

Inteligencia de negocio, Trabajo académicamente dirigido

José Antonio

20 de diciembre de 2025

Índice

1. Introducción	3
1.1. Planificación	3
1.2. Jefatura oficial técnica	3
1.3. Gestión de conductores	4
2. Objetivos del negocio	4
2.1. Planificación	4
2.1.1. CSF1: Puntualidad de los servicios	4
2.1.2. CSF2: Servicios de calidad acordes a la demanda	5
2.2. Jefatura oficial técnica	6
2.2.1. CSF3: Gestión de inventario	6
2.2.2. CSF4: Reparación de guaguas	7
2.3. Gestión de conductores	7
2.3.1. CSF5: Gestión de turnos	7
2.4. Tabla final definición de indicadores	8
3. Diseño lógico	12
3.1. Proceso de negocio	12
3.1.1. Viajes en guagua	12
3.1.2. Gestión del inventario	15
3.2. Diagrama general	16
3.3. Dimensiones	16
3.3.1. Dimensiones compartidas	16
3.3.2. Proceso 1: Viajes	17
3.3.3. Proceso 2: Gestión de inventario	21
3.4. Cálculo de los indicadores a partir del diseño lógico	23
4. Explotación de datos	26
4.1. Usuario final	26
4.2. Propósito	27
4.3. Frecuencia de actualización	27
4.4. Adopción	27
4.5. Diseño del cuadro de mando	27
4.5.1. Gráficas	28

1. Introducción

Una correcta gestión del transporte público, adaptado a las características de la localización abarcada y las necesidades de sus habitantes, es clave para el bienestar ciudadano. Contribuye a disminuir la congestión viaria, reducir las emisiones contaminantes y favorecer el acceso equitativo a los servicios y recursos del territorio.

En el caso de la isla de Tenerife, el servicio de transporte público terrestre se presta a través de Transportes Interurbanos de Tenerife S.A. (TITSA), empresa pública dependiente del Cabildo Insular de Tenerife. TITSA es la encargada de gestionar la red de guaguas (autobuses) urbanos e interurbanos que conecta los principales núcleos poblacionales de la isla, facilitando la movilidad tanto de residentes como de turistas.

TITSA fue fundada en el año 1978, tras la disolución de Transportes de Tenerife S.L., y desde entonces se ha convertido en la tercera compañía pública de transportes más grande de España, con una flota de más de 600 vehículos, 180 líneas y que mueve más de 45 millones de pasajeros al año. En este trabajo vamos a analizar dicha empresa, con el objetivo de crear un dashboard que sea útil para la organización.

El equipo de TITSA está formado por 1.820 profesionales, de los cuales 1.410 pertenecen a movimiento, 190 forman el personal de taller y 110 empleados dedicados a la administración y dirección de TITSA. Cada uno de estos profesionales se encuentra bajo el liderazgo de algún departamento. Los tres más esenciales para el funcionamiento del negocio y que vamos a estudiar en este trabajo son:

- Planificación
- Jefatura oficial técnica
- Gestión de conductores

1.1. Planificación

El área de Planificación se encarga de definir y ajustar la oferta del servicio (líneas, horarios y frecuencias) para cubrir la demanda real de pasajeros con niveles adecuados de puntualidad y ocupación. Este proceso incluye una evaluación continua de si cada viaje aporta utilidad: se analiza si va lleno y debe reforzarse, si presenta baja ocupación y puede redimensionarse o si se suele retrasar. Para ello se trabaja con información de los pasajeros que se suben, con la trazabilidad GPS de cada viaje, y demás tecnologías que permiten recolectar toda clase de información valiosa en tiempo real. Con esta base, Planificación decide cuántas plazas ofrecer por franja horaria, qué tamaño de vehículo asignar, horarios, refuerzos, y qué ajustes introducir a corto plazo para equilibrar oferta y demanda sin perder calidad de servicio.

