

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería



Proyecto Integrador - Tercer entregable

Presentado por:

Juan Sebastian Gil Sánchez

Juliana Parra Caro

Joan Nicolás Hernández Ortegón

Nicolas Alejandro Fajardo Ramírez

Profesor:

Sergio Enrique Vargas Pedraza

Asignatura:

Sistemas de Información

Bogotá, D.C

27 / 11 / 2025

1. Validación de Requerimientos

1.1 Verificación de la Trazabilidad

La trazabilidad de requerimientos es el proceso de asegurar que cada necesidad de negocio (Requerimiento Funcional, RF) esté cubierta por un componente de diseño (Caso de Uso, CU) y que, a su vez, cada componente de diseño tenga una justificación de negocio. La matriz generada en el entregable anterior confirma el alcance del prototipo.

ID Requerimiento	Nombre Requerimiento	CU-01: Registrar Venta y Generar Factura	CU-02: Realizar Cierre de Caja	CU-03: Consultar Reporte de Desempeño
RF_1	Registro de Venta y Facturación	X		
RF_2	Control Diario de Caja		X	
RF_3	Gestión de Roles y Permisos	X	X	X ⁷
RF_4	Reporte de Desempeño por Ventas			X ⁸
RF_5	Integración con Hardware POS	X		
RF_6	Gestión de Productos (CRUD)	X		

RF_7	Gestión de Locales (CRUD)	X ¹¹		X ¹²
RF_8	Dashboard de KPIs			X
RF_9	Registro de Gastos Operativos		X	
RF_10	Anulación de Transacciones			

Conclusiones Clave de la Trazabilidad:

- **Cobertura de Alta Prioridad:** Los requerimientos nucleares RF_1, RF_2 y RF_4 están cubiertos directamente por los casos de uso principales (CU-01, CU-02 y CU-03, respectivamente).
- **Requerimiento Transversal:** El RF_3 (Gestión de Roles y Permisos) es un requisito transversal, ya que su lógica de validación debe invocarse en todos los casos de uso para asegurar la segregación de funciones.
- **Precondiciones:** RF_6 (Gestión de Productos) y RF_7 (Gestión de Locales) actúan como precondiciones. El sistema no puede registrar una venta (CU-01) sin productos definidos ni generar reportes (CU-03) sin locales asociados.
- **Omisión Deliberada:** El RF_10 (Anulación de Transacciones) se marcó como **No Implementado** y de **Prioridad Baja** en la fase de prototipo, lo que se confirma al no tener ninguna 'X' asociada en la matriz. Esto valida la gestión del alcance del proyecto.

1.2 Verificación del Cumplimiento de Requerimientos No Funcionales (RNF)

Los RNF definen los atributos de calidad bajo los cuales debe operar el sistema. Su cumplimiento es vital, ya que un sistema funcional pero lento o inseguro no sería adoptado por el persona. La siguiente tabla resume el estado de cumplimiento del prototipo:

ID	Categoría	Descripción (Meta)	Criterio de Aceptación (Medible)	¿Cumple?
RNF_1	Usabilidad	Interfaz intuitiva, adaptada a usuarios con poca experiencia tecnológica.	Un cajero nuevo debe poder registrar una venta compleja en menos de 10 minutos de capacitación.	Sí
RNF_2	Desempeño	El sistema debe registrar una venta en menos de 30 segundos.	Las pruebas de carga media muestran un tiempo promedio de transacción de 25 segundos .	Sí
RNF_3	Seguridad	Implementar autenticación segura y respaldo automático en la nube.	Las contraseñas de usuario deben almacenarse cifradas (hashed con salt) en la BD.	Sí
RNF_4	Costo	La solución debe mantener costos accesibles para pequeños negocios.	Implementación basada en tecnologías de código abierto (PostgreSQL, Node.js, React) para eliminar costos de licenciamiento.	Sí

RNF_5	Desempeño	El dashboard (RF_8) debe cargar la información consolidada en menos de 8 segundos.	El dashboard carga en un promedio de 6 segundos (consultando 50+ registros).	Sí
RNF_10	Escalabilidad	La arquitectura de la base de datos debe soportar el crecimiento del negocio (ej. 5 nuevos locales).	El modelo de datos incluye una tabla Locales que permite asociar todas las transacciones a un local, cumpliendo el criterio.	Sí

