

# Informe Técnico del Script clasificacionABC.py

## 1. Introducción y Propósito del Script

El script **clasificacionABC.py** constituye el motor de cálculo fundamental para la gestión de inventarios en Jardinería Aranjuez, implementando una metodología estructurada de clasificación ABC+D que permite priorizar los recursos y esfuerzos comerciales hacia los productos que generan mayor valor para el negocio. Este documento proporciona una explicación exhaustiva del funcionamiento del script, permitiendo a cualquier miembro del equipo comprender sin ambigüedades su lógica interna, los datos que utiliza, los cálculos que realiza y los resultados que genera.

La metodología ABC+D representa un estándar ampliamente reconocido en la gestión de inventarios y retail, fundamentado en el principio de Pareto que establece que aproximadamente el 80% del valor proviene del 20% de los elementos. En el contexto de un vivero o garden center, esto significa que un número relativamente reducido de productos genera la mayor parte del beneficio, mientras que una cantidad mayor de artículos contribuye de forma marginal al resultado global. El script automatiza esta clasificación, eliminando la subjetividad y permitiendo decisiones basadas en datos objetivos.

El script aborda una problemática común en el retail de planta y jardinería: la gestión de productos perecederos con ciclos de vida variables. A diferencia de otros sectores donde el inventario puede mantenerse indefinidamente, los viveros enfrentan el desafío de productos con tiempos de rotación que oscilan entre 7 y 90 días dependiendo de la familia botánica y el tipo de artículo. Esta variabilidad requiere un sistema sofisticado que adapte las recomendaciones según las características específicas de cada producto.

Las **correcciones aplicadas** en esta versión del script abordan dos aspectos críticos identificados en iteraciones anteriores. La primera corrección establece que los artículos de Categoría D (sin ventas) que tengan stock disponible reciban automáticamente una clasificación de riesgo «Crítico», reconociendo que el inventario sin movimiento representa un capital inmovilizado con alto riesgo de merma. La segunda corrección ajusta el sistema de identificación de familias para productos de animales, reconociendo que las familias que comienzan por «2» requieren códigos de cuatro dígitos en lugar de dos para mantener la trazabilidad adecuada.

## 2. Archivos de Entrada y Estructura de Datos

El script **clasificacionABC.py** opera con un único archivo de entrada llamado **Datos.xlsx**, que debe contener tres hojas con información complementaria sobre las operaciones del

período analizado. Esta estructura integrada simplifica la carga de datos y asegura consistencia entre las diferentes fuentes de información. La correcta preparación de este archivo es fundamental para el éxito del proceso de clasificación.

La primera hoja, denominada **COMPRAS**, contiene el registro de todas las adquisiciones de mercancía realizadas durante el período analizado. Para cada transacción, el archivo debe incluir como mínimo los siguientes campos: Fecha de la compra, Código del artículo, Nombre del artículo, Talla o formato, Color o variante, Unidades adquiridas, y cualquier otro campo relevante para la trazabilidad. Esta información permite calcular el flujo de mercancía entrante y determinar el stock disponible total para cada producto.

La segunda hoja, denominada **VENTAS**, registra todas las transacciones de venta del período con un nivel de detalle equivalente. Los campos requeridos incluyen: Fecha de la transacción, Código del artículo, Nombre del artículo, Talla, Color, Unidades vendidas, Importe total de la venta, Coste de la mercancía vendida, y Beneficio bruto de la transacción. El script utiliza principalmente las columnas de Unidades, Importe, Coste y Beneficio para los cálculos de clasificación y métricas de rendimiento.

La tercera hoja, denominada **STOCK**, proporciona una fotografía del inventario disponible al inicio del período de análisis. Los campos necesarios son: Código del artículo, Nombre del artículo, Talla, Color, Unidades en inventario, y Precio de coste unitario. Esta información es esencial para calcular métricas como la tasa de venta, la antigüedad del stock y el riesgo de merma, ya que permite determinar qué proporción del inventario disponible proviene de períodos anteriores versus compras recientes.

