



Aplicación de inteligencia artificial a la planificación financiera de productos secos en el ciclo III: demanda, márgenes y simulación de escenarios

Autor:

Mg. Emiliano Daniel Iparraguirre

Director:

Título y Nombre del director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 29 de abril de 2025 y el 17 de junio de 2025.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto	7
4. Alcance del proyecto	7
5. Supuestos del proyecto.	8
6. Product Backlog	9
7. Criterios de aceptación de historias de usuario	11
8. Fases de CRISP-DM	15
9. Desglose del trabajo en tareas	17
10. Diagrama de Gantt	22
11. Planificación de Sprints	22
12. Normativa y cumplimiento de datos (gobernanza)	24
13. Gestión de riesgos	24
14. Sprint Review	26
15. Sprint Retrospective	26

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	29 de abril de 2025
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	13 de mayo de 2025
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	20 de mayo de 2025

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 29 de abril de 2025

Por medio de la presente se acuerda con el Mg. Emiliano Daniel Iparraguirre que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Aplicación de inteligencia artificial a la planificación financiera de productos secos en el ciclo III: demanda, márgenes y simulación de escenarios” y consistirá en desarrollar un modelo basado en inteligencia artificial para predecir la demanda y los márgenes brutos de productos secos en Cagnoli S.A., integrándolo al proceso de planificación financiera para mejorar la toma de decisiones y simular escenarios. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 612 horas y un costo estimado de \$ XXX, con fecha de inicio el 29 de abril de 2025 y fecha de presentación pública el xx de xxx de 2026.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Santiago Pagola
Cagnoli S.A.

Título y Nombre del director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El presente proyecto se realiza en el marco de la Especialización en Inteligencia Artificial, y surge a partir de la experiencia profesional del alumno como consultor en planificación financiera e inteligencia de negocios en Cagnoli S.A., una empresa argentina con más de un siglo de trayectoria en la industria de alimentos. La firma se especializa en la elaboración de fiambres y embutidos con estándares de calidad certificados, y cuenta con distintas unidades productivas organizadas en ciclos. En particular, este trabajo se enfoca en el **Ciclo III** (producción de fiambres y chacinados), correspondiente a la producción de productos secos (salamines), una de las líneas más relevantes por su imagen de marca, volumen de ventas y contribución al margen.

El objetivo del proyecto es diseñar una herramienta de planificación financiera basada en Inteligencia Artificial, orientada a pronosticar la demanda y estimar márgenes brutos por producto y canal. Además, se desarrollará un módulo de simulación de escenarios operativos y financieros que permita evaluar el impacto ante posibles variaciones en factores críticos como mermas productivas, precios de insumos, regulaciones o cambios en el patrón de consumo. Esta herramienta busca integrarse al proceso de planificación mensual que coordina las áreas Comercial, Producción y Finanzas, con el fin de mejorar así la calidad de las decisiones.

No existen actualmente acuerdos de confidencialidad o financiamiento externo. Los entregables serán propiedad del alumno, y se resguardará la confidencialidad comercial en caso de futuras publicaciones académicas.

Contexto operativo

El proceso de elaboración de productos secos implica tiempos prolongados de maduración y secado (que pueden superar los 30 días), por lo que una planificación incorrecta genera consecuencias graves: desabastecimiento, vencimientos, capacidad ociosa o pérdida de clientes. Además, se enfrenta una alta estacionalidad: la demanda se concentra en verano, con marcada caída en los meses fríos.

La empresa, si bien ha incorporado recientemente herramientas de control de gestión y planificación, aún no cuenta con modelos predictivos robustos que integren física y financieramente el negocio.

Aspectos técnicos y estado del arte

La solución se encuentra en una etapa temprana del ciclo de vida: diseño conceptual, análisis del problema y planificación del desarrollo. Durante el proyecto se avanzará hasta el desarrollo funcional del modelo, su evaluación en entorno de pruebas y su validación con datos reales, sin incluir en el alcance aún la integración de la solución con los sistemas transaccionales de la empresa.

En la figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema propuesto. Se observa cómo, a partir de diversas fuentes de datos (ventas históricas, costos variables, eventos comerciales y variables externas), el sistema procesa la información mediante tres módulos: uno de predicción de demanda (basado en SARIMA, Prophet y algoritmos de *machine learning* supervisado como XGBoost y Random Forest), uno de estimación de márgenes (que calcula costos y contribución marginal proyectada), y otro de simulación de escenarios (utilizando árboles de decisión y

análisis "what if"). La salida de este procesamiento se visualiza mediante Power BI o Streamlit, generando reportes que sirven como insumo clave para las reuniones mensuales de planificación operativa y financiera.