1.3 Validación de las Reglas de Negocio (BR)

La validación funcional se realizó ejecutando los Casos de Uso (CU-01 y CU-02) sobre el prototipo funcional, que utiliza persistencia en memoria. Se verifica que las reglas de negocio críticas se cumplan en la Capa de Lógica de Negocio:

- **BR-01 Cumplimiento Fiscal y Regulatorio:** Se valida durante el **CU-01 (Registrar Venta)**.
 - **Verificación:** El sistema solicita la información mínima viable del cliente para la facturación (NIT/Cédula). Aunque se permite la culminación asíncrona de la venta en caso de error para no detener la operación, la transacción queda marcada para corrección posterior por el rol contable, garantizando el cumplimiento fiscal a largo plazo.
- **BR-02 Integridad Estructural y Geográfica:** Se valida durante el **CU-01 (Registrar Venta)**.
 - **Verificación:** El modelo de datos (E-R) y el flujo del CU-01 aseguran que al registrar la venta, el sistema asocia obligatoriamente la transacción al local y al Cajero correspondiente mediante llaves foráneas (**local_id (FK)** y **usuario_id (FK)**) Esto impide la creación de transacciones "huérfanas" y es la base del RF_4.
- **BR-03 Definición del Ciclo Operativo:** Se valida durante el **CU-02 (Realizar Cierre de Caja)**.
 - **Verificación:** Una vez que el Encargado confirma el cierre de caja (Paso 10 del flujo principal), el sistema marca la jornada como "Cerrada" e impide el registro de nuevas transacciones, haciendo cumplir el ciclo contable diario.

- **BR-07 Objetividad en los Cálculos Financieros:** Se valida durante el **CU-02 (Realizar Cierre de Caja)**.
 - **Verificación:** La discrepancia no es un campo manual. El sistema aplica automáticamente la fórmula $\$Diferencia = Total\ Contado\ Físico - (Total\ Ventas\ del\ Sistema - Total\ Gastos\ Registrados)\$$. El Encargado solo ingresa el monto contado real.

2. Dashboards y Análisis

La presente sección detalla la herramienta de *Business Intelligence* (BI) utilizada y la configuración del modelo de datos para los reportes, seguida por la descripción analítica de los Dashboards desarrollados, cumpliendo con el objetivo de transformar los datos transaccionales del sistema en información accionable para la toma de decisiones.