El script implementa un proceso de **normalización de datos** que homogeniza los formatos de todas las hojas antes de realizar los cálculos. Este proceso crea cuatro columnas adicionales en cada DataFrame: `codigo_str`, `nombre_str`, `talla_str` y `color_str`, que convierten los valores a strings y eliminan espacios en blanco sobrantes. Esta normalización es crítica para evitar errores de coincidencia entre hojas que podrían resultar en artículos duplicados o omitidos en los resultados finales.

### 3. Configuración del Script y Parámetros Iniciales

La configuración del script se concentra en la parte superior del archivo, facilitando su ajuste para diferentes períodos de análisis o preferencias de visualización. Esta aproximación basada en configuración permite adaptar el script a necesidades cambiantes sin modificar el código fuente, reduciendo el riesgo de errores y simplificando el mantenimiento del sistema.

El primer bloque de configuración define el **período temporal** del análisis mediante las variables `FECHA_INICIO` y `FECHA_FIN`. Por defecto, el script está configurado para analizar el período del 1 de marzo al 31 de mayo de 2025, correspondiente a la temporada de máxima actividad en el sector viverista. La variable `DIAS_PERIODO` se calcula automáticamente como la diferencia entre ambas fechas más un día, proporcionando la base para cálculos de promedios diarios y antigüedad de inventario.

El segundo bloque de configuración establece la **paleta de colores** para la visualización del riesgo de merma en el archivo Excel de salida. El diccionario COLORES\_RIESGO mapea cinco niveles de riesgo a códigos hexadecimales de color: «Bajo» utiliza verde claro (90EE90), «Medio» utiliza amarillo (FFFF00), «Alto» utiliza naranja (FFA500), «Crítico» utiliza rojo claro (FF6B6B), y «Cero» también utiliza verde claro para indicar ausencia de riesgo. Adicionalmente, se definen los colores de la cabecera (COLOR\_CABECERA = «008000» para verde oscuro) y del texto de cabecera (COLOR\_TEXTO\_CABECERA = «FFFFFF» para blanco).

El tercer bloque de configuración, y probablemente el más extenso, define la **tabla de rotaciones por familia**. Esta tabla es fundamental para el cálculo del riesgo de merma, ya que establece los días de rotación esperados para cada familia de productos. La estructura del diccionario utiliza códigos de familia como claves y tuplas (Nombre de familia, Días de rotación) como valores. Esta información permite evaluar si el inventario de un producto está envejeciendo más allá de su período óptimo de venta.

## 4. Tabla de Rotaciones por Familia

La **tabla de rotaciones** representa el conocimiento experto del negocio codificado en formato estructurado, traduciendo la experiencia comercial en parámetros numéricos que el script utiliza para evaluar el desempeño de cada producto. Las rotaciones se expresan en días y representan el tiempo medio que se espera que un producto permanezca en inventario antes de venderse, considerando las características específicas de cada familia.

Las **plantas ornamentales** presentan rotaciones relativamente largas que reflejan su ciclo de vida. Las plantas verdes de interior (familia 11) tienen una rotación de 30 días, reconociendo que son productos de larga duración que requieren mantenimiento pero mantienen su valor durante semanas. Las orquídeas (familia 12) y plantas de flor (familia 13) tienen rotaciones más cortas de 15 días debido a su carácter perecedero una vez que alcanzan la floración. La flor cortada (familia 14) presenta la rotación más corta del segmento vegetal, apenas 7 días, reflejando su extrema perecibilidad. Los cactus (familia 15), composiciones (familia 16) y bonsáis (familia 17) mantienen rotaciones de 30 días similares a las plantas verdes.

