



FACULTAD DE INFORMÁTICA

INTELIGENCIA DE NEGOCIO

Trabajo académicamente dirigido

María Pascual Box
m.pascualbox@um.es

Profesores: Manuel Campos Martínez
Gregorio Martínez Pérez

Índice

1. Introducción	2
1.1. Modelo de negocio	2
1.2. Flota de camiones	2
1.3. Tipo de productos transportados	2
2. Objetivos del negocio	3
2.1. Garantizar un servicio de alta calidad a los clientes	3
2.1.1. CFS1: Cumplimiento de tiempos de entrega	3
2.1.2. CFS2: Asegurar la satisfacción y lealtad del cliente	4
2.2. Optimizar el rendimiento de la flota	4
2.2.1. CFS 1: Maximizar la capacidad de carga	4
2.2.2. CFS 2: Asegurar el estado óptimo de la flota	5
2.3. Mejorar la eficiencia y rentabilidad del transporte según el tipo de producto	5
2.3.1. CFS1: Comparar la rentabilidad entre transporte de productos en frío y no re- frigerados	5
3. Diseño Lógico	7
3.1. Procesos de negocio	7
3.1.1. Gestión de entregas	7
3.1.2. Gestión del rendimiento de la flota	9
3.2. Dimensiones	10
3.2.1. Dimensión Tiempo	11
3.2.2. Dimensión Camión	11
3.2.3. Dimensión Cliente	12
3.2.4. Dimensión Producto	13
3.2.5. Dimensión Ruta	14
3.2.6. Dimensión Motivo Desplazamiento	14
3.2.7. Dimensión Taller	14
3.3. Cálculo de los indicadores a partir del diseño lógico	15
4. Explotación de datos	15
4.1. Dashboard	15
4.2. Wireframe y gráficos	17
4.2.1. Cumplimiento de entregas	18
4.2.2. Porcentaje de entregas	19
4.2.3. Tiempo promedio de retraso	19
4.2.4. Variabilidad en los tiempos de entrega	20

1. Introducción

Transportes MPBox es una empresa ficticia especializada en el transporte por carretera de productos alimentarios, operando exclusivamente dentro del territorio español. El objetivo de este trabajo será desarrollar un sistema de inteligencia de negocio que permita a la empresa mejorar la toma de decisiones, optimizar los recursos, aumentar la eficiencia y rentabilidad, o conocer mejor a los clientes, entre otros.



1.1. Modelo de negocio

Esta empresa se encarga de transportar productos de un lugar a otro, pero esto no es tan sencillo como parece. *Transportes MPBox* opera como una oficina logística que actúa de intermediaria entre dos grupos clave: clientes y proveedores.

Por un lado, los clientes son tanto empresas como particulares que necesitan trasladar productos alimentarios de manera eficiente y segura. Para ello, contratan a la empresa para gestionar todo el proceso, desde la planificación hasta la ejecución, asegurándose de que sus mercancías lleguen puntualmente al destino.

Por otro lado, los proveedores son empresas y particulares que suministran los recursos necesarios para el correcto funcionamiento de los camiones. Entre los principales proveedores de la empresa destacan las estaciones de servicio (que proveen el combustible de los camiones), los centros logísticos (que suministran los productos que se transportan) y los talleres mecánicos (que aseguran el mantenimiento y reparación de la flota¹).

1.2. Flota de camiones

Transportes MPBox cuenta con una flota compuesta por dos tipos de vehículos:

- **Camiones rígidos.** Tienen una capacidad máxima de 21 palés, lo que los hace ideales para envíos de menor volumen.
- **Camiones tráiler.** Pueden transportar hasta 33 palés, siendo la mejor opción para cargas más grandes o envíos de mayor magnitud.

1.3. Tipo de productos transportados

Hay productos que requieren ser transportados en frío, esto es, que los camiones estén dotados con sistemas de refrigeración. Para garantizar este estándar, todos los camiones de la empresa están provistos con frigoríficos. Es importante destacar que el transporte refrigerado conlleva un mayor consumo de combustible y recursos, pero también genera un beneficio económico superior.

¹En este contexto, se entiende por flota al conjunto de vehículos de una empresa.

2. Objetivos del negocio

Una vez planteado el contexto del negocio, en esta sección se definen los objetivos que la empresa deberá tratar de alcanzar, así como los factores críticos de éxito (CFS) con los que se guiará el logro de cada uno de dichos objetivos, y los indicadores (KPI) necesarios para medir el cumplimiento de esos factores.

Los objetivos globales del negocio son:

- **Garantizar un servicio de alta calidad a los clientes.** Este objetivo es un aspecto fundamental en cualquier empresa. En particular, para una empresa de transporte asegura que se mantenga como un proveedor confiable y eficiente. Esto implica cumplir con los plazos de entrega, mantener altos estándares de calidad y priorizar la satisfacción del cliente. Al hacerlo, la empresa fortalece su reputación, fomenta la confianza y lealtad de sus clientes, y asegura relaciones comerciales sólidas que son esenciales para su sostenibilidad y crecimiento a largo plazo.
- **Optimizar el rendimiento de la flota.** Este objetivo es crucial para mejorar la eficiencia operativa y reducir los costos generales de la empresa. Al maximizar la utilización de los vehículos y asegurar su buen estado, la empresa puede realizar más entregas con menos recursos, lo que incrementa la rentabilidad y la productividad. Además, una flota optimizada contribuye a reducir los tiempos de inactividad, mejora la fiabilidad de los camiones y minimiza los costos imprevistos de mantenimiento.
- **Mejorar la eficiencia y rentabilidad del transporte según el tipo de producto.** Este objetivo busca identificar y maximizar las oportunidades de beneficio tanto en el transporte de productos en frío como en el de productos no refrigerados, evaluando de manera detallada los costos, ingresos y márgenes asociados a cada tipo. La diferencia en los requerimientos de transporte (como el uso de frigoríficos que incrementan el consumo de combustible y recursos) hace que sea esencial tratar cada tipo de producto de manera distinta para optimizar la rentabilidad. Al evaluar los costos operativos específicos de cada categoría de productos, la empresa puede tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos o la decisión de qué tipos productos transportar según obtenga más o menos beneficio para la empresa.

2.1. Garantizar un servicio de alta calidad a los clientes

Para lograr este objetivo, se han identificado los siguientes CFSs.