2.1 Elección de la Herramienta y Conexión (2.1 y 2.2)

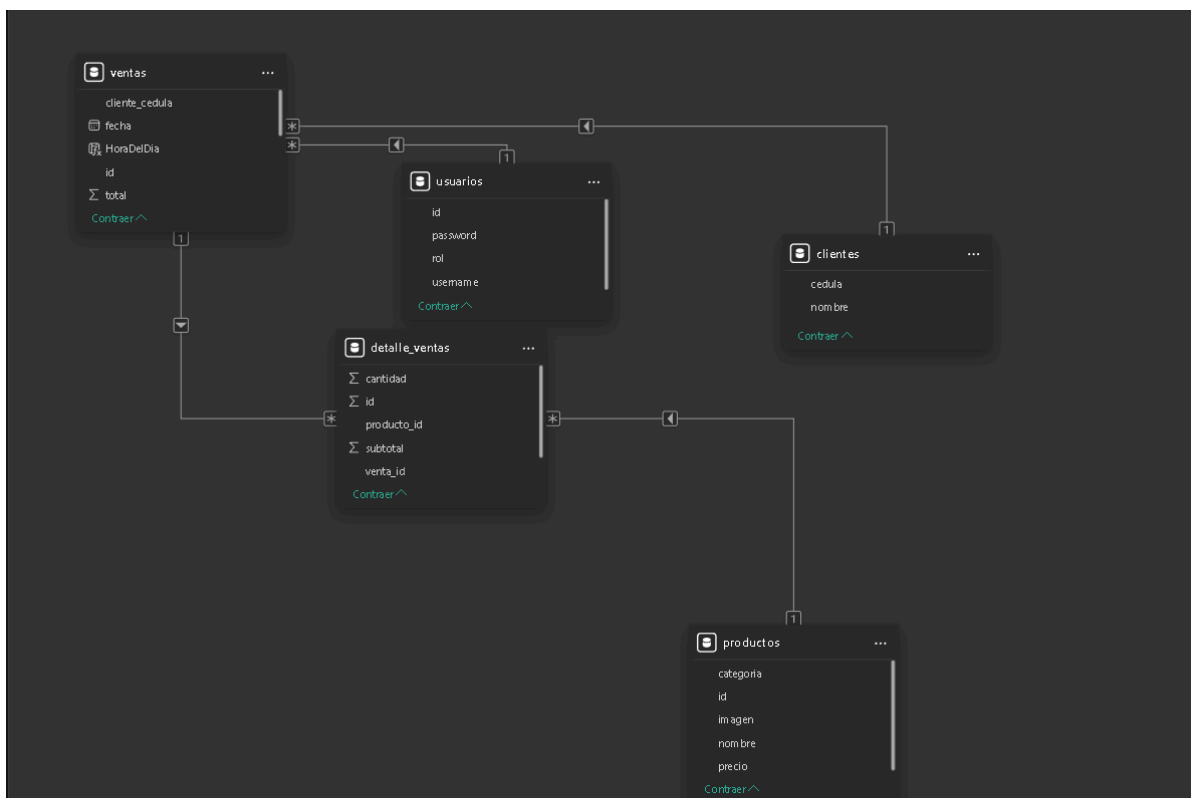
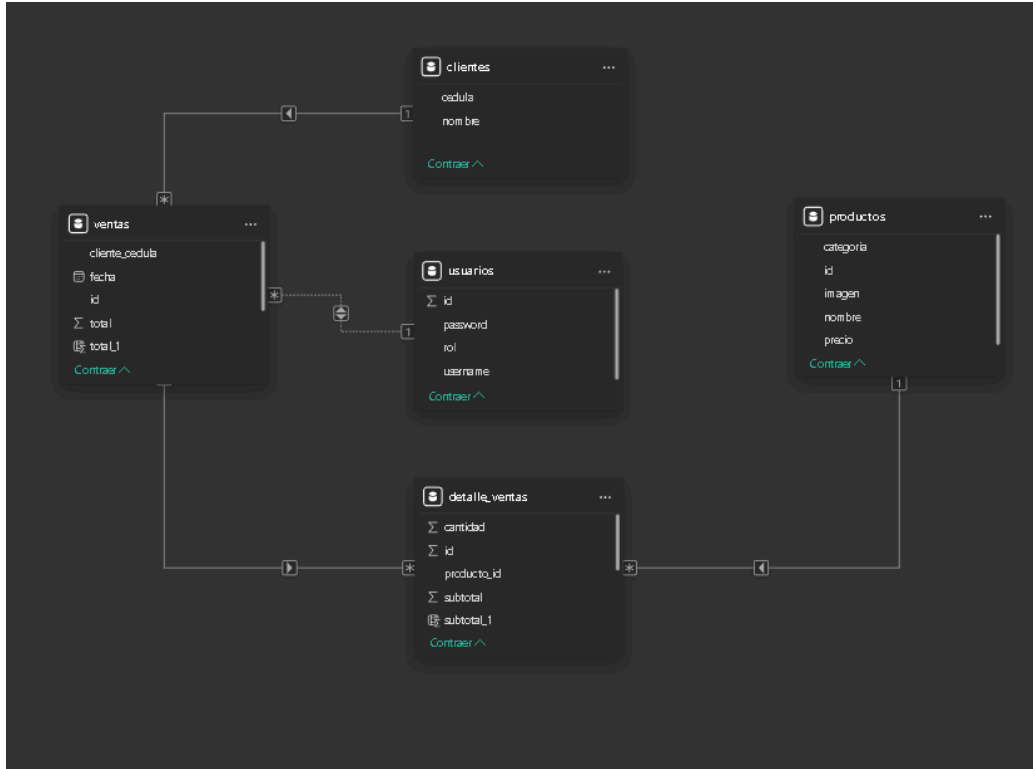
2.1.1 Herramienta de BI Seleccionada

Para el desarrollo de los *dashboards* y el análisis de los datos generados por el Sistema de Información, se seleccionó **Microsoft Power BI Desktop**.

La elección se fundamenta en su robustez para el modelado de datos, su amplia librería de visualizaciones dinámicas y su capacidad para integrarse con diversas fuentes de datos relacionales y no relacionales, lo cual facilita la generación del archivo **.pbix** requerido para la entrega.