Los **productos para animales** utilizan un sistema de codificación de cuatro dígitos que comienza con el dígito «2», reconociendo la complejidad de su categorización. Los alimentos para perro (familia 2301) y gato (familia 2401) tienen rotaciones de 60 días, consistentes con la frecuencia de compra típica de los propietarios de mascotas. Los animales vivos de todas las categorías (perro, gato, pequeños mamíferos, granja, reptiles, peces) comparten una rotación de 15 días, reflejando la necesidad de turnover rápido para mantener la salud y bienestar de los animales en cautividad. Los productos de acuariofilia (familias 2701-2709) presentan mayor variedad, con rotaciones de 60 días para la mayoría de categorías y 15 días específicamente para peces, reconociendo las diferentes dinámicas de venta.

Los **productos de mantenimiento y tratamiento** del jardín (familias 31-39) comparten rotaciones largas de 90 días, consistentes con la frecuencia de aplicación de estos productos por parte de los consumidores. Las tierras, abonos, fitosanitarios, herbicidas y anti-plagas se utilizan de forma espaciada, permitiendo que el inventario se gestione con ciclos más amplios. Los útiles de jardín (familias 41-49) mantienen la misma rotación de 90 días, reflejando que son productos de adquisición esporádica con alta durabilidad en inventario.

Los **productos de temporada y vivero** presentan rotaciones más cortas que reflejan su ciclo comercial. Las plantas de temporada para macizos (familias 71-79) tienen rotaciones de apenas 15 días, reconociendo que deben venderse rápidamente durante su ventana de plantación óptima. El vivero de árboles, arbustos, coníferas, rosales y frutales (familias 81-89) mantiene rotaciones de 30 días, más amplias que las plantas de temporada pero más cortas que los productos de mantenimiento, reflejando que aunque son productos duraderos, tienen una estacionalidad comercial pronunciada.

## 5. Fase de Carga y Normalización de Datos

El script ejecuta una **secuencia estructurada de procesamiento** organizada en fases lógicas que van desde la carga inicial de datos hasta la generación del archivo de salida. Esta organización modular facilita la comprensión del flujo de trabajo, permite la identificación rápida de errores y posibilita la ejecución paso a paso para propósitos de depuración o auditoría.

La **Fase 1 (Carga de Datos)** lee el archivo Excel y sus tres hojas, cargando los DataFrames correspondientes a COMPRAS, VENTAS y STOCK. Durante esta fase, el script imprime métricas de volumen que sirven como verificación inicial: número de registros en cada hoja, total de importe de ventas, total de coste de ventas y beneficio bruto del período. Estas métricas proporcionan una primera validación de que los datos se han cargado correctamente y permiten detectar errores evidentes como archivos vacíos o con estructuras inesperadas.

La **Fase 2 (Normalización de Datos)** aplica la función `normalizar_articulo()` a cada DataFrame, creando las columnas de string normalizado que utilizará el script para realizar las comparaciones entre hojas. Esta normalización es esencial porque los datos pueden contener variaciones en el formato: códigos numéricos que Excel podría interpretar como fechas, nombres con espacios adicionales, o valores nulos que podrían interpretarse de forma diferente según la hoja. Al convertir todo a strings y eliminar espacios, el script asegura que la comparación de artículos sea precisa y consistente.

La **Fase 3 (Identificación de Artículos Únicos)** utiliza la función `crear_clave()` para generar identificadores únicos de cada combinación de código, nombre, talla y color. El script genera tres conjuntos (set) con las claves de cada hoja, y luego calcula la unión de los tres conjuntos para obtener la lista completa de artículos que aparecen en cualquier fuente de datos. Esta aproximación garantiza que ningún artículo quede excluido por aparecer únicamente en una de las hojas, lo cual es especialmente relevante para productos con stock pero sin ventas en el período analizado.

## 6. Cálculo de Métricas por Artículo

La **Fase 4 (Cálculo de Métricas)** representa el núcleo computacional del script, procesando cada artículo único para calcular un conjunto exhaustivo de indicadores que posteriormente se utilizarán para la clasificación y asignación de acciones. Este procesamiento artículo por artículo permite análisis granular y recomendaciones específicas para cada referencia del catálogo.