2.1.1. CFS1: Cumplimiento de tiempos de entrega

Asegurar que las entregas se realicen dentro de los plazos establecidos cumplirá con las expectativas de los clientes, fortaleciendo su confianza en la empresa y la posibilidad de volver a contratar los servicios de la misma.

- **KPI1 Porcentaje de entregas realizadas a tiempo:** Porcentaje de entregas que cumplen con el plazo acordado respecto al total de entregas realizadas.
- **KPI2 Tiempo promedio de retraso por entrega fuera de plazo:** Promedio del tiempo de retraso de las entregas que llegan fuera del plazo acordado.
- **KPI3 Variabilidad en los tiempos de entrega:** Medida de la dispersión de los tiempos de entrega, esto es, el tiempo que transcurre desde que se inicia la entrega hasta que finaliza, calculada como la desviación estándar.

2.1.2. CFS2: Asegurar la satisfacción y lealtad del cliente

Al mantener altos estándares de puntualidad, satisfacción y resolución de incidencias, la empresa no solo preserva su reputación, sino que fomenta relaciones comerciales a largo plazo.

- **KPI4 Porcentaje de clientes recurrentes:** Porcentaje de clientes que contratan los servicios de la empresa en un período determinado respecto al total de clientes.
- **KPI5 Tasa de renovación de contratos de clientes:** Porcentaje de contratos renovados por los clientes al finalizar su vigencia respecto al total de contratos vencidos.
- **KPI6 Número de quejas y reclamaciones por parte de los clientes:** Total de quejas o reclamaciones registradas por los clientes en un período determinado.
- **KPI7 Tasa de resolución de incidencias en menos de 24 horas:** Porcentaje de incidencias que son resueltas en un tiempo menor o igual a 24 horas respecto al total de incidencias reportadas.

CFS	Ident	Indicador	Tipo	Meta	Acción
Cumplimiento de tiempos de entrega	KPI1	Porcentaje de entregas realizadas a tiempo	Outcome	$\geq 95\%$	Establecer horarios más realistas y optimizar las rutas seguidas
Cumplimiento de tiempos de entrega	KPI2	Tiempo promedio de retraso por entrega fuera de plazo	Driver	≤ 1 hora	Analizar los puntos críticos en las rutas y mejorar la coordinación logística
Cumplimiento de tiempos de entrega	KPI3	Variabilidad en los tiempos de entrega	Driver	Reducir a ≤ 30 min	Implementar análisis de datos para optimizar tiempos de entrega
Asegurar la satisfacción y lealtad del cliente	KPI4	Porcentaje de clientes recurrentes	Outcome	$\geq 80\%$	Implementar programas de fidelización y servicio al cliente
Asegurar la satisfacción y lealtad del cliente	KPI5	Tasa de renovación de contratos de clientes	Outcome	$\geq 75\%$	Estrategias de retención de clientes
Asegurar la satisfacción y lealtad del cliente	KPI6	N.º quejas y reclamaciones por parte de los clientes	Driver	Reducir un 2 %	Análisis de las quejas para reducir las incidencias
Asegurar la satisfacción y lealtad del cliente	KPI7	Tasa de resolución de incidencias en menos de 24 horas	Driver	$\geq 90\%$	Establecer un protocolo ágil para la gestión de incidencias

Tabla 1: Resumen de los KPIs relacionados con el objetivo de garantizar un servicio de alta calidad a los clientes.

2.2. Optimizar el rendimiento de la flota

De nuevo, para lograr este objetivo, se han identificado los siguientes CFSs.

2.2.1. CFS 1: Maximizar la capacidad de carga

Este factor crítico de éxito busca garantizar que cada camión transporte la mayor cantidad posible de productos en cada trayecto, optimizando la asignación de cargas y el tipo de vehículo utilizado.

- **KPI8 Tasa de utilización de la flota:** Porcentaje de la capacidad total de los camiones (tanto rígidos como tráiler) que se está utilizando respecto a su capacidad máxima.
- **KPI9 Tasa de utilización de camiones rígidos:** Porcentaje de la capacidad total de los camiones rígidos que se está utilizando respecto a su capacidad máxima.
- **KPI10 Tasa de utilización de camiones tráiler:** Porcentaje de la capacidad total de los camiones tráiler que se está utilizando respecto a su capacidad máxima.
- **KPI11 Porcentaje de viajes con capacidad total utilizada:** Porcentaje de los viajes en los que se utiliza toda la capacidad de carga disponible del camión respecto al total de viajes.

2.2.2. CFS 2: Asegurar el estado óptimo de la flota

Implementar un programa efectivo de mantenimiento preventivo y correctivo minimiza tiempos de inactividad, prolonga la vida útil de los camiones y reduce costos imprevistos.

- **KPI12 Porcentaje de camiones operativos:** Porcentaje de camiones que están disponibles respecto al total de camiones en la flota durante un período determinado.
- **KPI13 Tiempo promedio de inactividad debido al mantenimiento por camión:** Tiempo promedio que los camiones permanecen fuera de servicio debido a actividades de mantenimiento.
- **KPI14 Costo promedio de mantenimiento por camión:** Promedio de los costos incurridos en el mantenimiento de cada camión de la flota.

2.3. Mejorar la eficiencia y rentabilidad del transporte según el tipo de producto

Para alcanzar el objetivo, se detalla el siguiente CFS.

2.3.1. CFS1: Comparar la rentabilidad entre transporte de productos en frío y no refrigerados

Este factor crítico de éxito analiza de manera comparativa los márgenes operativos y la eficiencia entre los dos tipos de transporte, con el fin de priorizar estrategias según su rentabilidad.

- **KPI15 Margen operativo promedio por km por tipo de producto:** Margen operativo (ingresos totales menos costos totales entre los ingresos totales) dividido por los kilómetros recorridos por tipo de producto.
- **KPI16 Porcentaje de ingresos totales por tipo de producto:** Porcentaje de los ingresos totales obtenidos por cada tipo de producto en comparación con los ingresos generados.