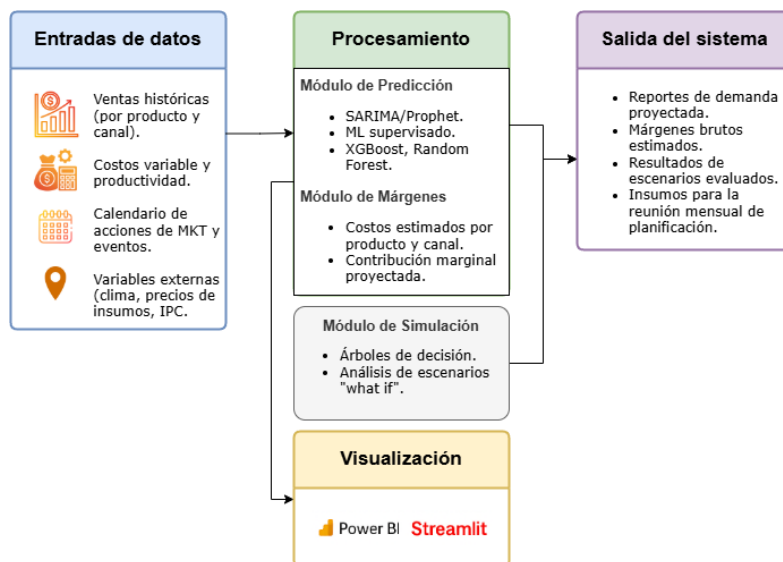


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

Cliente y valor esperado

El principal cliente del proyecto es el equipo de planificación, ya que requiere información confiable y anticipada para mejorar sus decisiones. La innovación del proyecto radica en conectar el planeamiento operativo y financiero con modelos predictivos y simulación en una plataforma visual y accesible. La solución permitirá analizar semanalmente las proyecciones de demanda y márgenes por canal, junto con simulaciones de impacto financiero ante cambios en precios de insumos o contexto de mercado. Será utilizada como insumo objetivo en las reuniones mensuales de planificación comercial y presupuestaria.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Santiago Pagola	Cagnoli S.A.	Responsable de Planificación
Impulsor	Juan Pedro Cagnoli	Cagnoli S.A.	Gerente de Operaciones
Responsable	Emiliano Iparraguirre	FIUBA	Alumno
Orientador	Título y Nombre del director	pertenencia	Director del Trabajo Final
Usuario final	Analistas de Planificación	Cagnoli S.A.	-

A continuación, se listan las principales características de cada interesado:

- Cliente: el Cr. Santiago Pagola colaborará con la explicación del proceso de planificación, la definición de los requerimientos y la coordinación de ejecución de pruebas de aceptación.
- Impulsor: el Ing. Juan Pedro Cagnoli es el principal referente y sponsor de este proyecto dentro de la organización. Esta acción se inserta en un conjunto de iniciativas estratégicas que él mismo ha impulsado, con el propósito de perfeccionar la planificación, aumentar la precisión de los pronósticos y sustentar las decisiones empresariales en modelos objetivos.
- Orientador: **características del orientador.**
- Usuario final: los analistas del Departamento de Planificación son los usuarios finales de esta herramienta, antes y durante las reuniones de planificación, junto al resto de las áreas involucradas (Comercial, Producción, Logística y Compras).

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un modelo predictivo basado en inteligencia artificial que prevea la demanda y los márgenes brutos por producto y canal, integrando datos del sistema ERP de la compañía, costos dinámicos e información comercial. Adicionalmente, como último paso, se incluirá una capa de simulación de escenarios para evaluar impactos de cambios en variables críticas sobre los resultados financieros. Esta solución permite aportar herramientas objetivas para la planificación operativa y financiera integrada en un flujo de trabajo inteligente, proporcionando información confiable y anticipada para la toma de decisiones.

4. Alcance del proyecto

El proyecto se centrará exclusivamente en la familia de productos secos (salamines), por su peso estratégico dentro del portafolio de Cagnoli S.A. Estos productos requieren una planificación diferenciada debido a sus procesos largos de secado y maduración, y a la alta estacionalidad en su demanda.

El presente proyecto incluye:

- El diseño y validación de modelos de predicción de demanda, basados en algoritmos de series temporales (SARIMA, Prophet) y métodos de aprendizaje automático supervisado (XGBoost, Random Forest).
- La estimación proyectada de márgenes brutos por canal, a partir de precios previstos y costos dinámicos asociados a producción y distribución.
- La simulación de escenarios mediante árboles de decisión y análisis de sensibilidad, para evaluar impactos financieros ante variaciones en precios, demanda o restricciones operativas.
- Una prueba de concepto visual (PoC), implementada en Power BI y/o Streamlit, destinada a facilitar la interpretación y evaluación de los resultados por parte de los equipos internos.

El presente proyecto no incluye:

- El entrenamiento formal a usuarios finales o su incorporación en la rutina operativa de la empresa.
- La integración técnica con sistemas transaccionales o con el sistema ERP de la compañía (Microsoft Dynamics).
- La incorporación de otras líneas de productos como cocidos o frescos al análisis, que se encuentran más allá de la familia de productos secos.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con acceso oportuno y completo a los *datasets* históricos necesarios para el modelado: ventas, costos, inventarios, estacionalidad, calendario comercial, entre otros. Los datos estarán en formato utilizable y reflejarán fielmente la realidad operativa del negocio.
- Se prevé que tanto el alumno como los referentes internos de la empresa (Departamento de Planificación) podrán destinar el tiempo necesario para reuniones, revisiones de avances, validación de entregables y provisión de información contextual.
- Se considera que las herramientas previstas (Python, bibliotecas de IA, Streamlit, Power BI, etc.) son adecuadas para el desarrollo del sistema, y que no surgirán restricciones técnicas críticas que impidan ejecutar los modelos o visualizar los resultados.
- El desarrollo se llevará a cabo con los recursos disponibles del alumno (hardware personal, conectividad y acceso a herramientas de código abierto). No se prevé la necesidad de inversiones adicionales en infraestructura o licencias.
- Se asume que no existirán bloqueos internos, resistencias de parte de otras áreas o barreras políticas que interfieran con el acceso a la información o con la validación de resultados por parte del equipo de planificación.
- Para las simulaciones y la interpretación de resultados, se asume que no ocurrirán cambios abruptos en el contexto macroeconómico (inflación, precios regulados, normativas sanitarias) que invaliden los patrones históricos o generen disrupciones graves en la operatoria de la empresa.
- Se considera que los datos históricos reflejan adecuadamente la variabilidad esperada del negocio, y que son válidos para el entrenamiento y evaluación de modelos predictivos.