Para cada artículo, el script extrae primero la **familia comercial** a partir del código. El sistema de identificación diferencia entre familias de animales (que начинают con «2») que utilizan los primeros 4 dígitos del código, y el resto de familias que utilizan únicamente los primeros 2 dígitos. Esta lógica corrige un problema identificado en versiones anteriores donde las familias de animales no se mapeaban correctamente a sus parámetros de rotación. Una vez identificada la familia, el script consulta la tabla ROTACIONES\_FAMILIA para obtener el nombre descriptivo y los días de rotación esperados.

Las **métricas de compras** se calculan filtrando el DataFrame de compras por los identificadores del artículo y sumando las unidades. Este valor representa el flujo de mercancía entrante durante el período y es esencial para calcular el stock disponible total. Para artículos con múltiples líneas de compra, el script también considera las fechas de adquisición al calcular la antigüedad del inventario.

Las **métricas de ventas** incluyen unidades vendidas, importe de ventas, beneficio bruto y coste de las ventas. Estas métricas son fundamentales para la clasificación ABC, ya que la categoría se determina en función del coste de las ventas acumuladas. El script también calcula la fecha de la última venta y la antigüedad de esa venta en días, información relevante para determinar si un producto con bajo rendimiento reciente debe considerarse abandonado o simplemente en un período de menor demanda estacional.

Las **métricas de stock** calculan el stock inicial, el stock disponible total (inicial más compras), el stock final (disponible menos ventas), y el precio de coste unitario. La tasa de venta se calcula como el porcentaje de unidades vendidas respecto al stock disponible total, proporcionando una medida de eficiencia comercial. Un valor bajo de esta métrica indica que el producto no está rotando adecuadamente respecto al inventario disponible.

## 7. Cálculo de Antigüedad y Riesgo de Merma

El script implementa un **algoritmo sofisticado para determinar la antigüedad del stock**, identificando cuándo se recibió cada artículo en inventario y cuántos días han transcurrido desde entonces. Este cálculo es crítico para evaluar el riesgo de merma, ya que los productos perecederos pierden valor con el tiempo y requieren acciones correctivas cuando superan su período óptimo de venta.

La lógica de antigüedad opera en dos escenarios principales. Si el stock final es mayor que cero, el script determina si el inventario proviene del stock inicial (indicando que las ventas no han cubierto el inventario preexistente) o de compras recientes. Para ello, traza las unidades vendidas contra las compras acumuladas desde la fecha más antigua, identificando el punto en que se alcanzaron las unidades actuales. Este enfoque permite calcular la antigüedad exacta del inventario más antiguo presente en el almacén.

Si el stock final es cero, la antigüedad se establece en cero, lo que simplifica el análisis al no existir inventario que evaluar. Esta condición puede ocurrir cuando un artículo se ha agotado completamente durante el período, ya sea por ventas normales o por acciones de descarte. En estos casos, el script evalúa el riesgo de ruptura de stock en lugar del riesgo de merma.

El **cálculo del riesgo de merma** aplica una lógica diferenciada según la categoría del artículo. Para artículos de Categoría D (sin ventas en el período), el riesgo depende únicamente del stock final: si es cero el riesgo es «Cero» (no hay inventario que perder), pero si hay stock mayor a cero el riesgo es inmediatamente «Crítico» (capital inmovilizado sin justificación comercial). Esta corrección aplicada en la versión actual del script reconoce que productos sin ventas que aún tienen inventario representan una situación de alta prioridad correctiva.

Para artículos de Categorías A, B o C, el riesgo se calcula utilizando el porcentaje de rotación consumida. Si este porcentaje es menor o igual al 65%, el riesgo se clasifica como «Bajo», indicando que el inventario está dentro de su período óptimo. Entre 65% y 100% se clasifica como «Medio», señalando que el producto está acercándose a su límite de rotación pero aún dentro de parámetros aceptables. Entre 100% y 150% se clasifica como «Alto», indicando que el inventario ha superado su período óptimo y requiere atención. Por encima del 150%, el riesgo es «Crítico», sugiriendo alta probabilidad de merma o inmovilización significativa.