CFS	Ident	Indicador	Tipo	Meta	Acción
Maximizar la capacidad de carga	KPI8	Tasa de utilización de la flota	Driver	$\geq 85\%$	Optimizar la asignación de camiones
Maximizar la capacidad de carga	KPI9	Tasa de utilización de camiones rígidos	Driver	$\geq 80\%$	Revisar frecuentemente la asignación de camiones rígidos para trayectos pequeños
Maximizar la capacidad de carga	KPI10	Tasa de utilización de camiones tráiler	Driver	$\geq 90\%$	Garantizar la asignación de tráileres y cargas grandes
Maximizar la capacidad de carga	KPI11	Porcentaje de viajes con capacidad total utilizada	Outcome	$\geq 70\%$	Analizar patrones de carga y ajustar la planificación logística para maximizar la capacidad
Asegurar el estado óptimo de la flota	KPI12	Porcentaje de camiones operativos	Outcome	$\geq 95\%$	Realizar mantenimientos regulares para evitar averías
Asegurar el estado óptimo de la flota	KPI13	Tiempo promedio de inactividad debido al mantenimiento por camión	Driver	≤ 2 días	Optimizar procesos en talleres y priorizar mantenimientos críticos
Asegurar el estado óptimo de la flota	KPI14	Costo promedio de mantenimiento por camión	Outcome	≤ 1200 €/mes	Monitorizar costos y renegociar contratos con talleres mecánicos para reducir gastos

Tabla 2: Resumen de los KPIs relacionados con la optimización del rendimiento de la flota.

CFS	Ident	Indicador	Tipo	Meta	Acción
Comparar la rentabilidad entre transporte de productos en frío y no refrigerados	KPI15	Margen operativo promedio por tipo de producto	Outcome	≥ 25 €/km en frío y ≥ 20 €/km en no frío	Ajustar tarifas o reducir costos operativos según la rentabilidad identificada.
Comparar la rentabilidad entre transporte de productos en frío y no refrigerados	KPI16	Porcentaje de ingresos totales por tipo de producto	Outcome	Dist balanceada o $\geq 60\%$ en frío	Aumentar captación de clientes o renegociar contratos según los resultados de rentabilidad.

Tabla 3: Resumen de KPIs para comparar la rentabilidad entre transporte de productos en frío y no refrigerados.

3. Diseño Lógico

Esta sección consiste en el diseño de los almacenes de datos que permitan medir los indicadores expuestos en el apartado anterior.

Debido a la gran cantidad de indicadores descritos y la dificultad de integrarlos en solo dos procesos, solo se va a tratar un subconjunto de ellos, de tal forma que permitan realizar dos cubos para el diseño lógico, denominados ENTREGA y VIAJE. En particular, los indicadores que no se van a calcular con los procesos seleccionados serán los KPIs 4-7 y los KPIs 15-16.

3.1. Procesos de negocio

Para cada proceso de negocio, se define la tabla de hechos del cubo asociado a dicho proceso, así como su granularidad, la tasa de refresco y las medidas.

3.1.1. Gestión de entregas

Para que los gestores de la empresa puedan medir el cumplimiento de los tiempos de entrega, uno de los procesos que se estudia es la gestión de entregas. Este proceso abarca la planificación, ejecución y monitoreo de las entregas de los productos desde el punto de origen hasta el destino final. Se enfoca en garantizar que las entregas se realicen en los plazos acordados con los clientes, minimizando los retrasos y aumentando la satisfacción del cliente.

La granularidad del cubo es detallada a nivel de entrega individual, mientras que la tasa de refresco es diaria, pues las entregas ocurren diariamente.

El tipo de la tabla de hecho es transaccional, ya que cada registro representa un evento específico, es decir, una entrega individual.

Las medidas se pueden resumir en la siguiente tabla.

Nombre	Descripción	Tipo	Forma de obtenerla
tiempoSalida	Fecha y hora en que el camión inicia la entrega desde el punto de origen.	No aditiva	Registro directo del sistema en el momento de la salida del camión.
tiempoLlegada	Fecha y hora en que el camión entrega los productos en el destino final.	No aditiva	Registro directo del sistema en el momento de la llegada al punto de entrega.
tiempoEntrega	Tiempo total que tomó la entrega desde la salida hasta la llegada al destino.	Aditiva	$\text{tiempoEntrega} = \text{tiempoLlegada} - \text{tiempoSalida}$.
tiempoLímite	Fecha y hora límite en la que la entrega debería completarse según el plazo acordado con el cliente.	No aditiva	Registro basado en el contrato definido para cada entrega.
retrasoEntrega	Tiempo adicional que tomó la entrega en comparación con el tiempo tope (si hubo retraso).	Aditiva	$\text{Retraso} = \max(0, \text{tiempoLlegada} - \text{tiempoLímite})$
cumplimientoPlazo	Booleano que refleja si la entrega se realizó dentro del tiempo tope acordado.	Semiaditiva	Valor calculado como 1 si $\text{tiempoLlegada} \leq \text{tiempoLímite}$; 0 en caso contrario.