2.1.2 Conexión a la Base de Datos

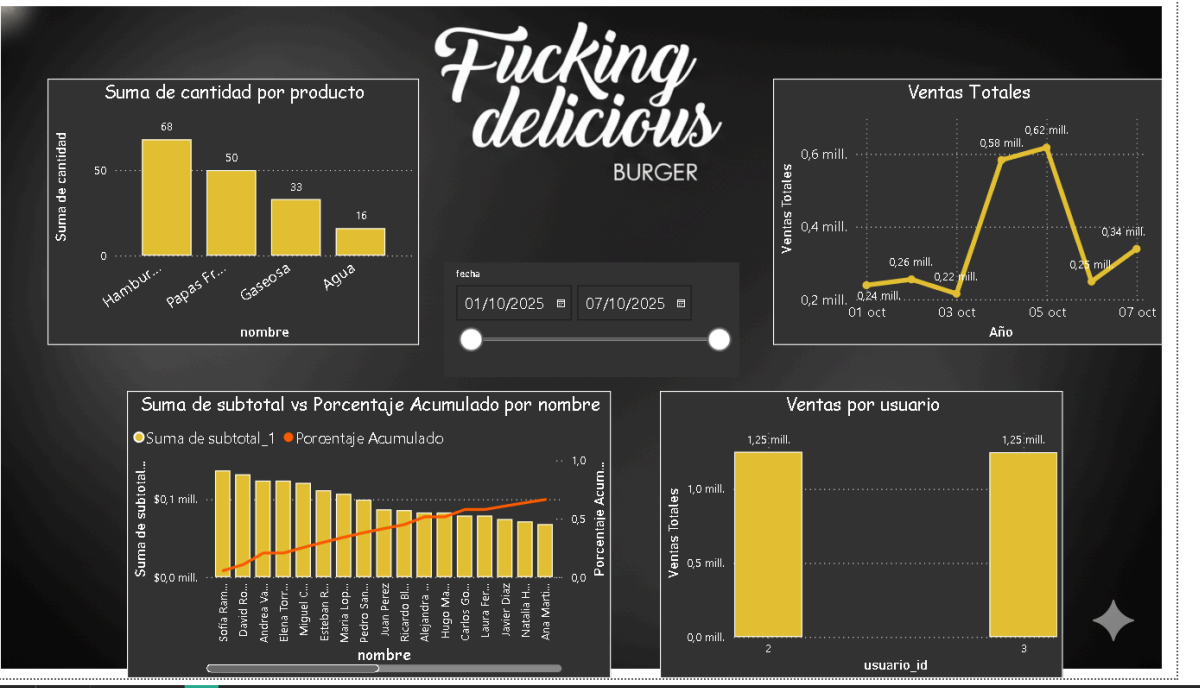
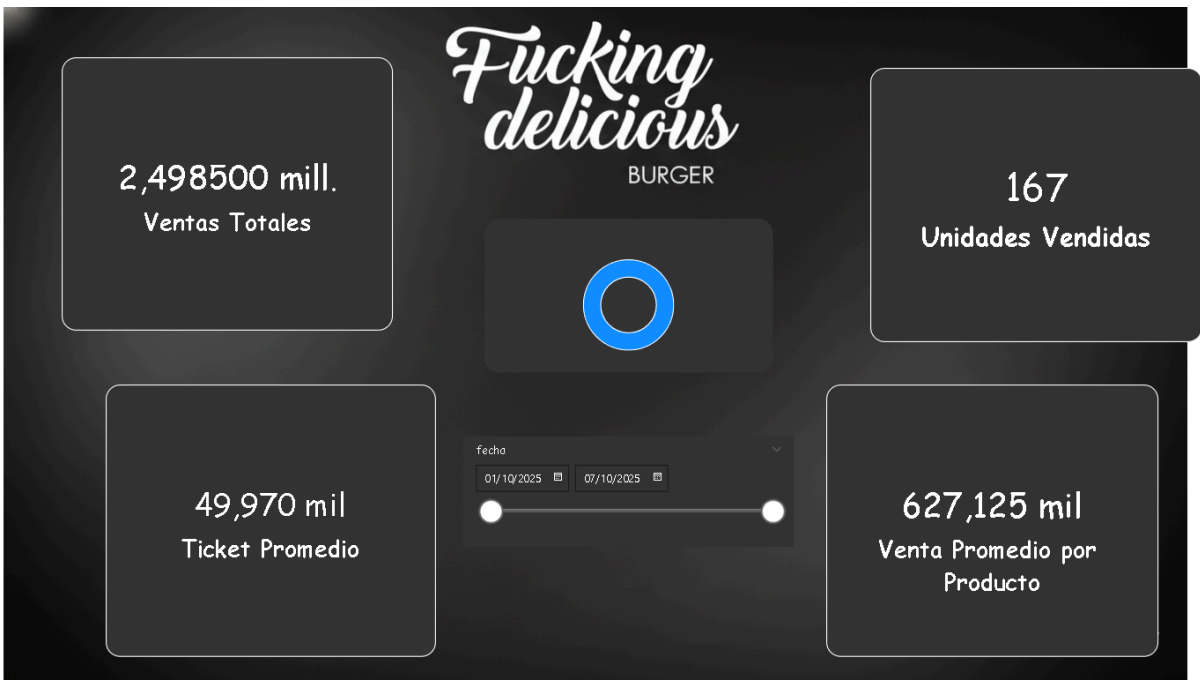
La herramienta de BI se conectó a la Base de Datos del sistema, la cual reside en una base de datos local. Se realizó la importación y el modelado de las siguientes tablas principales: Ventas, Detalle_Ventas, Productos y Usuarios (Cajeros).