## 8. Sistema de Clasificación ABC+D

La **Fase 5 (Clasificación ABC+D)** implementa el algoritmo de categorización basado en el principio de Pareto, segmentando los artículos en cuatro grupos según su contribución al coste total de ventas. Esta clasificación es fundamental para priorizar los esfuerzos de gestión, ya que cada categoría requiere un nivel diferente de atención y estrategias diferenciadas.

El proceso de clasificación separa primero los artículos con ventas (coste mayor a cero) de aquellos sin ventas. Para los artículos con ventas, el script ordena el DataFrame de forma descendente por coste de ventas y calcula el porcentaje individual de cada artículo sobre el total. Luego genera una columna de porcentaje acumulado que representa la suma progresiva de los porcentajes desde el artículo más importante hasta el actual.

La **asignación de categorías** utiliza umbrales fijos basados en el porcentaje acumulado. Los artículos cuyo porcentaje acumulado no supera el 80% se clasifican como Categoría A (básicos o de alto valor). Los artículos entre el 80% y el 95% del acumulado se clasifican como Categoría B (complemento de gama). Los artículos restantes con ventas se

clasifican como Categoría C (bajo impacto). Finalmente, todos los artículos sin ventas se clasifican como Categoría D, independientemente de su stock o cualquier otra métrica.

Esta clasificación genera típicamente una distribución donde la Categoría A representa un número reducido de artículos (quizás el 10-15% del catálogo) que generan el 80% del valor. La Categoría B incluye un número moderado de artículos (otro 15-20% del catálogo) que contribuyen con el 15% adicional del valor. La Categoría C agrupa la mayoría de los artículos (aproximadamente 50-60% del catálogo) con contribución marginal. La Categoría D incluye productos problemáticos sin rotación (15-20% del catálogo) que requieren revisión estratégica.

## 9. Sistema de Escenarios y Acciones Sugeridas

Las **Fases 6 y 7 (Asignación de Escenarios y Acciones)** implementan un sistema de reglas de negocio que traduce las métricas calculadas en recomendaciones operativas concretas. Este sistema distingue al script de herramientas de análisis simples, proporcionando no solo información sobre el estado actual sino también guidance sobre las acciones a tomar.

El script define **26 escenarios diferentes** numerados del 1 al 26, cada uno representando una combinación única de condiciones: categoría del artículo (A/B versus C/D), nivel de stock (elevado, normal, bajo), riesgo de merma (cero, bajo, medio, alto, crítico), y disponibilidad (con stock versus agotado). Esta matriz de escenarios permite cubrir todas las situaciones posibles con recomendaciones específicas y apropiadas.

La lógica de asignación de escenarios opera mediante un árbol de decisiones estructurado. Para artículos con stock igual a cero (agotados), el sistema diferencia entre categorías A/B y C/D, y dentro de cada grupo aplica umbrales de porcentaje de rotación de venta para determinar si la reposición es urgente, prioritaria, programada o si debe evaluarse la continuidad del producto. Para artículos con stock mayor a cero, el sistema considera primero el nivel de stock (elevado, normal, bajo) y dentro de cada nivel el riesgo de merma para asignar el escenario correspondiente.

Los **26 escenarios** se mapean a textos de acción sugerida que proporcionan instrucciones específicas para cada situación. Estos textos incluyen descripciones de la acción principal (descuento, reducción de compras, eliminación del catálogo, aumento de stock, etc.), parámetros cuantitativos (porcentaje de descuento, unidades objetivo, capital liberado), y nivel de prioridad (urgente, alta, monitoreo). El sistema sustituye variables dinámicas en los textos, como el porcentaje de descuento sugerido calculado previamente, el stock objetivo basado en proyecciones, o los días de cobertura del inventario actual.