Tabla 4: Medidas del proceso *gestión de entregas*

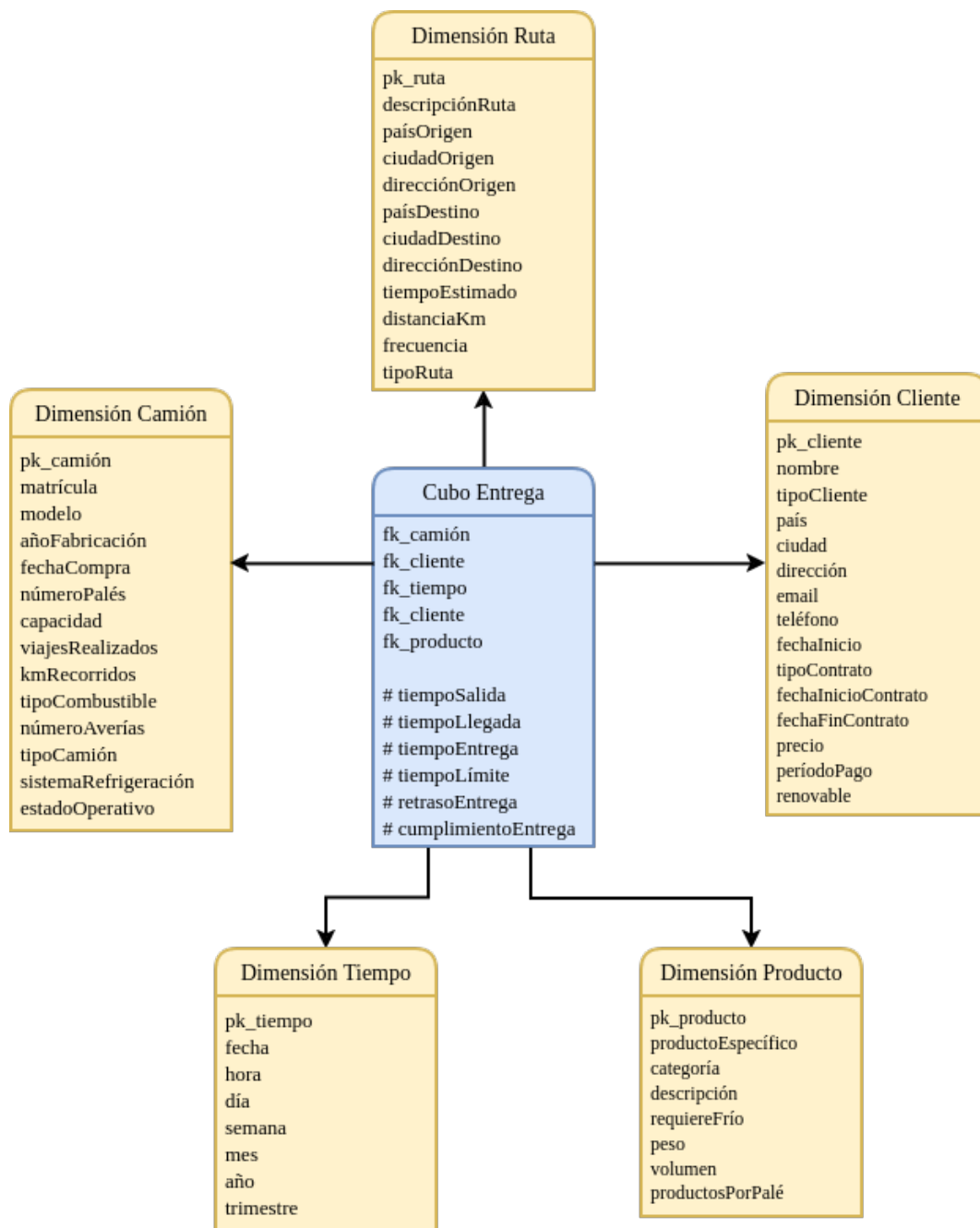


Figura 1: Diagrama del proceso *gestión de entregas*.

3.1.2. Gestión del rendimiento de la flota

Otro proceso clave en una empresa de transporte es la gestión del rendimiento de la flota. Este proceso se enfoca en el monitoreo y optimización del uso de los camiones, asegurando que la capacidad de cada camión se aproveche al máximo y que se mantenga la operatividad de la flota a través de un mantenimiento preventivo de los vehículos. Su objetivo principal es reducir costos y maximizar la rentabilidad.

Para ello, definimos un cubo con la siguiente granularidad: un registro para cada viaje realizado por un camión, ya sea por una ruta programada o para un servicio de mantenimiento. La tasa de refresco será diaria o semanal, dependiendo del volumen de actividad (los viajes se registran diariamente, pero los datos de mantenimiento pueden actualizarse semanalmente).

El tipo de la tabla de hecho será *snapshot*, dado que los indicadores están basados en la consolidación de datos de múltiples viajes.

Las medidas se resumen en la siguiente tabla

Nombre	Descripción	Tipo	Forma de obtenerla
palésTransportados	Número de palés transportados en una ruta programada.	No aditiva	Registro directo del sistema cuando se hace una ruta programada.
tiempoEntradaTaller	Fecha y hora en que el camión ingresó al taller para mantenimiento preventivo o correctivo.	No aditiva	Registro directo del sistema de gestión del taller, capturado al momento de la entrada.
tiempoSalidaTaller	Fecha y hora en que el camión salió del taller tras completar el mantenimiento.	No aditiva	Registro directo del sistema de gestión del taller, capturado al momento de la salida.
tiempoInactividad	Tiempo total que un camión no estuvo operativo debido a reparaciones o mantenimiento.	Aditiva	tiempoSalidaTaller - tiempoEntradaTaller
costoMantenimiento	Coste asociado al mantenimiento preventivo del camión.	No aditiva	Registro directo del taller cuando se hace el mantenimiento.
costoReparación	Coste asociado a la reparación del camión.	No aditiva	Registro directo del taller cuando se hace la reparación.

