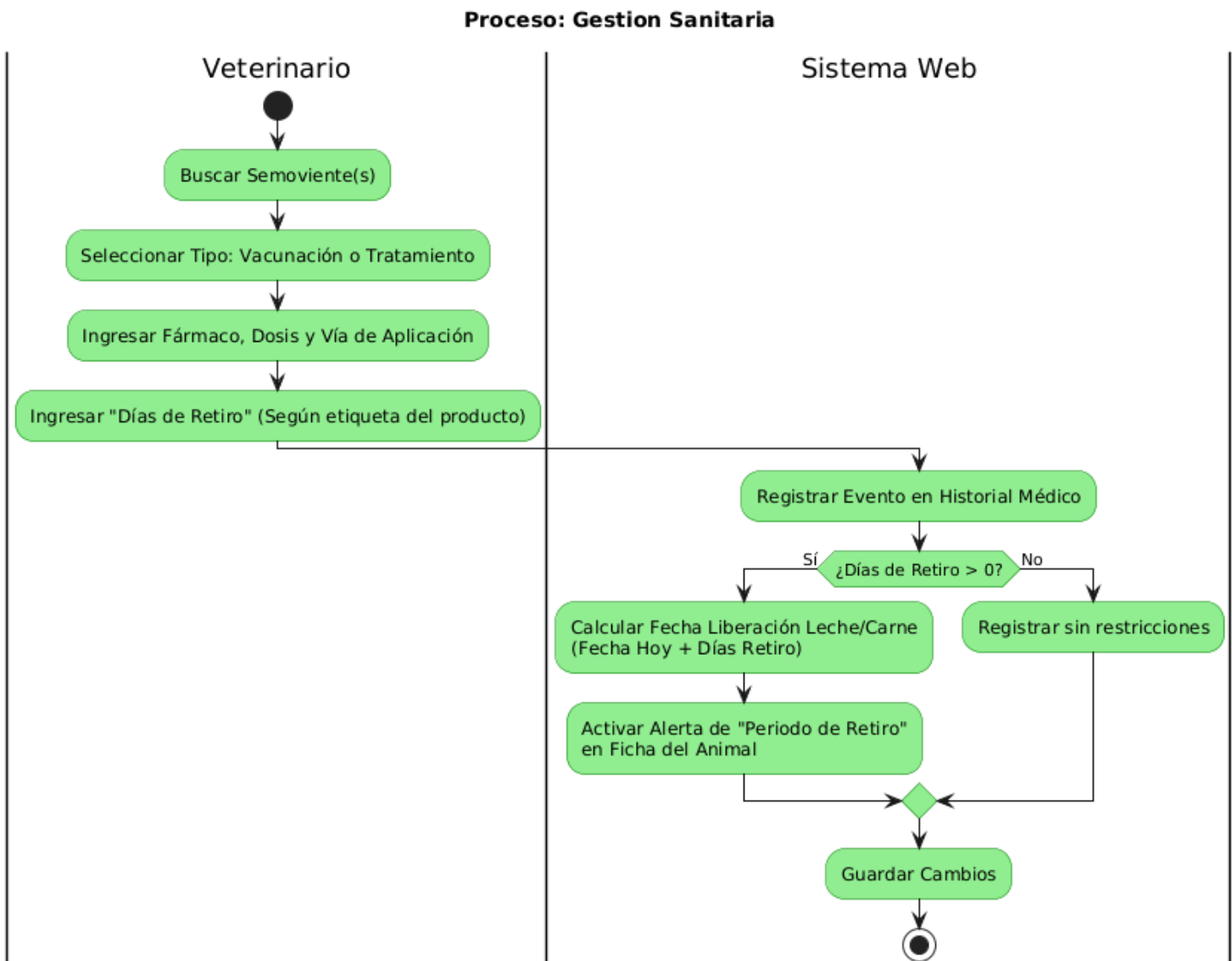


Nota. Elaboración propia.

Proceso de Gestión Sanitaria

Figura 33

Diagrama de Proceso Gestión Sanitaria.