6. Product Backlog

Los criterios para calcular los story points estarán divididos de la siguiente manera:

- **Dificultad (1–5):** evalúa nivel de esfuerzo técnico y de desarrollo requerido.
- **Complejidad (1–5):** referido al grado de conocimiento y experiencia necesarios.
- **Riesgo (1–5):** pondera la incertidumbre técnica, disponibilidad de datos, o dependencias externas.

Para la ponderación en cada uno de ellos se utilizará la serie de *Fibonacci* desde el 1 al 8, quedando: bajo (1), medio (3), alto (5) y muy alto (8).

6.1. Épica 1: Modelado de demanda

- **Historia de usuario 1:** como analista de planificación operativa, quiero contar con un modelo de predicción de demanda semanal por producto, para anticipar las necesidades de producción.
 - **Dificultad:** alto (5). Requiere diseño, entrenamiento y validación de modelos.
 - **Complejidad:** alto (5). Involucra series temporales con estacionalidad marcada y ruido.
 - **Riesgo:** medio (3). Depende de la calidad y granularidad de los datos históricos.
 - **Story Points** = $5 + 5 + 3 = 13$.
 - **Prioridad:** alta.
- **Historia de usuario 2:** como responsable comercial, quiero contar con alertas ante desvíos significativos entre demanda proyectada y real, para poder ajustar rápidamente la estrategia de ventas.
 - **Dificultad:** medio (3). Requiere definir umbrales y condiciones de alerta.
 - **Complejidad:** medio (3). Necesita cálculos comparativos en tiempo real.
 - **Riesgo:** bajo (1). El riesgo se acota al mal ajuste de los parámetros de alerta.
 - **Story Points** = $3 + 3 + 1 = 7$.
 - **Prioridad:** media.
- **Historia de usuario 3 (opcional):** como jefe de producción, quiero acceder a predicciones semanales agregadas por línea de producto, para facilitar la planificación de turnos y uso de capacidad.
 - **Dificultad:** bajo (2). Se trata de una agregación de las predicciones ya existentes.
 - **Complejidad:** bajo (2). Es una funcionalidad de fácil desarrollo.
 - **Riesgo:** muy bajo (0). Baja dependencia de factores externos.
 - **Story Points** = $2 + 2 + 0 = 4$.
 - **Prioridad:** baja.

6.2. Épica 2: Cálculo de márgenes brutos

- **Historia de usuario 4:** como responsable de control de gestión, quiero estimar los márgenes brutos por canal y producto, para evaluar la rentabilidad futura.
 - **Dificultad:** alto (5). Implica cálculo automático y segmentación por canal.
 - **Complejidad:** alto (5). Requiere integrar costos y precios de múltiples fuentes.
 - **Riesgo:** medio (3). Riesgo medio por variabilidad en la estructura de costos.
 - **Story Points** = $5 + 5 + 3 = 13$.
 - **Prioridad:** alta.
- **Historia de usuario 5:** como analista financiero, quiero integrar dinámicamente los costos de insumos y logística al cálculo de márgenes, para reflejar los cambios del entorno.
 - **Dificultad:** medio (4). Requiere modelar funciones de costo con datos variables.
 - **Complejidad:** medio (3). Debe incluir actualizaciones periódicas y automatización.
 - **Riesgo:** bajo (1). Los datos suelen estar disponibles en el ERP.
 - **Story Points** = $4 + 3 + 1 = 8$.
 - **Prioridad:** media.

6.3. Épica 3: simulación de escenarios

- **Historia de usuario 6:** como director comercial, quiero simular escenarios ante cambios en el precio de venta de los productos, para anticipar su impacto económico.
 - **Dificultad:** alto (5). Requiere árboles de decisión y simulación dinámica.
 - **Complejidad:** alto (4). Debe considerar elasticidades y sensibilidad de variables.
 - **Riesgo:** alto (4). El modelo puede ser sensible a inputs inciertos.
 - **Story Points** = $5 + 4 + 4 = 13$.
 - **Prioridad:** alta.
- **Historia de usuario 7:** como gerente de planta, quiero modelar la capacidad instalada y la ociosidad según distintos niveles de demanda, para optimizar la producción.
 - **Dificultad:** medio (4). Requiere modelar la planta con datos reales de capacidad.
 - **Complejidad:** medio (3). Supone parametrizar restricciones operativas.
 - **Riesgo:** bajo (1). Baja incertidumbre si se dispone de datos internos.
 - **Story Points** = $4 + 3 + 1 = 8$.
 - **Prioridad:** media.
- **Historia de usuario 8 (opcional):** como analista, quiero simular restricciones operativas (por ejemplo, cortes de gas), para cuantificar su impacto en márgenes.
 - **Dificultad:** medio (3). Se basa en inputs simples de disponibilidad.
 - **Complejidad:** bajo (2). La lógica de escenarios es sencilla.
 - **Riesgo:** muy bajo (0). No tiene efectos permanentes en el modelo.
 - **Story Points** = $3 + 2 + 0 = 5$.
 - **Prioridad:** baja.