Tabla 5: Medidas del proceso *gestión del rendimiento de la flota*

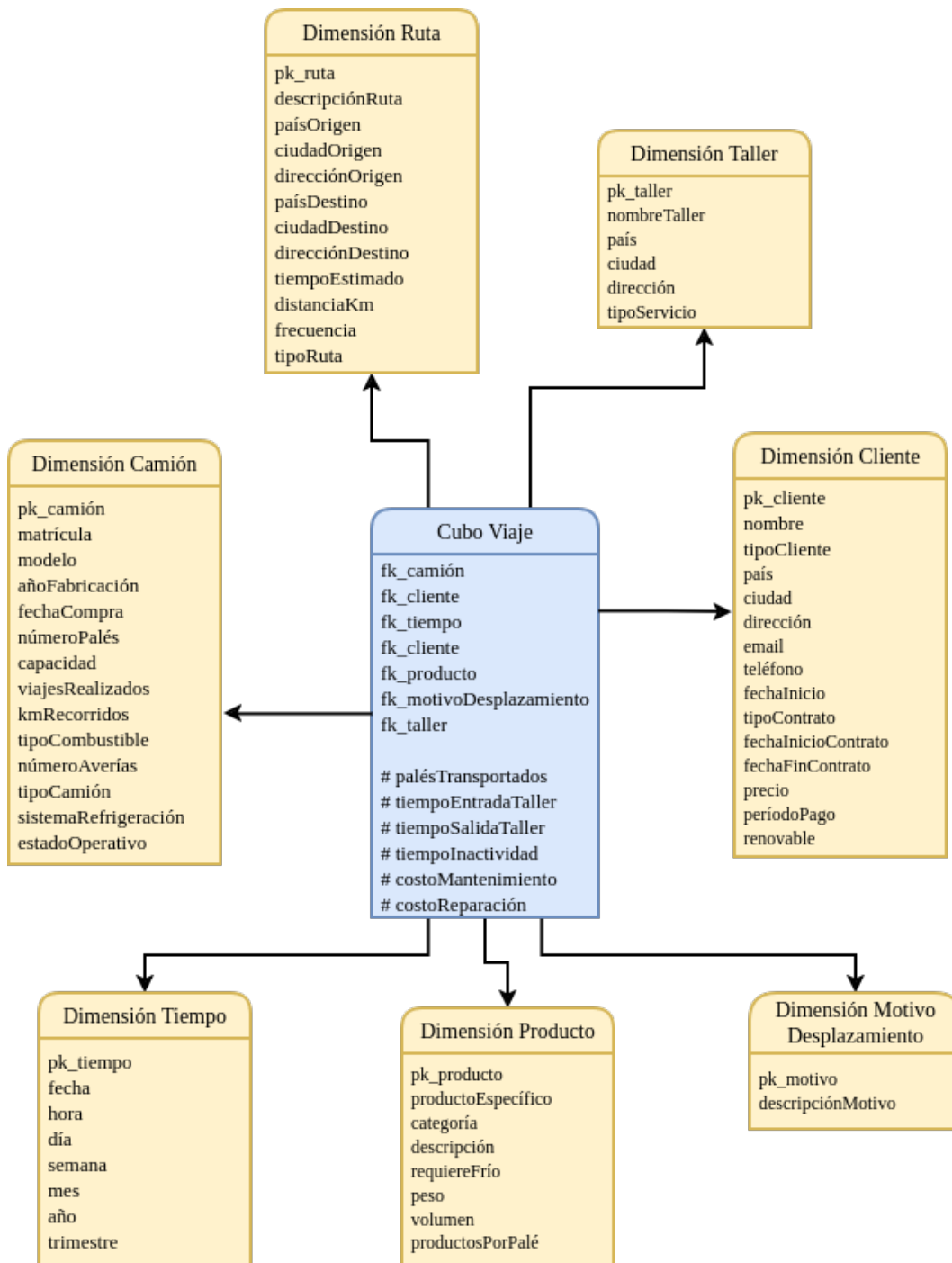


Figura 2: Diagrama del proceso *gestión del rendimiento de la flota*.

3.2. Dimensiones

En esta sección se detallan las dimensiones presentes en los cubos, indicando, para cada una de ellas, si es una dimensión compartida, sus atributos, si es lentamente cambiante y las técnicas de cómo abordarlo.

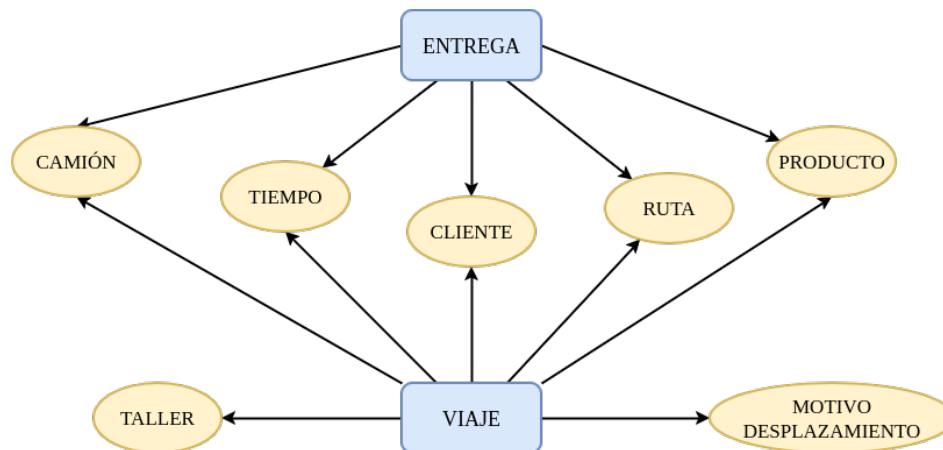


Figura 3: Diagrama global de los dos procesos.

3.2.1. Dimensión Tiempo

Representa la información temporal asociada a las entregas, como fecha y hora de salida y llegada. No es una dimensión lentamente cambiante, pues la fechas no cambian. Esta dimensión es compartida con el cubo de la gestión de la flota.

Nombre del atributo	Tipo	Descripción
pk_tiempo	Int	Identificador único de fecha
fecha	Date (dd/mm/aaaa)	Día específico de la entrega.
hora	Time (hh:mm)	Hora específica del evento.
día	Int	Día de la semana
semana	Int	Semana del año en que ocurre el evento.
mes	Int	Mes del año.
año	Int	Año del evento.
trimestre	Int	Trimestre del año.

Tabla 6: Atributos de la dimensión Tiempo

Además se define la siguiente jerarquía de atributos:

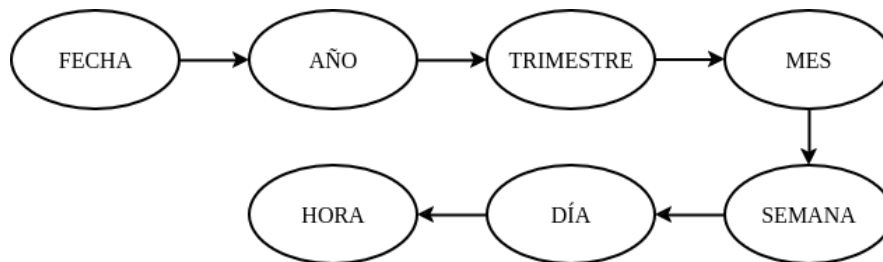


Figura 4: Jerarquía de fecha

3.2.2. Dimensión Camión

La dimensión Camión detalla las características de los camiones de la empresa. De nuevo, es una dimensión compartida con el cubo que gestiona el rendimiento de la flota.

Esta dimensión tiene atributos (ver Tabla 7) que cambian con muy poca frecuencia a lo largo del tiempo, como son *númeroAverías* y *estadoOperativo*, por lo que se trata de una dimensión lentamente cambiante. Tener un historial de las veces que un camión ha pasado por un taller, ya sea para un mantenimiento preventivo (como pasar la ITV, cambiar las ruedas por desgaste, etc) o por una reparación, es importante para evaluar el desgaste y la confiabilidad del camión o incluso verificar la efectividad el mantenimiento preventivo. Por ello, para tratar estos atributos se opta por crear un nuevo registro (es decir, una nueva fila del cubo) cada vez que dichos atributos cambien, con marcas de fecha de inicio y fin.

No se considera necesario el uso de tablas adicionales (mini-dimensión), ya que se presupone que en una empresa de transporte, los vehículos pasan la mayor parte del tiempo en estado operativo y rara vez se averían. Además, otra razón es que no incluir una dimensión nueva mantiene la simplicidad del modelo.