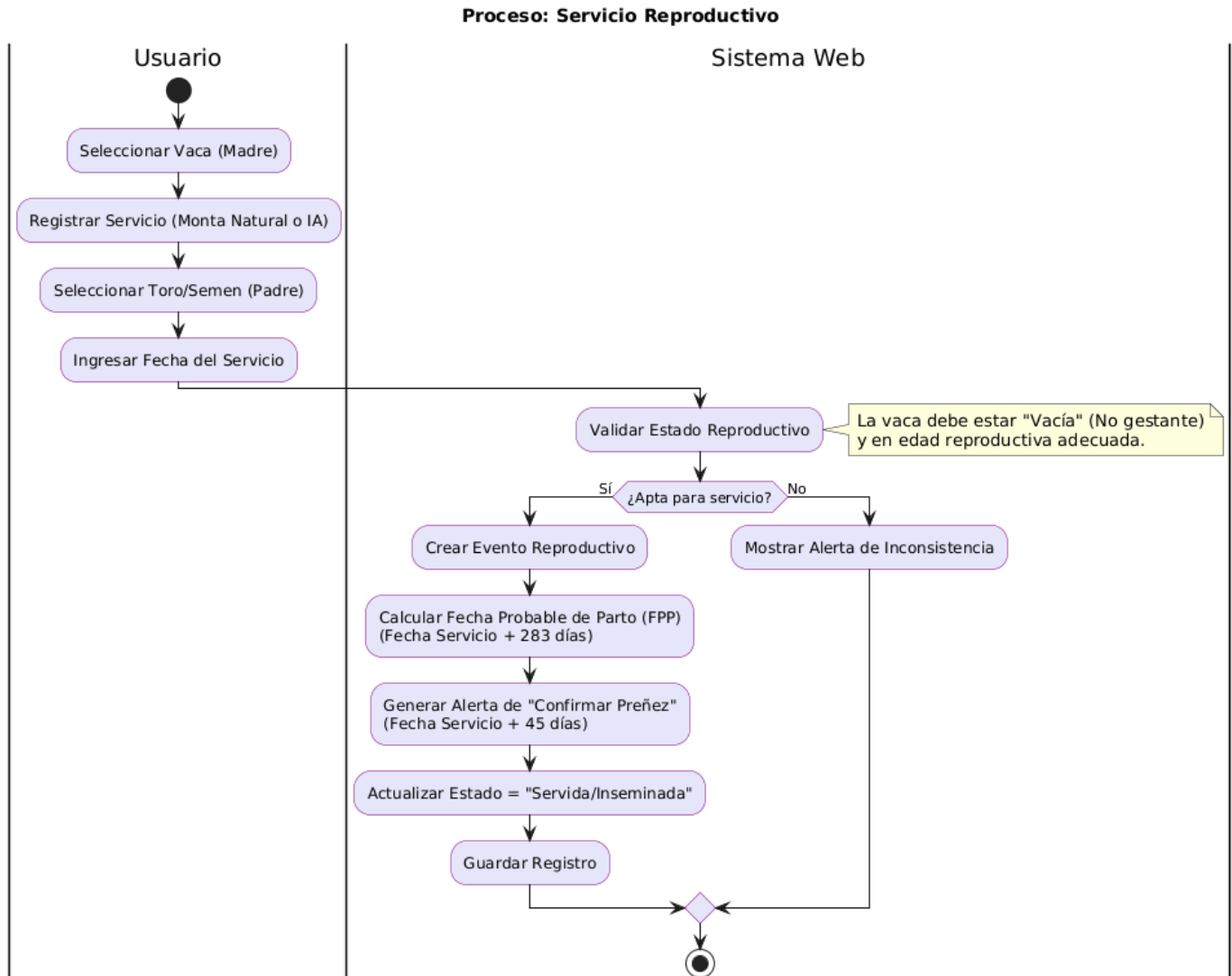


Nota. Elaboración propia.

Proceso de Servicio Reproductivo

Figura 34

Diagrama de Proceso Servicio Reproductivo.

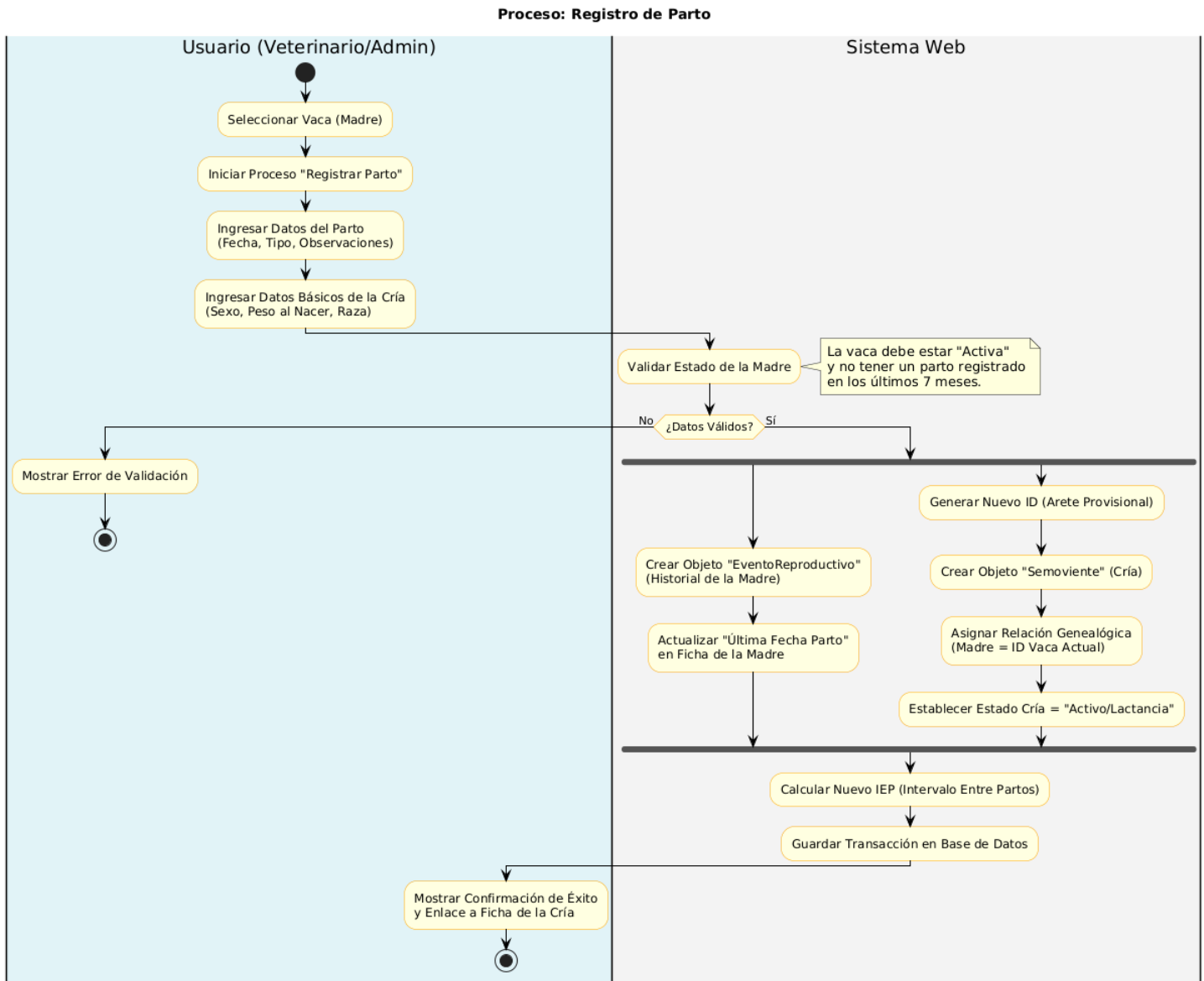


Nota. Elaboración propia.

Proceso de Registro de Parto

Figura 35

Diagrama de Proceso Registro de Parto.