2.2 Dashboards y Análisis Específico

2.2.1 Dashboard 1: Demanda, Acumulado y Estrategia de Clientes

Este primer *dashboard* fue diseñado con un enfoque estratégico, priorizando el **análisis de la demanda de productos** y la **identificación de la base de clientes de alto valor**, lo cual es fundamental para la gestión de inventario y la estrategia de fidelización.



Visualización	Relevancia Operacional	Descripción y Utilidad
Suma de Cantidad por Nombre	Gestión de <i>Stock</i> y Demanda.	Ranking de artículos por unidades vendidas. Confirma la alta demanda de Hamburguesa (68 unidades), seguida por Papas Fritas (50). Crucial para el cálculo de puntos de reorden de inventario.
Ventas Totales	Variabilidad e Identificación de Picos.	Gráfico de línea que muestra la tendencia diaria. Destaca el pico de ventas el 05 de octubre (\$0.62\$ mill.) y el valle del 03 de octubre (\$0.22\$ mill.). Utilizado para detectar eventos anómalos o días de alto rendimiento.
Suma de subtotal vs Porcentaje Acumulado	Análisis de Pareto de Clientes.	Métrica avanzada que identifica qué clientes (Nombres) contribuyen con el mayor porcentaje al ingreso total. Muestra que Kelly Ro. y David Ro. son los clientes con mayor <i>lifetime value</i> en el periodo analizado.
Ventas por Usuario	Rendimiento del Personal.	Distribución de las ventas totales entre los usuarios (Cajeros 2 y 3). Muestra una contribución de ingresos casi idéntica (\$1.25\$ mill. para cada uno), indicando una distribución equitativa de las transacciones.
Filtro de Fecha	Análisis de Periodo.	Permite al usuario manipular el periodo de análisis (01/10/2025 al 07/10/2025).

2.3.1 Cuenten lo que Encontraron

El análisis del Dashboard 1 fortalece la visión estratégica con tres hallazgos centrados en la planificación y la gestión de clientes.

Hallazgo 1: Impacto y Volatilidad Extrema en la Demanda Diaria

La gráfica de Ventas Totales por Día revela una variabilidad considerable en el desempeño diario. En contraste con el Dashboard 2, este gráfico resalta que el día 05 de octubre fue el de mayor facturación (\$0.62\$ mill.), superando en casi tres veces las ventas del día 03 de octubre (\$0.22\$ mill.). Esta diferencia extrema sugiere que el negocio depende significativamente de factores específicos de día o de eventos puntuales, lo que representa un riesgo para la estabilidad operativa.

¿Qué Recomienda al Negocio?

1. **Estudio de Impacto:** Realizar una investigación de mercadeo para identificar los factores que dispararon las ventas el 05 de octubre (ej. promociones, clima, fin de semana) para replicarlos.
2. **Mitigación de Riesgos:** Desarrollar un plan de contingencia para estabilizar los días de baja venta mediante promociones programadas o *marketing* dirigido.