Nombre del atributo	Tipo	Descripción
pk_camión	Int	Identificador único del camión.
matrícula	String	Número de matrícula del camión.
modelo	String	Modelo del camión.
añoFabricación	Int	Año en que se fabricó el camión.
fechaCompra	Date	Fecha de cuándo se compró.
númeroPalés	Int	Número de palés máximos que puede transportar.
capacidad	Int	Capacidad máxima (en kg) que puede transportar.
viajesRealizados	Int	Número total de viajes realizados.
kmRecorridos	Int	Número total de km recorridos.
tipoCombustible	String	Tipo de combustible.
númeroAverías	Int	Número de veces que el camión ha necesitado ser reparado desde que se compró.
tipoCamión	String	Indica si el camión es de tipo tráiler o rígido.
sistemaRefrigeración	Boolean	Indica si el camión tiene o no frigorífico.
estadoOperativo	Boolean	Indica si el camión está operativo. En caso de no estarlo, es porque necesita pasar por el taller para mantenimiento o para ser reparado tras una avería.

Tabla 7: Atributos de la dimensión Camión

3.2.3. Dimensión Cliente

Detalla la información relacionada con el cliente para el cual estamos realizando el viaje programado o la entrega. Almacena tanto la información personal como los datos asociados al contrato que tiene con la empresa. También se trata de una dimensión compartida.

Es una dimensión lentamente cambiante, pues muchos de sus atributos (ver Tabla 8) varían con el tiempo. Depende de qué atributos cambien, aplicaremos una técnica para abordarlos u otra:

- Los atributos *dirección*, *email*, *ciudad*, *teléfono*: atributos referentes a la información personal del cliente. No nos interesa guardar los cambios, por lo que los sobrescribimos.
- Todos los atributos relacionados con el contrato (*tipoContrato*, *fechaInicioContrato*, *fechaFinContrato*, *precio*, *periodoPago*, y *renovable*). La información del contrato es clave para realizar análisis históricos sobre los cambios en las condiciones del contrato de los clientes a lo largo del tiempo (cambios en precios, períodos de pago, o tipos de contrato). Por ello, la estrategia a seguir en este caso será crear un nuevo registro de la dimensión.

Nombre del atributo	Tipo	Descripción
pk_cliente	Int	Identificador único del cliente.
nombre	String	Nombre del cliente.
tipoCliente	String	Tipo del cliente (particular o empresa).
país	String	País del cliente.
ciudad	String	Ciudad del cliente.
dirección	String	Dirección del cliente.
email	String	Dirección electrónica del cliente.
teléfono	String	Teléfono del cliente.
fechaInicio	Date	Fecha del inicio de la relación con el cliente.
tipoContrato	String	Indica el tipo de contrato (anual, mensual, esporádico).
fechaInicioContrato	Date	Fecha de inicio del contrato.
fechaFinContrato	Date	Fecha de finalización del contrato.
precio	Double	Precio del contrato.
períodoPago	String	Período de pago del contrato.
renovable	Boolean	Indica si el contrato es renovable.

Tabla 8: Atributos de la dimensión Cliente

Se define la siguiente jerarquía de atributos:



Figura 5: Jeraquía de dirección.

3.2.4. Dimensión Producto

Esta dimensión contiene la información de los productos que son transportados en las entregas o rutas programadas, por lo que es una dimensión compartida.

Sí es lentamente cambiante, pues los productos pueden sufrir modificaciones en el embalaje o la presentación. Sin embargo, no es relevante guardar estos cambios, por lo que la estrategia a seguir será sobrescribirlos.

Nombre del atributo	Tipo	Descripción
pk_producto	Int	Identificador único del producto.
productoEspecífico	String	Nombre del producto específico.
categoría	String	Indica la categoría del producto alimentario (lácteos, carne, pescado, etc).
descripción	String	Descripción del producto.
requiereFrío	Boolean	Indica si requiere ser (1) o no (0) transportado en frío.
peso	Double	Peso del producto en kilogramos.
volumen	Double	Volumen del producto en metros cúbicos.
productosPorPalé	Int	Indica cuántos productos pueden ir en un palé.

Tabla 9: Atributos de la dimensión Producto

También se encuentra la siguiente jerarquía.

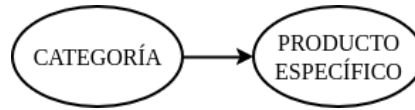


Figura 6: Jerarquía de producto

3.2.5. Dimensión Ruta

La dimensión Ruta describe la información necesaria para los desplazamientos operativos (o viajes programados) que aparecen tanto en entregas como en el rendimiento de la flota, por lo que es una dimensión compartida entre estos procesos.

Los atributos de una ruta (ver Tabla 10) cambian muy raramente, por lo que en caso de ser modificados se sobrescriben.

Nombre del atributo	Tipo	Descripción
pk_ruta	Int	Identificador único de la ruta.
descripciónRuta	String	Descripción de la ruta.
paísOrigen	String	País donde va a comenzar la ruta.
ciudadOrigen	String	Ciudad del origen de la ruta.
direcciónOrigen	String	Dirección del lugar donde inicia la ruta.
paísDestino	String	País donde va a terminar la ruta.
ciudadDestino	String	Ciudad del destino de la ruta.
direcciónDestino	String	Dirección del lugar donde termina la ruta.
tiempoEstimado	Time	Tiempo promedio estimado para completar la ruta.
distanciaKm	Double	Distancia total de la ruta en kilómetros.
frecuencia	String	Periodicidad de la ruta (e.g., diaria, semanal).
tipoRuta	String	Clasificación de la ruta (e.g., regional, interregional).

Tabla 10: Atributos de la dimensión Ruta

Además, los atributos referentes a la localización siguen la misma jerarquía que en 5.

3.2.6. Dimensión Motivo Desplazamiento

Esta dimensión describe las razones detrás de los viajes de los camiones, incluyendo tanto rutas programadas como desplazamientos al taller (ya sea por sesiones de mantenimiento preventivo o reparación de averías). No es una dimensión compartida, ya que las entregas son rutas programadas, ni tampoco una dimensión lentamente cambiante.

Nombre del atributo	Tipo	Descripción
pk_motivoDesplazamiento	Int	Identificador único del motivo.
descripciónMotivo	String	Detalle del motivo (ruta programada, mantenimiento preventivo o reparación).