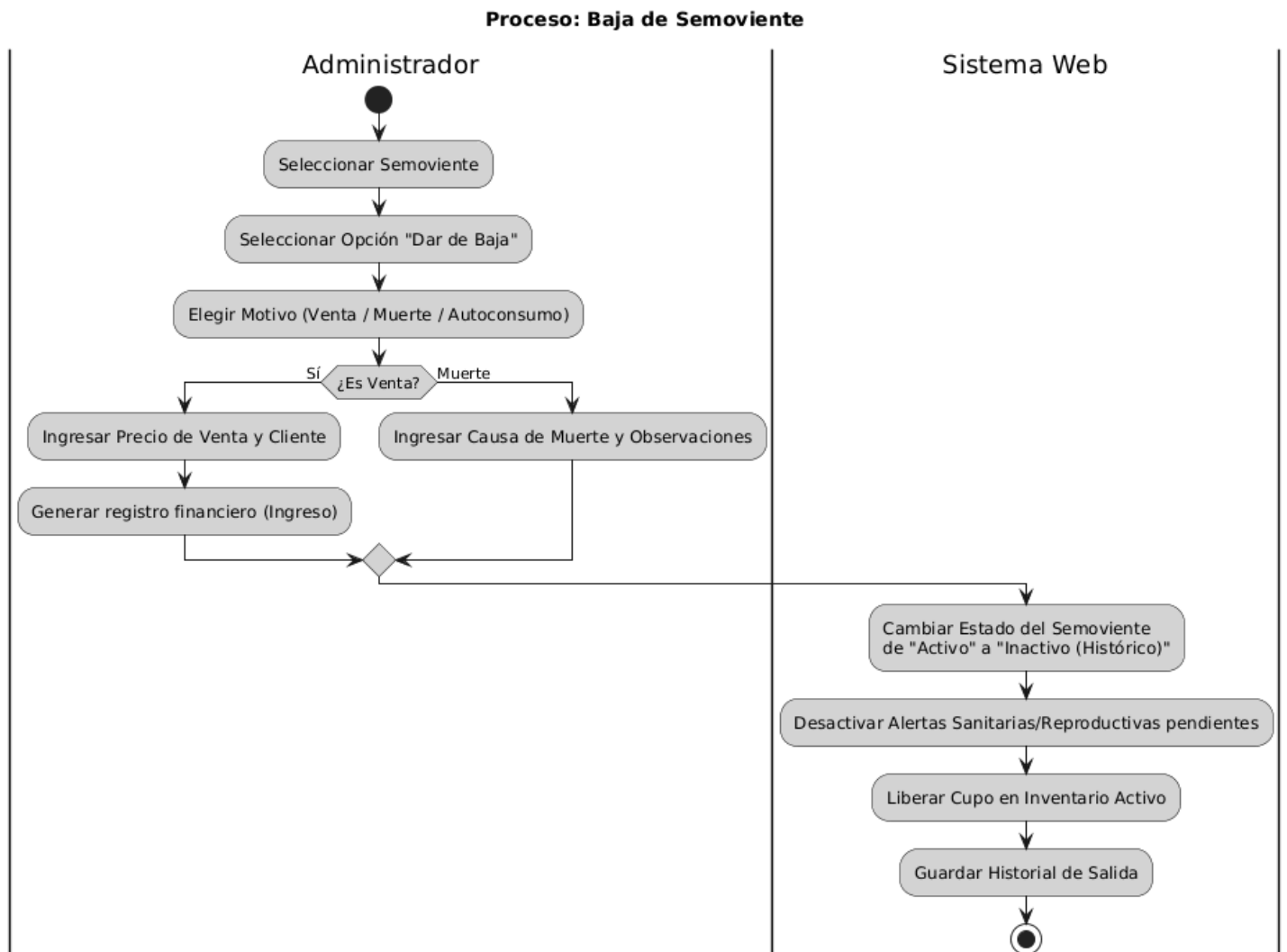


Nota. Elaboración propia.

Proceso de Baja de Semoviente

Figura 36

Diagrama de Proceso Baja de Semoviente.



Nota. Elaboración propia.

6.2.7. Definición de la Arquitectura de Capas del sistema

Esta actividad establece la estructura fundamental del software, organizando sus componentes en niveles lógicos diferenciados. El objetivo principal es garantizar la separación de responsabilidades entre la capa de presentación, la lógica de negocio y el acceso a datos, asegurando con ello atributos de calidad como la escalabilidad, la mantenibilidad y la reutilización de código.

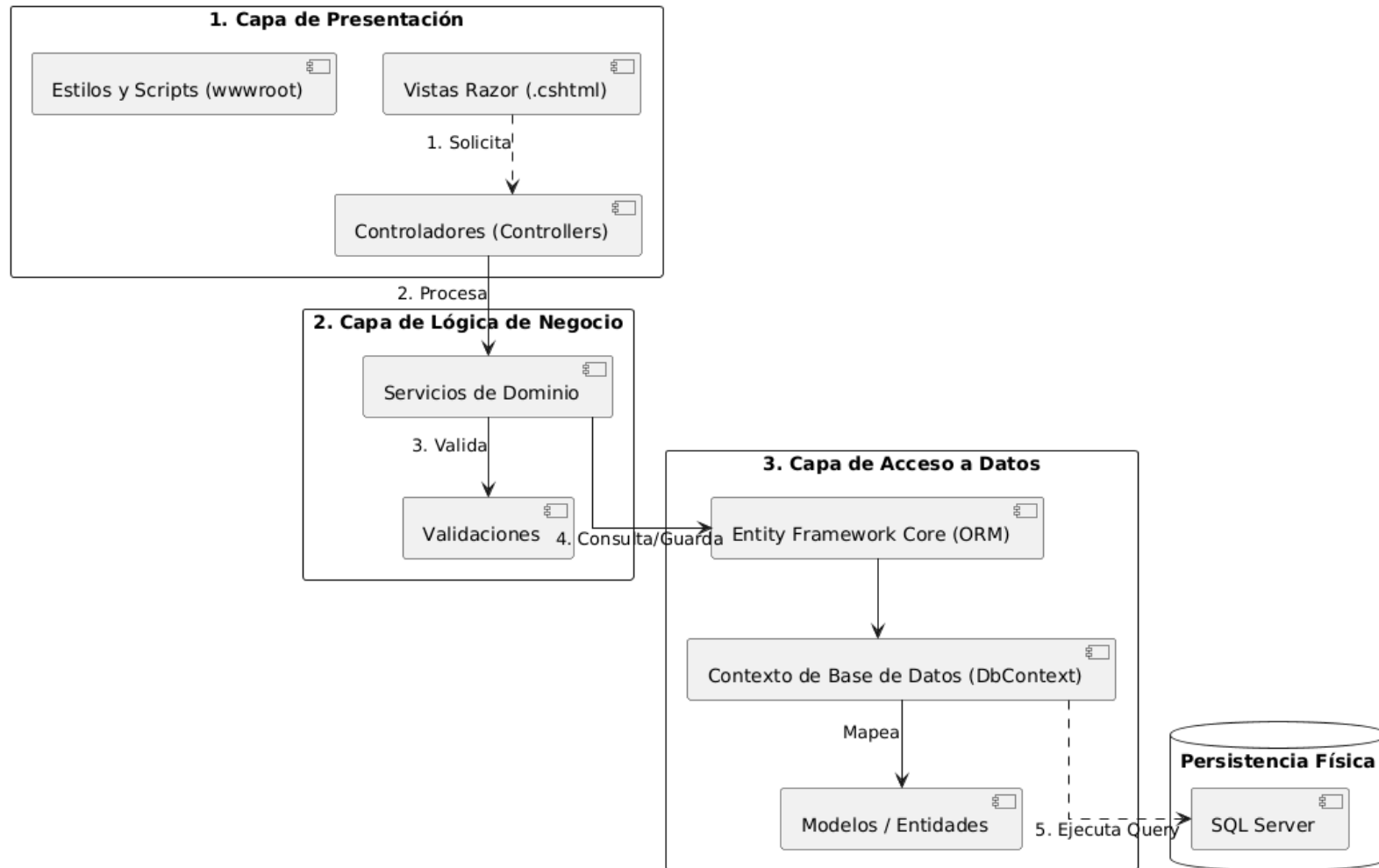
Para cumplir con estos principios, se ha adoptado el patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) sobre la plataforma .NET, el cual desacopla la interfaz de usuario de la lógica interna.