6.4. Épica 4: visualización y prueba de concepto (PoC)

- **Historia de usuario 9:** como usuario final, quiero visualizar los resultados de la predicción y simulación en dashboards interactivos, para tomar decisiones más informadas.
 - **Dificultad:** medio (4). Requiere conectar datos y construir visualizaciones.
 - **Complejidad:** medio (3). Necesita UX clara y efectiva.
 - **Riesgo:** bajo (1). Baja probabilidad de error si se usan herramientas estándar.
 - **Story Points** = $4 + 3 + 1 = 8$.
 - **Prioridad:** alta.
- **Historia de usuario 10:** como responsable de planificación, quiero comparar escenarios base y alternativos en un mismo tablero, para evaluar planes de acción.
 - **Dificultad:** medio (3). Visualización comparativa.
 - **Complejidad:** bajo (2). Requiere lógica de selección de escenarios.
 - **Riesgo:** muy bajo (0). Los datos ya están procesados.
 - **Story Points** = $3 + 2 + 0 = 5$.
 - **Prioridad:** media.
- **Historia de usuario 11 (opcional):** como responsable financiero, quiero exportar la información a Excel desde Power BI o Streamlit, para facilitar reportes internos.
 - **Dificultad:** bajo (2). Se trata de una funcionalidad estándar.
 - **Complejidad:** muy bajo (1). Muy baja.
 - **Riesgo:** nulo (0). Prácticamente nulo.
 - **Story Points** = $2 + 1 + 0 = 3$.
 - **Prioridad:** baja.

7. Criterios de aceptación de historias de usuario

En esta sección se definen los criterios de aceptación para cada historia de usuario del backlog, con el objetivo de establecer condiciones específicas, medibles y verificables que permitan validar la funcionalidad desarrollada.

Se utiliza el **modelo Gherkin**, un enfoque ampliamente adoptado en metodologías ágiles para describir escenarios de prueba funcional en lenguaje natural estructurado. Este modelo sigue una sintaxis sencilla basada en las siguientes expresiones clave:

- **Dado (Given):** establece el contexto inicial o condiciones previas.
- **Cuando (When):** describe la acción que se va a realizar.
- **Entonces (Then):** indica el resultado esperado que permite validar el cumplimiento de la funcionalidad.

Este formato permite una comprensión clara tanto por parte de usuarios técnicos como no técnicos, facilitando la colaboración y alineamiento entre desarrolladores, analistas y stakeholders del proyecto.

7.1. Épica 1: Modelado de demanda

Criterios de aceptación HU1: Modelo de predicción de demanda semanal por producto

- **Criterio 1**
Dado un conjunto de datos históricos de ventas,
cuando se ejecuta el modelo de predicción,
entonces se obtiene una proyección semanal por producto con un error MAPE menor al 30 %.
- **Criterio 2**
Dado un conjunto de productos activos,
cuando el modelo es entrenado,
entonces debe generar una salida estructurada (tabla o archivo) con las predicciones para las siguientes 8 semanas.
- **Criterio 3**
Dado un modelo ya validado,
cuando se realiza una actualización mensual de datos,
entonces el modelo debe actualizar sus parámetros automáticamente y emitir un nuevo pronóstico.

Criterios de aceptación HU2: Alertas ante desvíos en la demanda real vs. proyectada

- **Criterio 1**
Dado un desvío superior al 30 % entre la demanda real y la proyectada,
cuando se registre la venta semanal,
entonces el sistema debe generar una alerta visual o por correo electrónico.
- **Criterio 2**
Dado un conjunto de productos monitoreados,
cuando se detecten patrones de desvío sistemático en tres semanas consecutivas,
entonces se debe recomendar una revisión del modelo.

Criterios de aceptación HU3 (opcional): Predicción agregada por línea de producto

- **Criterio 1**
Dado un grupo de productos pertenecientes a la misma línea,
cuando se ejecuta la predicción,
entonces se debe mostrar el resultado agregado en una única fila para la línea correspondiente.
- **Criterio 2**
Dado un usuario del área de producción,
cuando consulte la visualización,
entonces podrá seleccionar líneas de producto y visualizar la demanda proyectada semanalmente.

7.2. Épica 2: Estimación de márgenes brutos por canal

Criterios de aceptación HU4: Cálculo proyectado de márgenes brutos por producto y canal

- **Criterio 1**

Dado un conjunto de precios de venta estimados y costos variables actualizados,
cuando se ejecute el modelo de márgenes,
entonces debe calcularse automáticamente el margen bruto por producto y canal, expresado en valores absolutos y porcentuales.

- **Criterio 2**

Dado un conjunto de productos con diferentes estructuras de costos,
cuando se visualicen los resultados,
entonces el sistema debe permitir ordenar por margen y detectar productos con contribución negativa.

- **Criterio 3**

Dado un escenario base de estimaciones,
cuando se cambien los precios o costos,
entonces los nuevos márgenes deben actualizarse dinámicamente para reflejar el impacto de la variación.

Criterios de aceptación HU5: Visualización de márgenes históricos y proyectados

- **Criterio 1**

Dado un producto seleccionado,
cuando se consulte su historial,
entonces deben mostrarse en una misma visualización sus márgenes brutos históricos y las proyecciones futuras.

- **Criterio 2**

Dado un conjunto de productos agrupados por canal,
cuando se visualicen sus márgenes,
entonces debe identificarse claramente cuáles tienen márgenes por debajo del umbral mínimo definido por la empresa.

7.3. Épica 3: Simulación de escenarios operativos y financieros

Criterios de aceptación HU6: Construcción de árbol de decisiones para escenarios

- **Criterio 1**

Dado un conjunto de decisiones estratégicas posibles (e.g., cambio de precio, capacidad instalada, compras),
cuando se cargan como insumos al sistema,
entonces el árbol de decisiones debe construir ramificaciones que representen los distintos caminos posibles y sus resultados económicos esperados.

- **Criterio 2**

Dado un árbol de decisiones generado,
cuando se selecciona una rama o nodo final,
entonces debe mostrarse la utilidad proyectada asociada y el escenario correspondiente de demanda y costos.