Hallazgo 2: Validación del Principio de Pareto en Clientes

El análisis de Suma de subtotal vs Porcentaje Acumulado confirma el Principio de Pareto (80/20). Se observa que un número reducido de clientes (aproximadamente los primeros 4-5 nombres: Kelly Ro., David Ro., Andrea V., etc.) son responsables de la mayor parte del ingreso total. La curva de porcentaje acumulado se dispara en estos primeros segmentos, indicando una alta dependencia de una base de clientes muy concentrada.

¿Qué Recomienda al Negocio?

1. **Estrategia de Retención:** Crear un programa de *Customer Relationship Management* (CRM) centrado en la retención de estos clientes clave. Esto podría incluir ofertas exclusivas o niveles de membresía premium para proteger la fuente principal de ingresos.
2. **Marketing de Valor:** Analizar los patrones de compra de este grupo para identificar qué productos y *bundles* generan mayor valor, y luego promocionarlos a la base de clientes menos activos.

Hallazgo 3: Uniformidad en la Distribución de Transacciones por Usuario

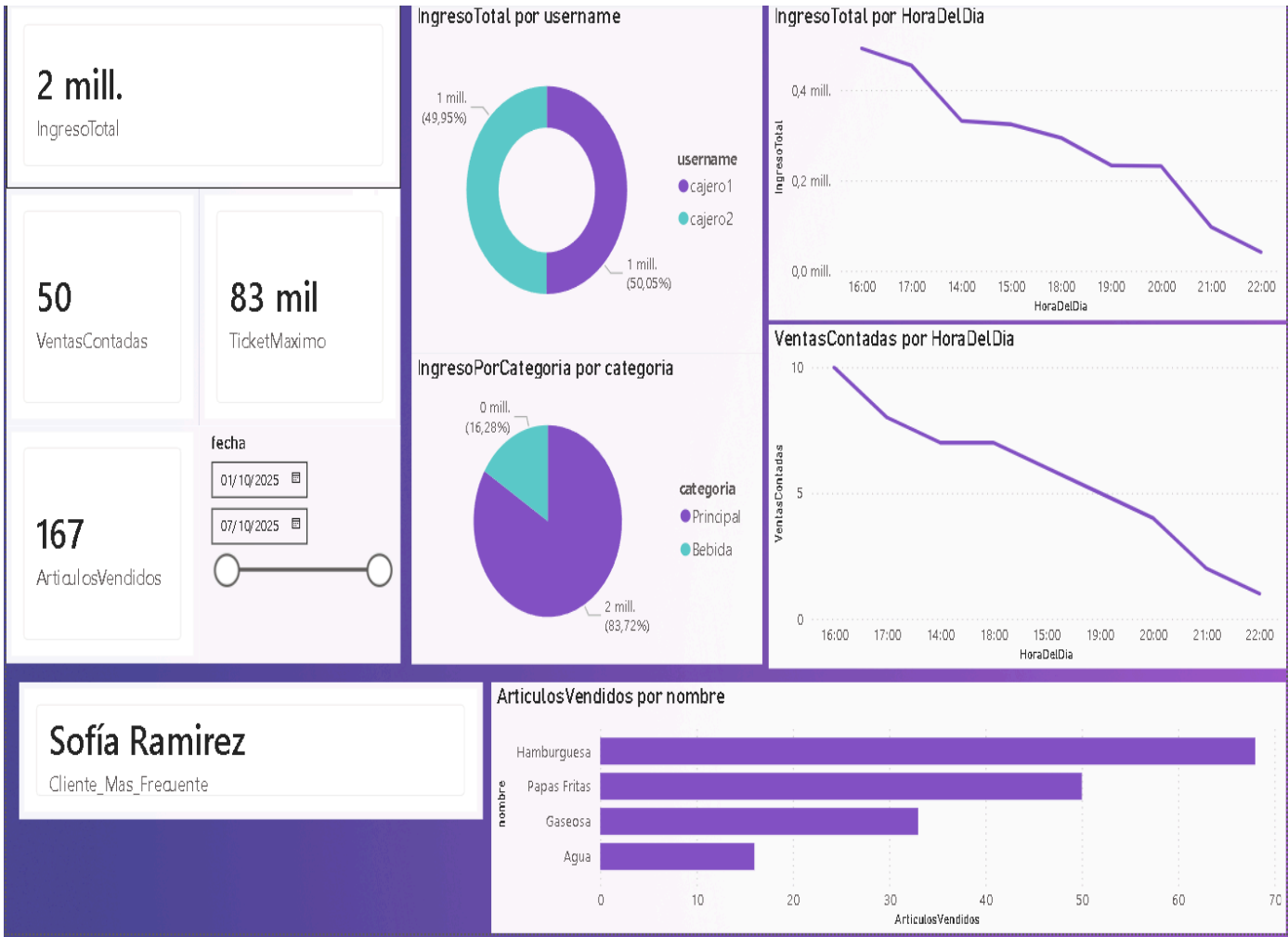
El gráfico Ventas por Usuario (Usuarios 2 y 3) muestra que ambos operadores han generado exactamente la misma cantidad de ventas totales (\$1.25\$ mill. cada uno). Esta paridad es notable e indica una asignación de turnos o de volumen de clientes extremadamente bien balanceada.