Diagrama de Capas del Sistema

A continuación, se ilustra la organización de los componentes del sistema, evidenciando el flujo de dependencias desde la interfaz de usuario hacia la persistencia de datos, respetando el principio de arquitectura limpia.

Figura 37

Diagrama de Capas del Sistema.



Nota. Elaboración propia.

Descripción de las Capas

De acuerdo con la arquitectura propuesta, el sistema se estructura en los siguientes niveles funcionales:

- **Capa de Presentación:** Está compuesta por las Vistas (HTML5/CSS3) y los Controladores, encargados de capturar las interacciones y mostrar la información procesada sin contener lógica compleja de negocio.
- **Capa de Lógica de Negocio:** Es el núcleo del sistema donde residen las reglas operativas de la finca como cálculos de ganancia de peso, validación de ciclos reproductivos, generación de alertas, etc. Esta capa actúa como intermediario, asegurando que ningún dato inválido llegue al almacenamiento.
- **Capa de Acceso a Datos:** Utiliza un ORM para abstraer la comunicación con la base de datos, transformando los objetos del código en registros relacionales.

Diseño de la Capa de Datos

Como parte fundamental de la capa de acceso a datos y persistencia, se detalla el modelo físico de la base de datos el cual implementa las estructuras definidas previamente en el modelo conceptual, aplicando reglas de normalización y tipos de datos específicos para SQL Server.

Modelo Físico de la Base de Datos.



Stack Tecnológico Implementado

Para soportar la arquitectura de capas descrita y el modelo de datos diseñado, se han seleccionado las siguientes tecnologías del ecosistema Microsoft .NET.

Tabla 16

Descripción de Stack Tecnológico

Componente Arquitectónico	Tecnología / Herramienta	Justificación Técnica
Arquitectura Base	Patrón MVC	Desacoplamiento de componentes.
Framework Backend	ASP.NET Core 8.0	Alto rendimiento y multiplataforma.
Lenguaje	C# (C Sharp)	Tipado fuerte y orientado a objetos.
Base de Datos	SQL Server 2019	Motor relacional robusto y seguro.
Acceso a Datos	Entity Framework Core	ORM para manipulación ágil de datos.
Frontend	Bootstrap 5	Diseño responsivo.
Control de Versiones	Git / GitHub	Gestión del código fuente.

Nota. Elaboración propia.

VII. CONCLUSIONES

Tras finalizar el diseño del "Sistema de información web para la gestión del proceso de control productivo, sanitario y genético del ganado bovino en la Finca El Desafío", y en estricto cumplimiento con los objetivos específicos planteados al inicio de este proyecto, se presentan las siguientes conclusiones:

Se concluye que el desarrollo e implementación del sistema web es integralmente factible. El estudio operativo demostró que la transición de registros manuales a digitales representa una mejora sustantiva y necesaria para la finca. Económicamente, la inversión inicial requerida estimada en \$1,535 USD para la habilitación de equipos y su costo operativo son altamente viables, ya que el gasto se compensa al contrastarse con la reducción de pérdidas por mortalidad y la mejora en la productividad del hato. Además, desde las perspectivas legal y técnica, el uso de infraestructura en la nube y frameworks de código abierto, sumado a una interfaz adaptable a dispositivos móviles, asegura la sostenibilidad y accesibilidad del sistema a largo plazo.

A partir del análisis y modelado de los procesos de negocio mediante notación BPMN AS-IS y TO-BE, se logró determinar que las principales deficiencias radican en la pérdida de información y la falta de trazabilidad inherentes a los métodos físicos. Como respuesta a estas necesidades, se definieron y documentaron 10 requerimientos funcionales y 5 requerimientos no funcionales que cubren de manera integral los procesos ganaderos, garantizando que el sistema sea capaz de soportar la trazabilidad del inventario, el seguimiento genealógico, la gestión sanitaria y la emisión de alertas preventivas.

Se concluye que la aplicación de la metodología UWE (UML-based Web Engineering) permitió estructurar una solución tecnológica rigurosa y orientada a los modelos.

Mediante la elaboración de los modelos de casos de uso, contenido, navegación y presentación, se logró abstraer exitosamente la complejidad de la gestión bovina. Asimismo, la definición de una arquitectura de software fundamentada en el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC), sustentada por ASP.NET Core y SQL Server, garantiza el cumplimiento de los requerimientos de control y trazabilidad de la Finca "El

Desafío", proveyendo una plataforma escalable con separación de capas lógicas y alta seguridad de datos.

VIII. RECOMENDACIONES

Con el fin de garantizar la sostenibilidad del sistema y maximizar su vida útil, se plantean las siguientes sugerencias dirigidas tanto a los propietarios de la finca como a futuros desarrollos sobre el mismo proyecto.

A la Administración de la Finca "El Desafío"

- **Capacitación Continua:** Se recomienda establecer un programa de inducción obligatorio para todo nuevo personal que ingrese a la finca, asegurando que conozcan el protocolo de ingreso de datos. La calidad de los reportes del sistema depende directamente de la precisión con la que se registran los eventos diarios.
- **Migración de Datos Históricos:** Para obtener valor inmediato de los módulos de análisis, se sugiere digitalizar los registros físicos de los últimos dos años, esto permitirá que el sistema genere curvas de crecimiento y estadísticas reproductivas desde el primer día de uso.
- **Mantenimiento de Infraestructura:** Dado que el sistema es una aplicación web, se recomienda asegurar la estabilidad de la conexión a internet en la oficina administrativa de la finca o considerar la instalación de una red local.

A Futuros Desarrollos

Se sugiere desarrollar una extensión del sistema en formato App Móvil (Android/iOS) con capacidad de almacenamiento local (SQLite). Esto permitiría al personal de campo registrar datos en los potreros más alejados donde no hay señal, sincronizando la información con el servidor central una vez que regresen a la zona con cobertura.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Amazon Web Services.** (2024). ¿Qué es la informática en la nube? AWS. <https://aws.amazon.com/es/what-is-cloud-computing/>
- **Baynes, R. E., et al.** (2020). FARM: Food Animal Residue Avoidance Databank - Update on withdrawal intervals. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*.
- **Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P., & Stal, M.** (1996). *Pattern-oriented software architecture: A system of patterns* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- **Cabot, J.** (2021). Modeling for the Web: A State of the Art. En *Web Engineering: 21st International Conference, ICWE 2021*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-74296-6>
- **Cunha, J., et al.** (2019). Precision Livestock Farming: Applications and Challenges. En *Advances in Animal Science*. Springer.
- **FAO.** (2022). Principios generales de trazabilidad/rastreabilidad de productos como herramienta en sistemas de inspección y certificación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- **Freeman, A.** (2020). *Pro ASP.NET Core 3: Develop Cloud-Ready Web Applications Using MVC, Blazor, and Razor Pages* (8.^a ed.). Apress.
- **García, A., & López, R.** (2021). Genética cuantitativa aplicada a la producción animal Editorial Agrícola.