- **Criterio 3**

Dado un escenario base,
cuando se simula un cambio en una variable crítica (e.g., precio de insumo),
entonces el árbol debe recalcular los resultados y mostrar las variaciones comparadas al escenario original.

Criterios de aceptación HU7: Análisis de sensibilidad sobre márgenes

- **Criterio 1**

Dado un conjunto de variables sensibles (precio, volumen, costos),
cuando se modifique su valor en un rango definido,
entonces el sistema debe mostrar en tiempo real cómo varía el margen bruto por producto y canal.

- **Criterio 2**

Dado un análisis de sensibilidad realizado,
cuando se identifique una variable que impacta fuertemente en el margen,
entonces el sistema debe destacarla como crítica mediante una etiqueta visual o comentario.

Criterios de aceptación HU8 (opcional): Simulación de restricciones operativas

- **Criterio 1**

Dado un conjunto de restricciones operativas posibles (por ejemplo, cortes de gas o capacidad limitada),
cuando se seleccione una o varias restricciones en el sistema,
entonces debe simularse automáticamente el impacto de estas restricciones sobre el margen bruto total y por canal.

- **Criterio 2**

Dado un escenario con restricciones operativas aplicadas,
cuando se compare con el escenario base sin restricciones,
entonces el sistema debe mostrar claramente las diferencias de rendimiento económico y operatividad.

7.4. Épica 4: Visualización y Prueba de Concepto (PoC)

Criterios de aceptación HU9: Visualización de resultados en dashboards interactivos

- **Criterio 1**

Dado que el modelo de predicción y simulación ya generó resultados,
cuando se publiquen en una herramienta de visualización,
entonces el usuario debe poder consultar métricas clave por producto y canal de forma dinámica.

- **Criterio 2**

Dado un dashboard implementado en Power BI o Streamlit,
cuando el usuario interactúe con filtros de fecha o canal,
entonces los resultados deben actualizarse automáticamente reflejando la selección.

Criterios de aceptación HU10: Comparación de escenarios

- **Criterio 1**

Dado un tablero que incluye datos de diferentes escenarios,
cuando el usuario seleccione un escenario base y uno alternativo,
entonces el sistema debe mostrar ambos en paralelo con sus diferencias destacadas.

- **Criterio 2**

Dado que se comparan márgenes y niveles de demanda entre escenarios,
cuando se utilicen herramientas visuales como gráficos de barras o tablas comparativas,
entonces el usuario debe poder identificar fácilmente el impacto de las decisiones evaluadas.

Criterios de aceptación HU11 (opcional): Exportación a Excel

- **Criterio 1**

Dado que el usuario final accede al dashboard,
cuando seleccione una tabla de resultados,
entonces debe contar con una opción de exportar a Excel de forma directa y funcional.

- **Criterio 2**

Dado un archivo Excel exportado desde el sistema,
cuando el usuario lo abra,
entonces debe contener los datos visibles en pantalla con las mismas columnas y formatos.

8. Fases de CRISP-DM

8.1. Comprensión del negocio

El objetivo del proyecto es mejorar la planificación financiera en la familia de productos secos (salamines) del ciclo III de la empresa Cagnoli S.A., a través de un sistema inteligente que permita prever la demanda semanal, estimar márgenes brutos por canal y simular escenarios económicos-operativos. El valor agregado del uso de inteligencia artificial (IA) radica en reemplazar métodos heurísticos y subjetivos por herramientas objetivas, basadas en datos

históricos y técnicas de *machine learning*. El éxito del proyecto será evaluado mediante mejoras en la precisión del pronóstico, la capacidad de análisis de escenarios, y el uso efectivo del sistema por parte de los equipos de planificación.

8.2. Comprensión de los datos

Los datos provienen de diversas fuentes internas, principalmente del sistema ERP de la compañía (Microsoft Dynamics), planillas de costos, inventarios, pedidos y reportes de ventas. Se cuenta con registros históricos de demanda semanal por producto, precios de venta, estructura de costos variables y datos de producción. La calidad de los datos es adecuada aunque presenta desafíos como series incompletas, variaciones de codificación, series con diferente dimensionalidad o a distinto nivel de detalle (granularidad).

8.3. Preparación de los datos

Durante esta fase se realizará la limpieza y transformación de los datos, incluyendo:

- Agregación de la demanda a nivel semanal por producto y canal.
- Tratamiento de valores faltantes y atípicos.
- Creación de nuevas variables explicativas (festividades, clima, tendencias, promociones).
- Normalización de series y construcción de *datasets* de entrenamiento y prueba.

La preparación de los datos es crítica para garantizar la calidad del modelo predictivo y la estabilidad de las simulaciones.

8.4. Modelado

El problema principal es de predicción de series temporales multivariadas y clasificación de escenarios. Se utilizarán modelos estadísticos y de aprendizaje automático como:

- **SARIMA** y **Prophet**, para capturar estacionalidad y tendencias.
- **XGBoost** y **Random Forest**, para incorporar múltiples variables predictoras y mejorar la robustez frente al ruido.
- **Árboles de decisión y análisis de sensibilidad**, para la simulación de escenarios y evaluación de impacto en márgenes.

8.5. Evaluación del modelo

Los modelos se evaluarán mediante métricas clásicas de rendimiento predictivo, tales como:

- **MAE (Mean Absolute Error)** y **RMSE (Root Mean Squared Error)** para pronóstico de demanda.

- **Error absoluto medio en márgenes estimados** para los resultados financieros.
- Validación cruzada con períodos de backtesting y análisis visual de ajuste de las predicciones.