¿Qué Recomienda al Negocio?

- 1. **Fomento de la Competencia Constructiva:** Implementar métricas de desempeño más detalladas (ej. *Ticket Promedio* o *Artículos por Transacción*) que permitan diferenciar el rendimiento individual más allá del total de ventas, incentivando la mejora continua.
- 2. **Referente Operacional:** Utilizar a estos dos usuarios como referentes para la capacitación de nuevo personal, dado su desempeño equilibrado y eficiente en la generación de ingresos.

2.2.2 Dashboard 2: Análisis de Ventas y Rendimiento Operacional

El Dashboard 2 está diseñado como un reporte gerencial para ofrecer una visión consolidada del rendimiento del negocio en un periodo determinado (actualmente filtrado del 01/10/2025 al 07/10/2025)



Tipo de Métrica	Visualización	Descripción y Relevancia Operacional
KPIs de Rendimiento	Ingreso Total, Ventas Contadas, Ticket Máximo, Artículos Vendidos.	Estas tarjetas de métricas ofrecen una visión instantánea del volumen de negocio y el valor de las transacciones. El Ticket Máximo (83 Mil) es un indicador clave para detectar transacciones atípicas o de alto valor.
Análisis Temporal	Ingreso Total por Hora del Día, Ventas Contadas por Hora del Día.	Permite identificar los horarios pico de ingresos y transacciones, esencial para la planificación de recursos humanos y la gestión de inventario durante el día.
Distribución de Ingresos	Ingreso Total por Username (Cajeros), Ingreso por Categoría.	Mide la eficiencia del personal (Cajero 1 vs Cajero 2) y la rentabilidad de las categorías de productos (Principal vs Bebida).
Rendimiento de Productos	Artículos/Vendidos por nombre.	Gráfico de barras que clasifica los productos más vendidos, siendo la Hamburguesa el artículo de mayor demanda en el periodo analizado.
Identificación de Cliente	Sofía Ramírez (Cliente Más Frecuente).	Indicador de fidelización que permite identificar y potencialmente recompensar al cliente más activo.

2.3.2 Cuenten lo que Encontraron

El análisis profundo del Dashboard 2 permitió identificar tres hallazgos cruciales que se traducen en recomendaciones estratégicas y operacionales para el negocio.

Hallazgo 1: Concentración Crítica del Flujo de Caja en la Tarde

El análisis de las curvas de Ingreso Total por Hora del Día y Ventas Contadas por Hora del Día evidencia una concentración de la actividad comercial entre las 16:00 y las 20:00 horas. Después de las 21:00, las transacciones y los ingresos caen de manera sostenida, hasta alcanzar un nivel mínimo pasadas las 22:00. Esta tendencia genera una operación "desbalanceada", donde el grueso de la rentabilidad se define en un periodo limitado.

¿Qué Recomienda al Negocio?

1. **Optimización Operacional:** Ajustar los horarios del personal, garantizando la máxima capacidad de atención (cajeros y cocina) durante el *peak time* (16:00 a 20:00) para evitar cuellos de botella y maximizar la satisfacción del cliente.
2. **Estrategia de Cierre:** Evaluar la rentabilidad real de mantener la operación después de las 22:00. Si los ingresos generados no cubren los costos marginales de operación (salarios por hora, energía), se sugiere considerar un cierre más temprano o la implementación de promociones de "última hora".

Hallazgo 2: Oportunidad de Crecimiento en la Categoría de Bebidas

El gráfico de torta Ingreso por categoría indica que la categoría Bebida solo contribuye con un porcentaje reducido (aproximadamente el 16.28%) al Ingreso Total, en contraste con el dominio de la categoría Principal (aproximadamente 83.72%). Esto sugiere que no se están realizando ventas cruzadas (cross-selling) de manera efectiva o que el valor promedio de las bebidas es muy bajo en relación con los platos principales.