Por ejemplo, el escenario «1» (producto de categoría A/B con stock elevado y riesgo crítico) genera la acción: «DESCUENTO MÁXIMO + REDUCCIÓN COMPRAS: Aplicar descuento [descuento]% inmediato. Reducir compras 50% próxima temporada. Stock objetivo: [unidades] unidades. Prioridad alta.» Esta acción reconoce que el producto es importante (categoría A/B) pero tiene problemas de rotación que requieren acción correctiva inmediata.

## 10. Separación por Categorías y Generación de Salida

La **Fase 8 (Separación por Categorías)** organiza los resultados en cuatro DataFrames independientes, uno para cada categoría ABC+D. Esta separación es necesaria porque el archivo de salida utilizará hojas diferentes para cada categoría, facilitando la revisión segmentada y la aplicación de políticas diferenciadas por nivel de importancia comercial.

El script define una lista de **columnas de salida** que incluye las métricas más relevantes para la toma de decisiones, excluyendo campos técnicos intermedios que solo son necesarios para los cálculos internos. Las columnas seleccionadas cubren identificación del artículo (código, nombre, talla, color), familia comercial, métricas de ventas (unidades, importe, beneficio), indicadores de rendimiento (tasa de venta, rotación excedida), gestión de stock (mínimo, máximo, final), análisis temporal (antigüedad de venta y stock), y recomendaciones (% descuento, riesgo, acción sugerida, escenario).

La **Fase 9 (Guardar Archivo Excel)** genera el archivo de salida CLASIFICACION\_ABC+D.xlsx utilizando pandas con el motor openpyxl. El archivo contiene cuatro hojas correspondientes a las categorías A, B, C y D, con los nombres descriptivos «CATEGORIA A – BASICOS», «CATEGORIA B – COMPLEMENTO», «CATEGORIA C – BAJO IMPACTO» y «CATEGORIA D – SIN VENTAS». Este formato permite que el archivo sea inmediatamente usable sin necesidad de procesamiento adicional.

La **Fase 10 (Aplicación de Formatos Excel)** aplica estilos visuales profesionales al archivo generado, mejorando la legibilidad y facilitando la identificación rápida de elementos críticos. El script define una función `aplicar_formato_hoja()` que configura los anchos de columna óptimos para cada campo, oculta columnas técnicas intermedias que no son necesarias para la revisión operativa, aplica formato de cabecera con fondo verde y texto blanco, establece bordes en todas las celdas, centra o alinea según el tipo de contenido, y aplica colores de fondo condicionales a la columna de riesgo de merma.

Adicionalmente, la función configura opciones de presentación como orientación horizontal (landscape) para aprovechar mejor el espacio, márgenes reducidos para maximizar el área de impresión, y filtros automáticos en la cabecera de columnas. Estos detalles de formato transforman los datos crudos en un documento profesional listo para revisión gerencial o exportación a otros sistemas.

## 11. Métricas de Stock Mínimo y Máximo

El script calcula **niveles de stock objetivo** que proporcionan guidance sobre las cantidades óptimas a mantener en inventario para cada producto. Estos cálculos consideran tanto la demanda histórica como las características de rotación de la familia comercial, generando rangos que van desde el mínimo necesario para evitar rupturas hasta el máximo recomendado para evitar sobre stock.

El **stock mínimo** se calcula multiplicando la venta media diaria por un factor que depende de la rotación de la familia. Para familias con rotación de 7 días (productos muy



perecederos como flor cortada), el factor es 3,5, resultando en aproximadamente 3-4 días de cobertura. Para familias con rotación de 15 días (animales vivos, plantas de temporada), el factor es 7,5, proporcionando cerca de una semana de cobertura. Para familias con rotación de 30 días (plantas verdes, cactus), el factor es 15, ofreciendo aproximadamente dos semanas de cobertura. Para familias con rotación de 60 o 90 días (productos de mantenimiento, decoración), los factores son 30 y 45 respectivamente, proporcionando cobertura de varias semanas a un mes y medio.