8.6. Despliegue del modelo (opcional)

El modelo será implementado inicialmente como una **prueba de concepto (PoC)**, mediante herramientas de visualización como Power BI o Streamlit. En esta instancia, el sistema funcionará como un tablero interno para los equipos de planificación, permitiendo simular diferentes escenarios y visualizar resultados de predicción. No se prevé integración con el ERP durante esta etapa inicial, aunque sí se contemplan recomendaciones para una futura integración en producción.

9. Desglose del trabajo en tareas

A continuación, se presenta el desglose técnico de las tareas correspondientes a las historias de usuario HU1 a HU4. Se estima una duración entre 2 y 8 horas por tarea, con una prioridad relativa asignada según su impacto en los entregables. Este desglose servirá como base para la planificación en las secciones siguientes (Diagrama de Gantt y Sprints).

9.1. Épica 1: Modelado de demanda

Historia de usuario	Tarea técnica	Estimación	Prioridad
HU1	Planificación del modelo de demanda	10 h	Alta
HU1	Análisis exploratorio y visualización de series históricas	12 h	Alta
HU1	Limpieza y preparación de datos temporales	12 h	Alta
HU1	Implementación de modelo SARI-MA	12 h	Alta
HU1	Implementación de modelo Prophet	12 h	Alta
HU1	Ajuste de hiperparámetros y estacionalidad	12 h	Alta
HU1	Validación cruzada y comparación de modelos	12 h	Alta
HU1	Documentación técnica del modelo	8 h	Media
HU1	Testing funcional con datos históricos	10 h	Alta
HU1	Presentación de resultados a usuarios	8 h	Media
HU2	Diseño del enfoque multivariado para XGBoost / RF	10 h	Alta
HU2	Selección de variables externas (clima, estacionalidad)	10 h	Alta
HU2	Ingeniería de features para modelos supervisados	12 h	Alta
HU2	Entrenamiento de modelos XGBoost y Random Forest	12 h	Alta
HU2	Evaluación comparativa contra modelos clásicos	10 h	Alta
HU2	Visualización de errores y residual analysis	8 h	Media
HU2	Documentación de modelos y variables explicativas	8 h	Media
HU2	Reunión de feedback con equipo comercial	8 h	Media
HU3	Diseño del pipeline de datos de costos variables	10 h	Alta
HU3	Cálculo dinámico de costos unitarios por producto	10 h	Alta
HU3	Integración con datos de precios de venta	8 h	Alta
HU3	Estimación de márgenes brutos por canal	10 h	Alta
HU3	Análisis de sensibilidad de márgenes	8 h	Media
HU3	Validación con equipo financiero	8 h	Alta
HU3	Documentación de supuestos de cálculo	6 h	Media
HU3	Ajuste final del modelo y revisión	8 h	Media

Cuadro 1. Desglose de tareas para HU1 a HU3 (Épica 1: Modelado de demanda).

Total estimado parcial HU1–HU4: 254 horas.

9.2. Épica 2: Estimación de márgenes brutos por canal

Historia de usuario	Tarea técnica	Estimación	Prioridad
HU4	Análisis de escenarios críticos históricos	8 h	Alta
HU4	Diseño lógico de árbol de decisiones	8 h	Alta
HU4	Desarrollo del motor de simulación de escenarios	12 h	Alta
HU4	Implementación de pruebas con cambios en precios/volumen	10 h	Alta
HU4	Visualización del impacto en márgenes y ventas	8 h	Media
HU4	Validación de escenarios con dirección	6 h	Media
HU4	Documentación de escenarios y recomendaciones	6 h	Media
HU4	Ajustes finales tras feedback del usuario	6 h	Media
HU5	Revisión bibliográfica de métodos de simulación	8 h	Alta
HU5	Diseño de arquitectura para el módulo de escenarios	12 h	Alta
HU5	Implementación de lógica de escenarios base y alternativos	16 h	Alta
HU5	Integración con outputs de modelos de predicción	—1 h	Alta
HU5	Validación de resultados y casos de uso (feedback usuario)	—0 h	Alta
HU5	Documentación funcional y técnica del simulador	8 h	Media
HU5	Revisión y ajuste en base a feedback	6 h	Media

Cuadro 2. Desglose de tareas para HU4 a HU5 (Épica 2: Estimación de márgenes brutos por canal).

Total estimado HU5–HU8: 136 horas.

9.3. Épica 3: Simulación de escenarios operativos y financieros

Historia de usuario	Tarea técnica	Estimación	Prioridad
HU6	Recolección de eventos exógenos históricos (clima, insumos)	10 h	Alta
HU6	Modelado de impactos de eventos externos sobre producción	12 h	Alta
HU6	Lógica para incorporar shocks en el simulador	12 h	Alta
HU6	Casos de validación y contraste de resultados	10 h	Media
HU6	Documentación de implementación y casos simulados	8 h	Media
HU7	Diseño de interfaz para inputs de simulación por usuario	10 h	Alta
HU7	Desarrollo de backend para procesamiento dinámico de inputs	12 h	Alta
HU7	Testeo de inputs y validación de comportamiento	8 h	Alta
HU7	Manual de uso interactivo del simulador	6 h	Media
HU7	Feedback de usuarios funcionales y mejora iterativa	6 h	Media
HU8 (opcional)	Simulación de restricciones operativas críticas (transporte, energía)	10 h	Baja
HU8 (opcional)	Análisis del impacto financiero en márgenes	10 h	Baja
HU8 (opcional)	Visualización de resultados y casos hipotéticos	8 h	Baja
HU8 (opcional)	Documentación breve del caso operativo simulado	4 h	Baja

Cuadro 3. Desglose de tareas para HU6 a HU8 (Épica 3: Simulación de escenarios operativos y financieros).