¿Qué Recomienda al Negocio?

1. **Estrategia de Upselling:** Implementar una política de venta sugestiva en el punto de venta (cajas) para asegurar que a cada producto de la Categoría Principal se le ofrezca al menos una bebida.
2. **Análisis de Margen:** Realizar un análisis de margen de contribución para las bebidas. Si el margen es bajo, buscar proveedores con mejores costos o introducir opciones de bebidas *premium* de mayor valor y rentabilidad.

Hallazgo 3: Equilibrio en el Rendimiento del Personal de Caja

El gráfico Ingreso Total por username revela un rendimiento casi idéntico entre los dos operadores de caja: Cajero 1 (49.95%) y Cajero 2 (50.05%). Este balance indica que el sistema de asignación de turnos o la distribución de la carga de trabajo está siendo justa y equitativa.

¿Qué Recomienda al Negocio?

1. **Implementar Incentivos:** Aprovechar este equilibrio para introducir un sistema de bonificaciones o reconocimiento basado en métricas de venta (ej. *Ticket Promedio* o *Artículos por Transacción*). Esto podría impulsar a ambos cajeros a superar el rendimiento del mes anterior y aumentar la facturación general, en lugar de competir entre sí.
2. **Capacitación Cruzada:** Utilizar al cajero con mejor desempeño en métricas específicas (si las hay) para capacitar al otro, promoviendo la replicación de mejores prácticas operacionales.

3. Resumen del Proyecto

3.1 Justificación del Sistema y Problema Resuelto

El proyecto desarrolló un sistema de información para **Fucking Delicious Burger**, enfocado en digitalizar y centralizar el **Módulo de Facturación y Control de Ventas**.

El problema de negocio raíz era la **alta dependencia de procesos manuales** para facturación y reportes. Esta dependencia generaba:

- Errores frecuentes y discrepancias contables entre locales.
- Retrasos significativos en la obtención de informes gerenciales.
- Dificultades para cumplir con los requisitos de facturación electrónica de la DIAN.
- Desconexión entre sucursales, lo que afectaba la unificación del funcionamiento.

La solución se basó en un sistema centralizado que usa una arquitectura de **Tres Capas** (N-Tier) para proveer agilidad, control y cumplimiento fiscal.

3.2 Alcance Funcional y Logros Clave

El prototipo funcional se centró en los requisitos de **Alta Prioridad**, logrando la validación de los tres Casos de Uso centrales:

1. **CU-01 Registrar Venta y Generar Factura (RF_1):** Proporciona una interfaz de Punto de Venta (POS) ágil (RNF_2, < 30 segundos) que cumple con la captura de datos fiscales mínimos de la DIAN (BR-01).
2. **CU-02 Realizar Cierre de Caja (RF_2, RF_9):** Resuelve el problema de las "diferencias entre las cajas" al calcular automáticamente la discrepancia, eliminando los errores de cálculo manual (BR-07).
3. **CU-03 Consultar Reporte de Desempeño (RF_4, RF_8):** Permite al Gerente acceder a datos consolidados y KPIs en tiempo real (RNF_5, < 8 segundos).

3.3 Arquitectura y Tecnologías

El sistema se diseñó bajo una **Arquitectura en Tres Capas** para garantizar la **Mantenibilidad (RNF_8)** y **Escalabilidad (RNF_10)**.

Componente	Tecnología Seleccionada	Justificación
Frontend	TKinter	Interfaz POS ágil e intuitiva (RNF-1).
Backend	Python/Spring Boot (Lógica de Negocio)	Manejar la lógica de negocio central y las transacciones críticas con solidez y gestión de concurrencia.
Base de Datos	SQLite	Base de datos relacional muy potente y ligera que no requiere servidores remotos ni costos adicionales.

3.4 Conclusión y Próximos Pasos

El prototipo ha validado la lógica de negocio central sobre un modelo de persistencia en memoria. La siguiente fase será la **Implementación y Despliegue**, que incluye:

- La conexión real a la base de datos **SQLite** y la ejecución del Script SQL de Creación (DDL)
- El desarrollo final del módulo de **Análisis y Dashboards** (Sección 2 del presente documento)