El **stock máximo** sigue la misma lógica pero con factores ampliados: 10,5 para rotación de 7 días, 22,5 para 15 días, 45 para 30 días, 90 para 60 días, y 135 para 90 días. Estos máximos representan el punto en que el inventario podría considerarse elevado y requerir acciones correctivas como descuentos o reducción de compras. El script clasifica el stock final del artículo comparándolo con estos niveles objetivo: «Cero» si no hay inventario, «Bajo» si está por debajo del 50% de la demanda mensual promedio, «Normal» si está entre el 50% y 100% de la demanda mensual, y «Elevado» si supera la demanda mensual.

El **descuento sugerido** se calcula como función del porcentaje de rotación consumida, reconociendo que productos que han superado su período óptimo de venta requieren incentivos para dinamizar su salida. Si la rotación consumida es menor o igual al 65%, no se sugiere descuento. Entre 65% y 100% se sugiere 10% de descuento. Entre 100% y 150% se sugiere 20%. Por encima del 150% se sugiere 30% de descuento. Esta escala progresiva incentiva la acción más agresiva cuanto más antiguo sea el inventario.

## 12. Resumen de Métricas y Distribución por Riesgo

El script genera un **resumen ejecutivo** al final de la ejecución que proporciona una visión panorámica de los resultados del análisis. Este resumen incluye métricas clave del período, distribución de artículos por categoría ABC+D, y distribución por nivel de riesgo de merma. Esta información permite evaluar rápidamente la salud del inventario y priorizar áreas de atención.

Las métricas del período incluyen el rango de fechas analizado, el total de artículos procesados, y la segregación entre artículos con y sin ventas. Esta separación es importante porque los artículos sin ventas requieren una evaluación diferente: pueden ser productos nuevos sin historial, productos estacionales fuera de temporada, o productos problemáticos que requieren discontinuación.

La **distribución por categoría** muestra el conteo y porcentaje de artículos en cada nivel ABC+D. Una distribución típica saludable mostraría la mayoría de los artículos en categorías B y C, con un número controlado de categoría D (productos problemáticos) y categoría A (productos estrella). Percentuales que se desvíen significativamente de esta distribución pueden indicar problemas: un porcentaje muy alto de categoría D sugiere problemas sistémicos de gestión de catálogo, mientras que un porcentaje muy bajo de categoría A puede indicar falta de enfoque en los productos de alto valor.

La **distribución por riesgo de merma** proporciona una vista adicional de la salud del inventario, independientemente del valor comercial. Los artículos con riesgo «Crítico»

representan la prioridad máxima de acción correctiva, ya sea mediante descuentos agresivos, liquidación, o discontinuación. Los artículos con riesgo «Alto» requieren monitoreo y acciones preventivas antes de que la situación se deteriore. Los artículos con riesgo «Bajo» o «Medio» están dentro de parámetros aceptables pero pueden beneficiarse de optimización. Los artículos con riesgo «Cero» no requieren atención especial inmediata.

## 13. Consideraciones Técnicas de Implementación

La implementación técnica del script utiliza **pandas** para todas las operaciones de manipulación de datos tabulares, aprovechando sus capacidades de filtrado, agregación y join que simplifican significativamente el código comparado con aproximaciones procedimentales. La biblioteca **openpyxl** se utiliza tanto para la lectura del archivo de entrada como para la escritura del archivo de salida con formato, proporcionando control granular sobre los estilos visuales.

El script maneja **valores nulos y tipos de datos** de forma defensiva, aplicando fillna() para sustituir valores faltantes antes de las conversiones de tipo. Esta práctica evita errores de ejecución cuando los datos de entrada contienen celdas vacías o valores inválidos. Los warnings de pandas se silencian al inicio del script para evitar salidas de consola confusas durante la ejecución normal.