Total estimado HU5–HU8: 126 horas.

9.4. Épica 4: Visualización y Prueba de Concepto (PoC)

Historia de usuario	Tarea técnica	Estimación	Prioridad
HU9	Diseño de layout para visualización de predicciones y márgenes	10 h	Alta
HU9	Desarrollo de dashboards interactivos en Power BI o Streamlit	14 h	Alta
HU9	Conexión a fuentes de datos del modelo	10 h	Alta
HU9	Validación de visualizaciones con usuarios clave	8 h	Alta
HU9	Ajuste de gráficos y filtros según feedback	6 h	Media
HU9	Documentación de uso de dashboards	4 h	Media
HU10	Diseño de panel comparativo de escenarios	8 h	Media
HU10	Implementación de lógica de selección y comparación de escenarios	10 h	Media
HU10	Pruebas de casos base vs. alternativos	8 h	Media
HU10	Documentación técnica y funcional del panel	6 h	Media
HU11 (opcional)	Desarrollo de funcionalidad de exportación a Excel	6 h	Baja
HU11 (opcional)	Validación de formato de exportación con usuarios	4 h	Baja
HU11 (opcional)	Documentación breve de exportación y soporte	2 h	Baja

Cuadro 4. Desglose de tareas para HU9 a HU11 (Épica 4: Visualización y Prueba de Concepto (PoC)).

Total estimado parcial HU9–HU11: 96 horas.

.....

Cantidad total de horas: (612 h)

10. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt debe representar de forma visual y cronológica todas las tareas del proyecto, abarcando aproximadamente 600 horas totales, de las cuales entre 480 y 500 deben destinarse a tareas técnicas (desarrollo, pruebas, implementación) y entre 100 y 120 a tareas no técnicas (planificación, documentación, escritura de memoria y preparación de la defensa).

Consignas y recomendaciones:

- Incluir tanto tareas técnicas derivadas de las HU como tareas no técnicas generales del proyecto.
- El eje vertical debe listar las tareas y el eje horizontal representar el tiempo en semanas o fechas.
- Utilizar colores diferenciados para distinguir tareas técnicas y no técnicas.
- Las tareas deben estar ordenadas cronológicamente y reflejar todo el ciclo del proyecto.
- Iniciar con la planificación del proyecto (coincidente con el inicio de Gestión de Proyectos) y finalizar con la defensa, próxima a la fecha de cierre del trabajo.
- Configurar el software para mostrar los códigos del desglose de tareas y los nombres junto a cada barra.
- Asegurarse de que la fecha final coincida con la del Acta Constitutiva.
- Evitar tareas genéricas o ambiguas y asegurar una secuencia lógica y realista.
- Las fechas pueden ser aproximadas; ajustar el ancho del diagrama según el texto y el parámetro `x unit`. Para mejorar la apariencia del diagrama, es necesario ajustar este valor y, quizás, acortar los nombres de las tareas.

Herramientas sugeridas:

- Planner, GanttProject, Trello + plugins
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately (colaborativa online)
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- LaTeX con `pgfgantt`:
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Incluir una imagen legible del diagrama de Gantt. Si es muy ancho, presentar primero la tabla y luego el gráfico de barras.

11. Planificación de Sprints

Organizar las tareas técnicas del proyecto en sprints de trabajo que permitan distribuir de forma equilibrada la carga horaria total, estimada en 600 horas.

Consigna:

- Completar una tabla que relacione sprints con HU y tareas técnicas correspondientes.
- Incluir estimación en horas para cada tarea.
- Indicar responsable y porcentaje de avance estimado o completado.
- Contemplar también tareas de planificación, documentación, redacción de memoria y preparación de defensa.

Conceptos clave:

- Una épica es una unidad funcional amplia; una historia de usuario es una funcionalidad concreta; un sprint es una unidad de tiempo donde se ejecutan tareas.
- Las tareas son el nivel más desagregado: permiten estimar tiempos, asignar responsables y monitorear progreso.

Duración sugerida:

- Para un proyecto de 600 h, se recomienda planificar entre 10 y 12 sprints de aproximadamente 2 semanas cada uno.
- Asignar entre 45 y 50 horas efectivas por sprint a tareas técnicas.
- Reservar 100 a 120 h para actividades no técnicas (planificación, escritura, reuniones, defensa).

Importante:

- En proyectos individuales, el responsable suele ser el propio autor.
- Aun así, desagregar tareas facilita el seguimiento y mejora continua.

Conversión opcional de Story Points a horas:

- 1 SP \approx 2 h como referencia flexible.
- Tener en cuenta aproximaciones tipo Fibonacci.

Recomendaciones:

- Verificar que la carga horaria por sprint sea equilibrada.
- Usar sprints de 1 a 3 semanas, acordes al cronograma general.
- Actualizar el % completado durante el seguimiento del proyecto.
- Considerar un sprint final exclusivo para pruebas, revisión y ajustes antes de la defensa.