- **Knapp, A., & Zhang, G.** (2020). Model-Driven Web Engineering: The UWE Experience. En *Proceedings of the 20th International Conference on Web Engineering*. Springer.
- **Koch, N., Knapp, A., Zhang, G., & Baumeister, H.** (2008). UML-based Web Engineering. En *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications* (pp. 157–191). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84628-923-1_7
- **Laudon, K. C., & Laudon, J. P.** (2021). *Sistemas de información gerencial: Administración de la empresa digital* (16.^a ed.). Pearson Educación.
- **Microsoft.** (2023, 15 de noviembre). Introducción a ASP.NET Core. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/core/introduction-to-aspnet-core>
- **Microsoft.** (2024, 10 de enero). Un recorrido por el lenguaje C#. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>
- **Petkovic, D.** (2020). *Microsoft SQL Server 2019: A Beginner's Guide* (7.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- **Pressman, R. S., & Maxim, B. R.** (2020). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico* (9.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- **Sánchez-Hernández, Z., Galina-Hidalgo, C. S., Vargas-Leitón, B., Rojas-Campos, J., & Estrada-König, S.** (2020). Herd management information systems to support cattle population research: The VAMPP® case. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 141–156.
- **Troelsen, A., & Japikse, P.** (2022). *Pro C# 10 with .NET 6: Foundational Principles and Practices in Programming*. Apress.

- **Turban, E., Pollard, C., & Wood, G.** (2021). *Information Technology for Management: Driving Digital Transformation to Increase Local and Global Performance* (12.^a ed.). Wiley.
- **UWE Project.** (2023). UML-based Web Engineering: Overview and Reference. Ludwig-Maximilians-Universität München. <https://uwe.pst.ifi.lmu.de/>
- **Valacich, J. S., & Schneider, C.** (2022). *Information Systems Today: Managing in the Digital World* (9th ed.). Pearson.
- **World Organisation for Animal Health (OIE).** (2021). *Terrestrial Animal Health Code*. OIE.

X. ANEXOS

ANEXO I. Guía de entrevista para el levantamiento de requerimientos

Información general de la finca

1. ¿Cuál es el giro principal de la finca "El Desafío" (Leche, carne, doble propósito)?
2. ¿Cuál es el tamaño aproximado del hato actual (cantidad de cabezas de ganado)?
3. ¿Qué razas predominan actualmente en la finca?
4. ¿Cuántas personas están involucradas directamente en el manejo de los animales y la toma de datos?

Diagnóstico de la situación actual

5. Registro de Inventario:
 - ¿Cómo llevan actualmente el registro de los animales (físico, cuadernos, Excel, memoria)?
 - ¿Qué información se guarda de cada animal al nacer o al comprarse?
6. Control de Peso:
 - ¿Con qué frecuencia se pesan los animales?
 - ¿Cómo calculan actualmente si un animal está ganando o perdiendo peso adecuadamente?
7. Control Sanitario:
 - ¿Cómo llevan el calendario de vacunación y desparasitación?
 - ¿Existe un historial clínico individual donde se pueda ver qué enfermedades ha tenido una vaca específica?
8. Control Reproductivo:
 - ¿Cómo saben cuándo una vaca está lista para el servicio o cuándo es su fecha probable de parto?

- ¿Han tenido problemas de consanguinidad (cruce entre familiares) por falta de registros genealógicos?

Identificación de problemáticas

9. ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrenta hoy al no tener un sistema automatizado?
10. ¿Cuánto tiempo le toma actualmente generar un reporte de inventario o producción para tomar una decisión de venta?
11. ¿Ha tenido pérdidas económicas recientes atribuibles a la falta de información oportuna?

Expectativas y requerimientos del sistema

12. Funcionalidades Clave:

- Si pudiera tener una herramienta ideal, ¿qué es lo primero que le gustaría ver al entrar al sistema?
- ¿Es necesario que el sistema emita alertas automáticas? ¿De qué tipo?

13. Usuarios y Seguridad:

- ¿Quiénes tendrán acceso al sistema y qué permisos deberían tener (Veterinario, Mandador, Dueño)?

14. Accesibilidad:

- ¿Desde qué dispositivos planean acceder al sistema (Computadora de oficina, Tablet, Celular en campo)?
- ¿Cuenta la finca con conexión a internet estable en las áreas administrativas?

ANEXO II. Cotizaciones recursos habilitadores para la finca “El Desafío”

Cotización I - MULTEX



MULTISERVICIOS “EXPRESS”
Reparación de Equipos de Oficina y Muebles en General
RUC: 0012601690036U

Lunes 02 de febrero del 2026

Para: Clientes varios

Cotización N° CV-0032

A través del presente adjunto la cotización de mobiliario de oficina, para la parte interesada:

Nombre del Producto	Especificaciones técnicas	Cantidad	Precio Unitario	Total
Laptop DELL INSPIRON	- Laptop Dell Inspiron - Core i5 12va generación 8GB RAM 256 GB SSD	2	U\$ 450.00	U\$ 900.00
Router	- Router modem - TPLink - Modem 4G LTE	1	U\$ 65.00	U\$ 65.00
Escritorio básico	- Escritorio básico de tres gavetas con sistema de cierre central - Llavin rabbit de paleta - Plataforma de melamina color natural - Estructura metálica pintada al horno en color beige anticorrosivo fast-dry	2	U\$ 180.00	U\$ 360.00
Silla ejecutiva básica	- Estructura metálica de tubo ovalado - Espaldar y asiento con esponja - Forrado en tela de damasco color negro	2	U\$ 80.00	U\$ 160.00
SUB TOTAL				U\$ 1,535.00
I.V.A				EXONERADO
TOTAL				U\$ 1,535.00

TIEMPO DE ENTREGA: cinco días después de recibir la orden de compra

Tiempo de garantía: un año en desperfectos de fabrica

Teléfono: 88851506

Correo: avendanarafael9@gmail.com

ATENTAMENTE:



EDGARD RAFAEL AVENDAÑA MURILLO

Semáforo de la tenderí 1 ½ cuadra al norte
Teléfonos: 2231-3832, 8885-1506 Email: avendanarafael9@gmail.com. Managua,
Nicaragua

Cotización II - CESEOFIGE



Martes 3 de febrero, 2026

Para: Cliente particular

Sus manos

A través de la presente le envío cotización del siguiente equipo de oficina para la parte interesada:

Nombre del artículo	Especificaciones técnicas	Cantidad	Precio Unitario	Total
Laptopt Dell	- Laptop Dell Inspiron - Core i5 12 generación 8gb RAM 256 GB SSD	02	U\$ 680.00	C\$ 1,360.00
Router	- Router TPLink - Modem 4g LTE	01	U\$ 79.00	U\$ 79.00
Escritorio básico	- Escritorio básico de 3 gavetas - Cierre central - Top melamina	02	U\$ 210.00	U\$ 210.00
Silla básica	- Silla básica giratoria - Forrada en esponja y tela negra - Rodos	02	U\$ 120.00	U\$ 240.00
TOTAL				U\$ 1,889.00

TIEMPO DE ENTREGA:

- Inmediato

Tiempo de garantía: 12 meses en desperfectos de fábrica para todos los equipos.