1.2. Jefatura oficial técnica

La Jefatura oficial técnica garantiza la disponibilidad y seguridad de la flota mediante la gestión coordinada de los cuatro talleres, el mantenimiento preventivo y correctivo y la administración de repuestos. Ante una avería, el ciclo operativo comienza con la detección y la emisión del parte correspondiente; el vehículo ingresa en taller, se diagnostica la intervención, se generan las órdenes de trabajo y se solicitan los componentes necesarios, tras lo cual se ejecuta la reparación y el vehículo vuelve a operación. Para minimizar tiempos de indisponibilidad y costes, el inventario de repuestos se gestiona con un enfoque ABC: los componentes de mayor rotación o criticidad (A) se mantienen siempre en stock, los de uso medio se almacenan de forma limitada y los de baja rotación y alto coste se piden bajo demanda. Este equilibrio exige conocer patrones de fallo por modelo y edad, tiempos medios entre fallos y de reparación y niveles de consumo por taller, de modo que el valor inmovilizado en almacén sea el mínimo compatible con un elevado nivel de servicio y la ausencia de roturas de stock. A medida que avanzamos en el abecedario (componentes clasificados como B, C, D...) disminuye cuán críticos son.

1.3. Gestión de conductores

La Gestión de conductores se encarga de asignar conductores a los servicios establecidos por Planificación. Se construyen cuadrantes y turnos que cumplen descansos mínimos, límites de horas, incompatibilidades entre jornadas de mañana, tarde y noche, y preferencias asociadas a la antigüedad. Mientras que Planificación es un área más aséptica, es decir observando los datos planificamos las líneas, gestión de conductores tiene en cuenta los derechos de los conductores y reacciona con rapidez ante incidencias como bajas médicas, permisos o formaciones, activando relevos y redistribuyendo tareas sin vulnerar restricciones. Una supervisión continua de absentismo, horas extra y balance de dotación frente a la demanda prevista permite ajustar plantillas, reforzar franjas críticas y asegurar que cada servicio programado cuenta con un conductor habilitado y en condiciones de prestar el servicio con seguridad y calidad.

2. Objetivos del negocio

Al ser una empresa pública, TITSA no persigue un mayor rédito económico (de hecho actualmente hay políticas implementadas como la gratuidad de los viajes tras un determinado número de estos). Lo que quiere es mejorar la oferta de servicios para los ciudadanos, cumpliendo a su vez las normativas europeas respecto al cambio climático. A continuación se presentarán los distintos objetivos para cada área del negocio que vamos a estudiar, sus factores críticos de éxito y los indicadores.

2.1. Planificación

El objetivo global del departamento de planificación es ofrecer un servicio de calidad a los pasajeros. Para ello va a hacer uso de la información sobre los viajes realizados. Estudiando diferentes factores como la puntualidad y ocupación se busca planificar las líneas e itinerarios de la manera más útil y eficiente posible.

2.1.1. CSF1: Puntualidad de los servicios

Una de las áreas, si no la que más importante, en cualquier empresa de transporte es la puntualidad. Buscamos que nuestros servicios sean siempre los más puntuales posibles, evitando en la medida de lo posible desajustes con los horarios planificados.

ID1:

Descripción: Porcentaje de viajes puntuales de la semana (% de viajes que iniciaron y finalizaron la ruta dentro de un margen de ± 5 minutos sobre la hora de salida y llegada planificada en la última semana).

Tipo: KPI

Meta: Aumentar o igualar (nunca descender) el porcentaje cada semana, con un mínimo de 90 % de viajes puntuales.

Acción: Revisar datos de puntualidad por línea y franja horaria y ajustar los horarios en las líneas sistemáticamente retrasadas.

ID2:

Descripción: Porcentaje de viajes que han tenido retraso grave esta última semana (% de viajes con retraso > 15 minutos sobre el horario planificado, aplica tanto a la salida como la llegada).

Tipo: KPI

Meta: $\leq 1\%$ de viajes con retraso grave.

Acción: Analizar causas raíz de los retrasos graves (accidentes, congestión recurrente, averías, falta de conductor) y definir protocolos de contingencia (refuerzo puntual, desvíos alternativos, reordenación de salidas) para las líneas con más incidentes.

ID3:

Descripción: Tiempo medio de retraso de llegada por viaje (llegada real – llegada planificada promedio

por viaje).

Tipo: RI

Meta: Reducir en 5 minutos el tiempo de retraso medio respecto al año anterior.

Acción: Identificar las líneas y tramos con mayores retrasos medios, rediseñar tiempos de recorrido y priorizar actuaciones en los tramos con más impacto sobre el total de pasajeros.