Cuadro 5. Formato sugerido

Sprint	HU o fase	Tarea	Horas / SP	Responsable	% Completado
Sprint 0	Planificación	Definir alcance y cronograma	10 h	Alumno	100 %
Sprint 0	Planificación	Reunión con tutor/cliente	5 h	Alumno	50 %
Sprint 0	Planificación	Ajuste de entregables	6 h	Alumno	25 %
Sprint 1	HU1	Tarea 1 HU1	6 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 1	HU1	Tarea 2 HU1	10 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Tarea 1 HU2	7 h / 5 SP	Alumno	0 %
...
Sprint 5	Escritura	Redacción memoria	50 h / 34 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	Defensa	Preparación exposición	20 h / 13 SP	Alumno	0 %

12. Normativa y cumplimiento de datos (gobernanza)

En esta sección se debe analizar si los datos utilizados en el proyecto están sujetos a normativas de protección de datos y privacidad, y en qué condiciones se pueden emplear.

Aspectos a considerar:

- Evaluar si los datos están regulados por normativas como GDPR, Ley 25.326 de Protección de Datos Personales en Argentina, HIPAA u otras según jurisdicción y temática.
- Determinar si el uso de los datos requiere consentimiento explícito de los usuarios involucrados.
- Indicar si existen restricciones legales, técnicas o contractuales sobre el uso, compartición o publicación de los datos.
- Aclarar si los datos provienen de fuentes licenciadas, de acceso público o bajo algún tipo de autorización especial.
- Analizar la viabilidad del proyecto desde el punto de vista legal y ético, considerando la gobernanza de los datos.

Este análisis es clave para garantizar el cumplimiento normativo y evitar conflictos legales durante el desarrollo y publicación del proyecto.

13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos de forma negativa)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S): X.
Justificación...
- Ocurrencia (O): Y.
Justificación...

Riesgo 3:

- Severidad (S): X.
Justificación...
- Ocurrencia (O): Y.
Justificación...

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

Criterio adoptado:

Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a...

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación:

- Severidad (S*): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O*): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

14. Sprint Review

La revisión de sprint (*Sprint Review*) es una práctica fundamental en metodologías ágiles. Consiste en revisar y evaluar lo que se ha completado al finalizar un sprint. En esta instancia, se presentan los avances y se verifica si las funcionalidades cumplen con los criterios de aceptación establecidos. También se identifican entregables parciales y se consideran ajustes si es necesario.

Aunque el proyecto aún se encuentre en etapa de planificación, esta sección permite proyectar cómo se evaluarán las funcionalidades más importantes del backlog. Esta mirada anticipada favorece la planificación enfocada en valor y permite reflexionar sobre posibles obstáculos.

Objetivo: anticipar cómo se evaluará el avance del proyecto a medida que se desarrollen las funcionalidades, utilizando como base al menos cuatro historias de usuario del *Product Backlog*.

Seleccionar al menos 4 HU del Product Backlog. Para cada una, completar la siguiente tabla de revisión proyectada:

Formato sugerido:

HU seleccionada	Tareas asociadas	Entregable esperado	¿Cómo sabrás que está cumplida?	Observaciones o riesgos
HU1	Tarea 1	Módulo funcional	Cumple criterios de aceptación definidos	Falta validar con el tutor
	Tarea 2			
HU3	Tarea 1	Reporte generado	Exportación disponible y clara	Requiere datos reales
	Tarea 2			
HU5	Tarea 1	Panel de gestión	Roles diferenciados operativos	Riesgo en integración
	Tarea 2			
HU7	Tarea 1	Informe trimestral	PDF con gráficos y evolución	Puede faltar tiempo para ajustes
	Tarea 2			

15. Sprint Retrospective

La retrospectiva de sprint es una práctica orientada a la mejora continua. Al finalizar un sprint, el equipo (o el alumno, si trabaja de forma individual) reflexiona sobre lo que funcionó bien, lo que puede mejorarse y qué acciones concretas pueden implementarse para trabajar mejor en el futuro.

Durante la cursada se propuso el uso de la **Estrella de la Retrospectiva**, que organiza la reflexión en torno a cinco ejes:

- ¿Qué hacer más?
- ¿Qué hacer menos?

- ¿Qué mantener?
- ¿Qué empezar a hacer?
- ¿Qué dejar de hacer?

Aun en una etapa temprana, esta herramienta permite que el alumno planifique su forma de trabajar, identifique anticipadamente posibles dificultades y diseñe estrategias de organización personal.

Objetivo: reflexionar sobre las condiciones iniciales del proyecto, identificando fortalezas, posibles dificultades y estrategias de mejora, incluso antes del inicio del desarrollo.

Completar la siguiente tabla tomando como referencia los cinco ejes de la Estrella de la Retrospectiva (*Starfish* o estrella de mar). Esta instancia te ayudará a definir buenas prácticas desde el inicio y prepararte para enfrentar el trabajo de forma organizada y flexible. Se deberá completar la tabla al menos para 3 sprints técnicos y 1 no técnico.

Formato sugerido:

Sprint tipo y N°	¿Qué hacer más?	¿Qué hacer menos?	¿Qué mantener?	¿Qué empezar a hacer?	¿Qué dejar de hacer?
Sprint técnico - 1	Validaciones continuas con el alumno	Cambios sin versión registrada	Pruebas con datos simulados	Documentar cambios propuestos	Ajustes sin análisis de impacto
Sprint técnico - 2	Verificar configuraciones en múltiples escenarios	Modificar parámetros sin guardar historial	Perfiles reutilizables	Usar logs para configuración	Repetir pruebas manuales innecesarias
Sprint técnico - 8	Comparar correlaciones con casos previos	Cambiar parámetros sin justificar	Revisión cruzada de métricas	Anotar configuraciones usadas	Trabajar sin respaldo de datos
Sprint no técnico - 12 (por ej.: “Defensa”)	Ensayos orales con feedback	Cambiar contenidos en la memoria	Material visual claro	Dividir la presentación por bloques	Agregar gráficos difíciles de explicar