Tabla 11: Atributos de la dimensión Motivo Desplazamiento

3.2.7. Dimensión Taller

La dimensión Taller detalla la información de los talleres involucrados en el mantenimiento o reparación de la flota. Puesto que solo es necesaria esta información cuando el viaje realizado por el camión no es una entrega, esta dimensión no es compartida.

Nombre del atributo	Tipo	Descripción
pk_taller	Int	Identificador único del taller.
nombreTaller	String	Nombre del taller.
país	String	País del taller.
ciudad	String	Ciudad del taller.
dirección	String	Dirección del taller.
tipoServicio	String	Tipos de servicios ofrecidos por el taller (e.g., reparación general, especialista en frenos).

Tabla 12: Atributos de la dimensión taller

De nuevo, nos encontramos con la jerarquía País → Ciudad → Dirección vista en 5.

3.3. Cálculo de los indicadores a partir del diseño lógico

Por último, se muestra en una tabla un resumen del cálculo de los KPIs definidos anteriormente mediante los cubos definidos.

4. Explotación de datos

En esta sección se aborda la creación de un cuadro de mando (también llamado dashboard) como herramienta clave para medir el progreso hacia los objetivos definidos previamente. En concreto, desarrollaremos un dashboard para analizar el desempeño del proceso de gestión de entregas.

4.1. Dashboard

El diseño del dashboard se centrará en el proceso de gestión de entregas, proporcionando una representación visual de los indicadores clave definidos para este proceso (KPIs 1-3). Este dashboard, organizado en una sola pantalla para que pueda ser monitorizado de un vistazo, servirá como herramienta esencial para facilitar la toma de decisiones informadas en torno a este proceso.

A continuación, se detallan las características clave que guiarán su diseño e implementación.

- **Usuario final.** El usuario final será el gestor logístico de la empresa, encargado de supervisar y optimizar el proceso de las entregas. Esta persona posee conocimientos sólidos sobre logística, pero cuenta con un nivel básico de análisis y visualización de datos. Por tanto, el diseño del dashboard debe priorizar la claridad y la simplicidad. En particular, los gráficos y elementos visuales empleados deben ser intuitivos y requerir una mínima interpretación para extraer conclusiones clave.
- **Propósito:** El dashboard permitirá al gestor logístico identificar problemas relacionados con el proceso de entregas, como retrasos recurrentes o variabilidad excesiva en los tiempos. Esto contribuirá a mejorar la puntualidad de las entregas, optimizar las rutas y aumentar la satisfacción del cliente.
- **Frecuencia.** Los datos del dashboard se actualizarán diariamente (push) para reflejar las múltiples entregas que se realizan cada día. Esto asegura que el gestor logístico cuente con información actualizada para supervisar el desempeño y analizar los indicadores. De esta forma, al inicio de cada jornada, tendrá acceso a todos los datos relevantes del día anterior, facilitando una gestión eficiente y la toma de decisiones informadas.

Ident indicador	Indicador	Proceso de Negocio	Descripción del cálculo
KPI1	Porcentaje de entregas realizadas a tiempo	Gestión de entregas	Calcular el porcentaje de entregas con <i>cumplimientoEntrega</i> igual a 1 respecto al total de entregas (número de eventos del cubo Entrega).
KPI2	Tiempo promedio de retraso	Gestión de entregas	Calcular el promedio del atributo <i>retrasoEntrega</i> para las entregas donde <i>cumplimientoEntrega</i> sea 0.
KPI3	Variabilidad en los tiempos de entrega	Gestión de entregas	Calcular la desviación estándar del atributo <i>tiempoEntrega</i> para todas las entregas.
KPI8	Tasa de utilización de la flota	Gestión del rendimiento de flota	Para cada evento de tipo Viaje con <i>descripciónMovimiento</i> igual a ruta programada, calcular el porcentaje de la capacidad que se está utilizando (suma de los <i>palésTransportados</i> entre el atributo <i>númeroPalés</i> de la dimensión Camión), entre la capacidad total disponible de los camiones (suma de <i>númeroPalés</i>).
KPI9	Tasa de utilización de camiones rígidos	Gestión del rendimiento de flota	Igual que el KPI8 pero teniendo en cuenta solos los camiones con el atributo <i>tipo</i> de la dimensión Camión igual a rígido.
KPI10	Tasa de utilización de camiones tráiler	Gestión del rendimiento de flota	Igual que el KPI8 pero teniendo en cuenta solos los camiones con el atributo <i>tipo</i> de la dimensión Camión igual a tráiler.
KPI11	Porcentaje de viajes con capacidad total utilizada	Gestión del rendimiento de flota	Calcular el porcentaje de rutas programadas (eventos del cubo Viaje cuyo motivo de desplazamiento es ruta programada) donde <i>palésTransportados</i> es igual a <i>númeroPalés</i> respecto al total de rutas.
KPI12	Porcentaje de camiones operativos	Gestión del rendimiento de flota	Calcular el porcentaje de camiones con el atributo <i>estadoOperativo</i> de la dimensión Camión igual a 1 respecto al total de camiones.
KPI13	Tiempo promedio de inactividad debido al mantenimiento por camión	Gestión del rendimiento de flota	Calcular el promedio del <i>tiempoInactividad</i> registrado por eventos de mantenimiento en la flota por camión.
KPI14	Costo promedio de mantenimiento por camión	Gestión del rendimiento de flota	Calcular el promedio del atributo <i>costoMantenimiento</i> en los registros de mantenimiento por camión.

Tabla 13: Cálculo de indicadores seleccionados.

- **Adopción.** El cuadro de mando será introducido como una herramienta clave para la planificación y supervisión del proceso de gestión de entregas. Para asegurar su adopción efectiva dentro del contexto empresarial, se implementarán dos procesos clave. Por un lado, se llevarán a cabo sesiones de formación en las que los analistas encargados del diseño del dashboard trabajarán directamente con el gestor logístico. Estas sesiones estarán enfocadas en explicar cómo funciona el cuadro de mando y cómo interpretar los indicadores visualizados. El objetivo es proporcionar al gestor una base sólida para que pueda utilizar la herramienta de manera independiente. Por otro lado, se establecerán revisiones periódicas entre el gestor logístico y los analistas. En estas

reuniones, se evaluará el rendimiento del dashboard, se identificarán posibles mejoras en su diseño o en los indicadores mostrados, y se ajustará la herramienta según las necesidades cambiantes del negocio.