Correo: ceseofigegeneral@gmail.com

Tel: 89823723

ATENTAMENTE:



Ana Baltodano

Semáforo de la tenderí 1 cuadra al sur, 3 cuerdas y media al oeste
Teléfono: 8982-3723. Email: ceseofigegeneral@gmail.com

Cotización III – SERVICIOS MÚLTIPLES

	Servicios Múltiples <i>de Suyen Cruz Flores</i> RUC: 0011310700069F	
		Managua, 04 de febrero, 2026
Para: Cliente particular		
Le adjunto la proforma solicitada:		
02- Computadora portátil		
• Marca Dell • Modelo Inspiron • Core i5, 12va generación, 8GB RAM, 256GB SSD		
Valor unitario U\$ 500.00		U\$ 1,000.00
01- Silla contador con brazos:		
• Silla tipo contador con brazos • Giratoria • Base de metal cromado con rodos de nylon de alta densidad		
Valor unitario de servicio U\$ 90.00		U\$ 90.00
01 Router:		
• Router modem • TPLink • Modem de 4G LTE		
Valor unitario de servicio U\$ 70.00		U\$ 70.00
02- Escritorio junior:		
• Escritorio junior metálico • 3 gavetas • Plataforma de melamina		
Valor unitario de servicio U\$ 190.00		U\$ 380.00
	Semáforos de la Colonia Tenderí 1 ½ c. al Lago • Tel.: (505) 2248-4141 • Cel.: 8882-0829 • Managua, Nic. E-mail: serviciomultiples@live.com	



Servicios Múltiples

de Suyen Cruz Flores

RUC: 0011310700069F

Valor General de la oferta: U\$ 1,540.00

ENTREGA: 8 días después de recibir la orden de compra

ATENTAMENTE:

Suyen del Carmen Flores

(GERENTE GENERAL)



Semáforos de la Colonia Tenderí 1 ½ c. al Lago • Tel.: (505) 2248-4141 • Cel.: 8882-0829 • Managua, Nic.
E-mail: serviciomultiples@livcom



ANEXO III. Plantillas de descripción requerimientos Funcionales

Tabla 17

Plantilla de Descripción RF-04.

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-04
Nombre	Seguimiento Genealógico
Descripción	Permite vincular y visualizar las relaciones de parentesco de cada animal para control de consanguinidad y mejora genética.
Actores	Administrador, Veterinario.
Entradas	ID del Padre (Toro/Semen), ID de la Madre (Ventre).
Proceso	1. Al registrar un nacimiento, se seleccionan los padres del catálogo existente. 2. El sistema genera el vínculo relacional. 3. Se habilita la vista de "Árbol Genealógico" en el perfil del animal.
Salidas	Gráfico o lista de ascendencia (Padres y Abuelos).
Precondiciones	Los padres deben estar registrados previamente en el sistema.
Postcondiciones	Registro de parentesco actualizado.
Prioridad	Media
Reglas de negocio	• No se permite registrar como madre a un animal de sexo "Macho". • El sistema debe alertar si se intenta cruzar animales con parentesco directo (Consanguinidad).

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18
Plantilla de Descripción RF-05.

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-05
Nombre	Control de Eventos Reproductivos
Descripción	Gestiona el ciclo reproductivo de las hembras, registrando celos, servicios (monta/IA), diagnósticos de preñez y partos.
Actores	Veterinario, Administrador.
Entradas	Fecha del evento, Tipo de evento (Celo/Monta/Palpación/Parto), ID del Toro (si aplica), Resultado (Preñada/Vacía).
Proceso	1. El Veterinario registra un servicio (Monta). 2. El sistema proyecta la fecha sugerida para palpación (45 días). 3. Si se confirma preñez, el sistema calcula la Fecha Probable de Parto (FPP) y Fecha de Secado.
Salidas	Actualización del estado reproductivo (De "Vacía" a "Preñada") y Cronograma de partos.
Precondiciones	La hembra debe estar en edad reproductiva (según configuración de la raza).
Postcondiciones	Se generan alertas futuras automáticas en el calendario.
Prioridad	Alta
Reglas de negocio	• La duración de gestación estándar se fija en 283 días $\pm$ 10 días para los cálculos. • No se puede registrar un nuevo servicio si el animal ya tiene estado "Preñada".

Nota. Elaboración propia.

Tabla 19*Plantilla de Descripción RF-06.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-06
Nombre	Gestión de Historial Sanitario
Descripción	Permite registrar y consultar los eventos de salud de cada animal, incluyendo la aplicación de vacunas, desparasitantes y tratamientos curativos.
Actores	Veterinario, Administrador.
Entradas	ID del Animal, Fecha de aplicación, Tipo de evento (Preventivo/Curativo), Nombre del Producto, Dosis, Vía de administración.
Proceso	1. El usuario busca al animal y selecciona "Nuevo Evento Sanitario". 2. Ingresa los detalles del tratamiento. 3. Si el medicamento tiene periodo de retiro (ej. antibióticos), el sistema calcula la fecha de liberación de leche/carne. 4. Se guarda el registro.
Salidas	Actualización de la ficha clínica del animal y alerta de restricción de leche (si aplica).
Precondiciones	El producto sanitario debe estar catalogado (opcional) o ingresarse manualmente.
Postcondiciones	El historial médico del animal queda actualizado.
Prioridad	Alta
Reglas de negocio	• No se debe permitir ordeñar a una vaca que esté en periodo de retiro por antibióticos (Alerta Visual).