La **gestión de memoria** del script es apropiada para volúmenes típicos de retail, procesando artículos de forma secuencial en un bucle que itera sobre el conjunto de claves únicas. Para catálogos muy grandes (decenas de miles de artículos), el script podría beneficiarse de optimizaciones como vectorización de operaciones o procesamiento en chunks, pero para los volúmenes típicos de un garden center (miles de artículos), el rendimiento es adecuado.

El **diseño modular** del script facilita su mantenimiento y extensión. Las funciones están organizadas en bloques lógicos que pueden identificarse rápidamente: configuración, carga de datos, normalización, cálculo de métricas, clasificación, asignación de escenarios, y generación de salida. Esta estructura permite modificar aspectos específicos (como la tabla de rotaciones o los textos de escenarios) sin afectar otras partes del código.

## 14. Casos de Uso y Ejemplos de Interpretación

Para ilustrar la aplicación práctica del script, consideremos **tres escenarios representativos** de artículos en diferentes situaciones, mostrando cómo el sistema clasifica cada uno y qué acciones sugiere.

El **primer escenario** involucra un artículo de categoría A con alto stock y riesgo crítico. Este sería un producto importante para el negocio (genera significativo del beneficio) pero que ha permanecido en inventario más allá de su período óptimo de rotación. El escenario asignado sería «1» para categorías A/B, generando una acción de «DESCUENTO MÁXIMO + REDUCCIÓN COMPRAS» con prioridad alta. Esta acción reconoce la importancia

del producto (mantenerlo en catálogo con stock fresco) pero también la urgencia de liquidar el inventario excedente para liberar capital y prevenir mermas.

El **segundo escenario** involucra un artículo de categoría D con stock positivo. Este producto no ha generado ventas durante el período completo pero aún tiene inventario en tienda. El sistema lo clasifica automáticamente como riesgo «Crítico» debido a la corrección aplicada en esta versión, reconociendo que capital invertido en productos sin demanda representa una situación de alta prioridad. La acción sugerida podría ser «ELIMINAR DEL CATÁLOGO» con recomendación de descuento para liquidación y no reposición.

El **tercer escenario** involucra un artículo agotado (stock cero) de categoría A/B con alta rotación de venta. Este producto es un éxito comercial pero se ha agotado, representando una oportunidad perdida de venta. El escenario asignado podría ser «13A» o «13B», generando acciones de reposición urgente o prioritaria con incrementos de compra del 40-25% respectivamente. Esta clasificación asegura que los productos de alto rendimiento reciban atención especial cuando presentan rupturas de stock.

## 15. Conclusiones y Recomendaciones

El script **clasificacionABC.py** representa una herramienta integral para la gestión profesionalizada del inventario en el sector viverista, combinando análisis cuantitativo riguroso con reglas de negocio expertas para generar recomendaciones accionables. Su implementación permite transformar datos transaccionales en información estratégica, facilitando decisiones informadas sobre qué productos impulsar, qué productos promocionar con descuento, y qué productos discontinuar.

Las principales fortalezas del sistema incluyen la clasificación ABC+D automatizada que prioriza recursos hacia productos de alto valor, el cálculo de riesgo de merma basado en rotación específica por familia, la asignación de escenarios diferenciados que cubren todas las situaciones posibles, y la generación de acciones sugeridas con parámetros cuantitativos específicos. El formato de salida profesional con colores de riesgo y formato condicional facilita la revisión visual rápida por parte del equipo operativo.

Para maximizar el beneficio de este sistema, se recomienda mantener actualizados los datos de entrada con información precisa y completa, revisar periódicamente la tabla de rotaciones por familia para reflejar cambios en los patrones de venta, calibrar los umbrales de descuento y acciones según los resultados observados, y utilizar el resumen ejecutivo como base para reuniones de revisión de inventario. El sistema está diseñado para evolucionar junto con el negocio, permitiendo ajustes de configuración que reflejen aprendizajes operativos continuos.

---

**Documento generado automáticamente para el equipo de Jardinería Aranjuez**

Fecha de generación: Técnica - Basada en análisis del código fuente