4.2. Wireframe y gráficos

El siguiente paso es presentar el wareframe del dashboard para monitorizar el proceso de gestión de entregas. El cuadro de mando ha sido implementado utilizando la herramienta Streamlit de Python y los datos sintéticos han sido generados con Mockaroo².

Antes de mostrarlo, es importante detallar las opciones de filtrado e interactividad. En particular, el dashboard tendrá tres menús desplegables en su barra lateral:

- **Fecha de inicio.** Permite seleccionar el inicio del rango temporal sobre el que se analizarán los datos de las entregas.
- **Fecha de fin.** Permite seleccionar el fin del rango temporal.
- **Cliente.** Proporciona la opción de filtrar los datos por un cliente en específico. Los valores disponibles incluyen nombres de clientes individuales y la opción **Todos**, que no aplica ningún filtro y muestra las estadísticas globales.

En la Figura 7 se muestra el dashboard correspondiente al mes de noviembre de 2024 teniendo en cuenta todos los clientes, mientras que en la Figura 8 el dashboard correspondiente al cliente *MegaMove* entre los días 7 y 23 de noviembre del mismo año.



Figura 7: Dashboard del proceso gestión de entregas durante el mes de noviembre de 2024 teniendo en cuenta todos los clientes.

²Código y datos disponibles en GitHub <https://github.com/mariapascuaal/Dashboard-IN>



Figura 8: Dashboard del proceso gestión de entregas el cliente particular *MegaMove* entre el 7 y el 26 de noviembre de 2024.

El dashboard consta de cuatro gráficos, los cuales se describen a continuación en cada una de las siguientes secciones. En cada uno de ellos se muestran ejemplos de la Figura 7, por lo que no se filtrarán los datos para ningún cliente, sino que se mostrarán las estadísticas globales de la empresa.

4.2.1. Cumplimiento de entregas

Este gráfico de barras apiladas muestra el número total de entregas realizadas, diferenciando entre aquellas que se entregaron en plazo (color azul) y las que no lo hicieron (color rojo), para un rango de fechas y cliente seleccionados. Su propósito es el de evaluar visualmente el grado de cumplimiento de los tiempos de entrega (KPI1). Se utilizan colores intuitivos (azul para cumplimiento, rojo para incumplimiento) facilitando una rápida distinción visual entre ambas categorías.

Dimensiones	Tiempo y Cliente
Medidas	cumplimientoPlazo

Tabla 14: Dimensiones y medidas para el cumplimiento de las entregas.

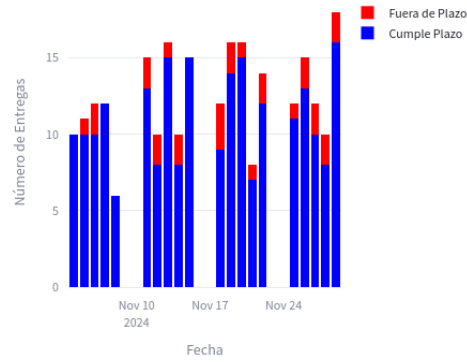


Figura 9: Gráfico para el cumplimiento de las entregas.

4.2.2. Porcentaje de entregas

Se trata de un diagrama de sectores para mostrar el porcentaje acumulado de las entregas realizadas dentro de un período de fechas y cliente seleccionados. Su objetivo es evaluar el porcentaje de entregas realizadas a tiempo (KPI1). Para ello, se han usado los mismos colores (azul, en plazo, y rojo, fuera de plazo) que el gráfico de barras, manteniendo la coherencia visual. También se ha mostrado el valor del porcentaje dentro de cada sector, permitiendo al gestor identificar rápidamente el desempeño.

Dimensiones	Tiempo y Cliente
Medidas	cumplimientoPlazo

Tabla 15: Dimensiones y medidas para el porcentaje de entregas.

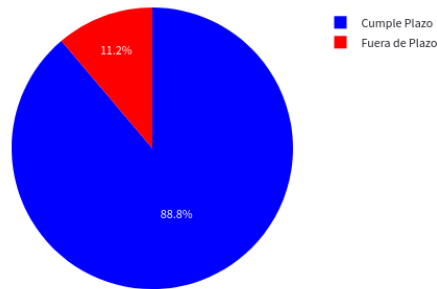


Figura 10: Gráfico para el porcentaje de entregas.

4.2.3. Tiempo promedio de retraso

Este gráfico de líneas representa la evolución del tiempo promedio de retraso (en horas) de las entregas realizadas fuera de plazo por día (KPI2). De nuevo, esto se realiza para un rango de fechas y cliente. Su objetivo principal es evaluar la eficiencia del proceso logístico, permitiendo identificar picos de retraso, los cuales pueden indicar problemas en fechas específicas, y días con tiempos óptimos de entrega. En cuanto a la estética, se ha empleado el mismo color azul para el trazo, manteniendo la coherencia con el diseño previo del dashboard, lo que facilita la lectura sin generar distracción. Finalmente, cada punto representa una fecha en particular, permitiendo identificar tanto el valor como el día.

Dimensiones	Tiempo y Cliente
Medidas	retrasoEntrega

Tabla 16: Dimensiones y medidas para el tiempo promedio de retraso.



Figura 11: Gráfico para el tiempo promedio de retraso.

4.2.4. Variabilidad en los tiempos de entrega

Se trata de un diagrama de caja (boxplot) que muestra la dispersión de los tiempos de entrega (en horas) para un rango de fechas y un cliente específicos. Está diseñado para medir y visualizar la dispersión y consistencia de los tiempos de entrega (KPI3). Permite identificar valores atípicos en los tiempos de entrega, lo que ayuda a detectar problemas operativos. El color azul armoniza con el resto del cuadro de mando.

Dimensiones	Tiempo y Cliente
Medidas	tiempoEntrega

Tabla 17: Dimensiones y medidas para la variabilidad en los tiempos de entrega.

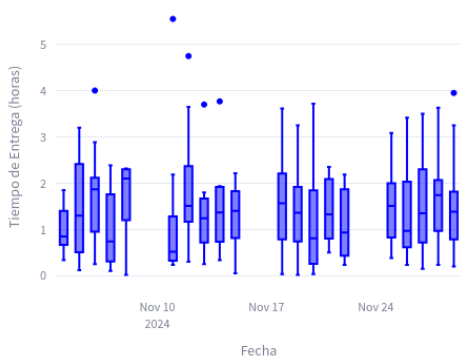


Figura 12: Gráfico para la variabilidad en los tiempos de entrega.