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20*Plantilla de Descripción RF-07.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-07
Nombre	Monitoreo de Desarrollo Ponderal
Descripción	Funcionalidad para registrar el peso corporal de los animales periódicamente y calcular la ganancia de peso diaria/mensual.
Actores	Personal de Campo, Administrador.
Entradas	ID del Animal, Fecha de Pesaje, Peso (Kg).
Proceso	1. El usuario ingresa el nuevo peso. 2. El sistema recupera el "Peso Anterior" y la fecha previa. 3. Se calcula la diferencia (Ganancia/Pérdida) y el promedio diario. 4. El sistema almacena el dato y actualiza la curva de crecimiento.
Salidas	Gráfico de tendencia de peso y valor de Ganancia Diaria de Peso (GDP).
Precondiciones	Debe existir al menos un peso anterior (o el de nacimiento) para calcular ganancia.
Postcondiciones	Registro de peso actualizado.
Prioridad	Media
Reglas de negocio	• El sistema debe alertar si hay una pérdida de peso superior al 10% entre registros consecutivos (posible enfermedad).

Nota. Elaboración propia.

Tabla 21*Plantilla de Descripción RF-08.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-08
Nombre	Generación de Alertas Preventivas
Descripción	El sistema debe identificar automáticamente eventos futuros críticos y notificar al usuario para la toma de acciones anticipadas.
Actores	Sistema (Proceso Automático), Todos los Usuarios (Receptores).
Entradas	Fechas de eventos registrados (Partos, Servicios, Tratamientos) y Parámetros de configuración (días de aviso).
Proceso	1. Diariamente (Job programado o al login), el sistema recorre la base de datos. 2. Compara fechas actuales con fechas proyectadas (FPP, Secado, Refuerzo Vacuna). 3. Si faltan "X" días (según config), genera una notificación en el Dashboard.
Salidas	Lista de tareas pendientes ("Vaca 105 próxima a parto", "Refuerzo de Ántrax pendiente").
Precondiciones	Deben existir registros de eventos previos que disparen la proyección.
Postcondiciones	Notificaciones visibles en el panel de inicio del usuario.
Prioridad	Alta
Reglas de negocio	• Las alertas de parto deben generarse 15 días antes de la fecha probable. • Las alertas sanitarias no desaparecen hasta que el usuario marque la tarea como "Realizada".

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22*Plantilla de Descripción RF-09.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-09
Nombre	Emisión de Reportes Operativos
Descripción	Capacidad del sistema para estructurar, visualizar y exportar la información almacenada en formatos portables para su impresión o análisis externo.
Actores	Gerente General, Administrador.
Entradas	Filtros de búsqueda (Rango de fechas, Categoría de animal, Tipo de evento).
Proceso	1. El usuario selecciona el tipo de reporte (Inventario, Producción, Sanitario). 2. Aplica filtros de fecha o categoría. 3. El sistema consulta la BD y renderiza la vista previa. 4. El usuario selecciona "Exportar a PDF" o "Excel".
Salidas	Archivo descargable (.pdf o .xlsx) con la información solicitada.
Precondiciones	Existencia de datos en el rango de fechas seleccionado.
Postcondiciones	Ninguna (operación de lectura).
Prioridad	Media
Reglas de negocio	• Los reportes oficiales deben incluir el logo de la finca, la fecha de generación y el usuario que lo solicitó.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23*Plantilla de Descripción RF-10.*

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RF-10
Nombre	Visualización de Indicadores (Dashboard)
Descripción	Pantalla principal que resume el estado actual de la finca mediante gráficos y tarjetas de KPI (Key Performance Indicators) para facilitar la lectura rápida de la situación.
Actores	Gerente General, Administrador.
Entradas	Datos consolidados de todas las áreas (Inventario, Reproducción, Sanidad).
Proceso	1. Al iniciar sesión, el sistema calcula los totales en tiempo real (Total Cabezas, Vacas Preñadas, Producción del día). 2. Renderiza gráficos (Pastel, Barras) según los valores obtenidos. 3. Muestra las alertas vigentes (RF-08).
Salidas	Interfaz gráfica con resumen ejecutivo.
Precondiciones	Acceso permitido al módulo de Dashboard.
Postcondiciones	Ninguna (operación de lectura).
Prioridad	Baja (pero alto valor estratégico).
Reglas de negocio	• La información debe actualizarse en tiempo real (o al refrescar la página). • El Dashboard del Gerente muestra datos financieros/productivos; el del Veterinario prioriza alertas sanitarias.

Nota. Elaboración propia.

ANEXO IV. Plantillas de descripción requerimientos No Funcionales

Tabla 24

Plantilla de Descripción RNF-04.

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RNF-04
Categoría	Rendimiento (Performance)
Descripción	El sistema debe mantener tiempos de respuesta ágiles incluso cuando el volumen de datos históricos (animales y eventos) crezca con el paso de los años.
Criterio de aceptación	Las consultas de búsqueda de animales y la generación de reportes operativos no deben exceder los 5 segundos de tiempo de carga.
Prioridad	Media

Nota. Elaboración propia.

Tabla 25

Plantilla de Descripción RNF-05.

Campo	Descripción
ID del Requerimiento	RNF-05
Categoría	Seguridad / Continuidad del Negocio
Descripción	El sistema debe contar con mecanismos para realizar copias de seguridad periódicas de la base de datos para prevenir la pérdida de información crítica ante fallos del servidor.
Criterio de aceptación	Debe existir un archivo de respaldo (.bak o script SQL) generado automáticamente al menos una vez por semana que permita restaurar la base de datos íntegramente.
Prioridad	Alta

Nota. Elaboración propia.

ANEXO V. Plantillas de Coleman

Tabla 26

Plantilla de Coleman CU-04.

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Gestionar Genealogía
ID	CU-04
Descripción	Permite vincular a un animal con sus progenitores (Padre y Madre) para construir el árbol genealógico y controlar la consanguinidad del hato.
Actores	Administrador, Veterinario.
Precondiciones	El animal hijo y los posibles padres deben estar registrados previamente en el inventario (CU-03).
Flujo Normal	1. El actor busca y selecciona el perfil del animal (Hijo). 2. Selecciona la pestaña "Genealogía". 3. El actor da clic en "Editar Padres". 4. El sistema permite buscar por arete al Padre y a la Madre. 5. El actor selecciona los progenitores correspondientes. 6. El actor guarda los cambios. 7. El sistema valida la consistencia (sexo de los padres y que no sean el mismo animal). 8. El sistema actualiza el vínculo familiar. 9. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	7a. Error de Consistencia: Si se intenta asignar una hembra como "Padre" o un macho como "Madre": 1. El sistema muestra el error "El sexo del progenitor no corresponde". 2. El sistema impide guardar los cambios. 3. El flujo regresa al paso 5.
Postcondiciones	El árbol genealógico del animal se actualiza, permitiendo visualizar su ascendencia.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 27*Plantilla de Coleman CU-05.*

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Registrar Evento Reproductivo
ID	CU-05
Descripción	Permite registrar los sucesos del ciclo reproductivo de las hembras, tales como celos, servicios (Monta/IA), diagnósticos de palpación y partos.
Actores	Veterinario. Personal de Campo.
Precondiciones	La hembra debe estar activa y en edad reproductiva.
Flujo Normal (Servicio)	1. El veterinario busca la hembra por su número de arete. 2. Selecciona "Nuevo Evento Reproductivo". 3. El sistema solicita el tipo de evento (Celo, Monta, Palpación, Parto). 4. El veterinario selecciona "Monta" e ingresa la fecha y el toro utilizado. 5. El veterinario confirma el registro. 6. El sistema calcula la fecha sugerida para el diagnóstico de preñez. 7. El sistema guarda el evento en el historial. 8. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	3a. Hembra ya Preñada: Si se intenta registrar una "Monta" en una vaca con estado actual "Preñada": 1. El sistema alerta: "El animal ya tiene un diagnóstico de preñez vigente". 2. El sistema bloquea el registro de nuevos servicios. 3. El caso de uso termina.
Postcondiciones	El estado reproductivo del animal se actualiza y se programan las alertas futuras (ej. fecha de parto).

Nota. Elaboración propia.

Tabla 28*Plantilla de Coleman CU-06.*

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Registrar Evento Sanitario
ID	CU-06
Descripción	Permite documentar la aplicación de tratamientos médicos, vacunas, desparasitantes o pruebas de laboratorio a uno o varios animales.
Actores	Veterinario.
Precondiciones	El animal debe existir en el inventario.
Flujo Normal	1. El veterinario selecciona el animal (o grupo de animales). 2. Selecciona la opción "Registro Sanitario". 3. El sistema despliega el formulario de tratamiento. 4. El veterinario ingresa: Producto, Dosis, Vía de administración, Fecha y Diagnóstico. 5. El veterinario guarda el registro. 6. El sistema verifica si el producto tiene "Días de Retiro" (tiempo de espera para consumo). 7. El sistema registra el evento y, si aplica, marca al animal con "Restricción de Leche/Carne". 8. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	4a. Datos Incompletos: Si el veterinario omite la dosis o el producto: 1. El sistema marca los campos obligatorios en rojo. 2. El flujo regresa al paso 4.
Postcondiciones	El historial clínico del animal queda actualizado y se generan alertas de restricción si el medicamento lo requiere.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 29*Plantilla de Coleman CU-07.*

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Registrar Pesaje
ID	CU-07
Descripción	Permite registrar el peso corporal de un animal en una fecha específica para monitorear su desarrollo y calcular la Ganancia Diaria de Peso (GDP).
Actores	Personal de Campo, Administrador.
Precondiciones	El animal debe estar registrado en el inventario activo.
Flujo Normal	1. El actor selecciona la opción "Nuevo Pesaje" desde el menú o el perfil del animal. 2. El sistema solicita: ID del animal, Fecha de pesaje y Peso actual (kg). 3. El actor ingresa los datos y confirma. 4. El sistema recupera el último peso registrado para ese animal. 5. El sistema calcula la diferencia y el promedio de ganancia diaria. 6. El sistema guarda el registro. 7. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	3a. Pérdida de Peso excesiva: Si el nuevo peso es menor al anterior por un margen considerable (>10%): 1. El sistema muestra una advertencia: "Alerta: El animal presenta una pérdida de peso significativa". 2. El sistema solicita confirmación para asegurar que no es un error de dedo. 3. El actor confirma y el flujo continúa en el paso 6.
Postcondiciones	Se actualiza la curva de crecimiento del animal y las estadísticas de producción.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 30

Plantilla de Coleman CU-08.

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Consultar Alertas
ID	CU-08
Descripción	Permite a los usuarios visualizar las notificaciones automáticas generadas por el sistema sobre eventos próximos (partos, secados, recordatorios de vacunación).
Actores	Veterinario, Administrador.
Precondiciones	Deben existir eventos programados o calculados por el sistema con fecha próxima.
Flujo Normal	1. El actor accede al módulo de "Alertas" o visualiza el panel de notificaciones en el inicio. 2. El sistema filtra la base de datos buscando eventos pendientes para los próximos 15 días. 3. El sistema muestra la lista de tareas priorizada por urgencia (Rojo/Amarillo). 4. El actor selecciona una alerta para ver detalles. 5. El actor marca la tarea como "Revisada" o "Realizada". 6. El sistema actualiza el estado de la alerta. 7. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	2a. Sin Alertas: Si no hay eventos próximos: 1. El sistema muestra el mensaje "No hay alertas pendientes para esta semana". 2. Fin del caso de uso.
Postcondiciones	El usuario queda informado de las tareas operativas críticas.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 31*Plantilla de Coleman CU-09.*

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Generar Reportes Operativos
ID	CU-09
Descripción	Permite configurar y descargar documentos (PDF/Excel) con información consolidada sobre el inventario, producción de leche, salud o reproducción.
Actores	Gerente General, Administrador.
Precondiciones	El usuario debe tener permisos de acceso a la información solicitada.
Flujo Normal	1. El actor ingresa al módulo de "Reportes". 2. Selecciona la categoría (ej. Inventario General, Producción Mensual). 3. El sistema solicita parámetros de filtro (Rango de fechas, Raza, Estado). 4. El actor ingresa los filtros y da clic en "Generar". 5. El sistema procesa la consulta y genera la vista previa. 6. El actor selecciona "Exportar a PDF". 7. El sistema descarga el archivo al dispositivo. 8. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	5a. Sin Resultados: Si no existen datos para los filtros seleccionados: 1. El sistema informa "No se encontraron registros para los criterios seleccionados". 2. El flujo regresa al paso 3.
Postcondiciones	Se obtiene un archivo físico/digital para uso administrativo fuera del sistema.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 32*Plantilla de Coleman CU-10.*

Elemento	Descripción
Nombre del CU	Visualizar Dashboard
ID	CU-10
Descripción	Provee una vista resumen con indicadores clave de desempeño (KPIs) y gráficos estadísticos para facilitar la toma de decisiones gerenciales rápidas.
Actores	Gerente General, Administrador.
Precondiciones	El usuario debe haber iniciado sesión correctamente.
Flujo Normal	1. El sistema identifica el rol del usuario tras el inicio de sesión. 2. El sistema consulta los totales en tiempo real (Total Hato, Vacas en Producción, Nacimientos del mes). 3. El sistema renderiza los componentes gráficos (Pastel, Barras). 4. El actor visualiza la información y puede filtrar por periodos de tiempo. 5. Fin del caso de uso.
Flujo Alternativo	2a. Error de Conexión: Si el sistema no puede recuperar los datos estadísticos: 1. Muestra un mensaje "Error al cargar indicadores, intente más tarde". 2. Muestra los componentes vacíos o con datos en caché.
Postcondiciones	Ninguna, es una operación de consulta de solo lectura.

Nota. Elaboración propia.