ID4:

Descripción: Tiempo medio de retraso de salida por viaje (salida real – salida planificada promedio por viaje).

Tipo: RI

Meta: Reducir en 5 minutos el tiempo de retraso medio respecto al año anterior.

Acción: Ajuste de horarios, mejora de procesos de embarque y preparación del vehículo.

2.1.2. CSF2: Servicios de calidad acordes a la demanda

Este factor crítico se centra en ajustar la oferta de plazas —frecuencias, horarios y capacidad de los vehículos— al comportamiento real de la demanda. Se busca evitar tanto la saturación de los servicios, que deteriora la experiencia del pasajero, como los viajes con baja ocupación, que suponen un uso ineficiente de los recursos públicos. Lograr este equilibrio permite ofrecer un servicio cómodo, fiable y sostenible, optimizando el uso de la flota y del presupuesto disponible.

ID5:

Descripción: Porcentaje de ocupación promedio (porcentaje medio de ocupación: pasajeros a bordo / plazas ofertadas, por línea y franja de tiempo, por semana solo días laborables).

Tipo: KPI

Meta: Máximo 75 % de ocupación media en días laborables.

Acción: Ajustar frecuencias y tamaño de vehículo por línea y franja horaria, reduciendo oferta donde la ocupación sea muy baja y reforzando con más expediciones o vehículos de mayor capacidad donde la ocupación se acerque al límite.

ID6:

Descripción: Porcentaje de viajes saturados (% de viajes con ocupación > 90 %).

Tipo: KRI

Meta: Reducir en un 5 % el porcentaje de viajes saturados respecto al año anterior.

Acción: Identificar patrones de saturación (líneas, horarios, eventos puntuales), incrementar la frecuencia o emplear vehículos de mayor capacidad en esos tramos y ofrecer alternativas de horario o ruta cuando sea posible.

ID7:

Descripción: Cumplimiento de la programación (viajes realizados vs planificados, % de viajes efectivamente realizados sobre los viajes planificados).

Tipo: KRI

Meta: Mantener un mínimo de 99,5 % de viajes planificados realizados.

Acción: Revisar las causas de supresión (averías, ausencia de conductor, incidentes externos), definir planes específicos para cada causa (por ejemplo, refuerzo de flota de reserva, mejor gestión de bajas) y hacer seguimiento mensual de la evolución del indicador.

ID8:

Descripción: Porcentaje de diferencia entre el número máximo y mínimo de pasajeros en un mismo viaje. Agrupado por itinerario

Tipo: KRI

Meta: Reducir en un 5 % de media para las líneas con mayor porcentaje

Acción: Cambiar itinerarios para evitar paradas no relevantes

2.2. Jefatura oficial técnica

Objetivo: Tener el mínimo de componentes disponible que cumpla con la demanda y arreglar vehículos en el menor tiempo posible.

2.2.1. CSF3: Gestión de inventario

Este factor crítico busca disponer de los componentes adecuados en el momento oportuno, minimizando al mismo tiempo el capital inmovilizado en almacén. Una buena gestión de inventario reduce las roturas de stock de componentes críticos —que impactan directamente en la disponibilidad de la flota— y evita acumular repuestos obsoletos o de baja rotación. El equilibrio entre nivel de servicio y coste de inventario es clave para que los talleres puedan responder con rapidez a las averías sin disparar el presupuesto.

ID9:

Descripción: Valor total de inventario de repuestos por taller (€/día).

Tipo: KPI

Meta: Mantener el valor total de inventario por taller dentro del rango presupuestado [mín, máx] definido por la política de stock.

Acción: Comparar diariamente el valor de inventario real con el objetivo, identificar talleres con exceso de valor inmovilizado y ajustar pedidos y transferencias entre almacenes para equilibrar el stock.

ID10:

Descripción: Porcentaje de valor de inventario en componentes críticos (según clasificación ABC) al cierre del día.

Tipo: KPI

Meta: Mantener mínimo de 60 % del valor en componentes críticos.

Acción: Revisar las referencias de alta criticidad con bajo stock o sin stock, reasignar valor desde referencias poco relevantes hacia referencias críticas y ajustar parámetros de reposición de los componentes críticos.

ID11:

Descripción: Indicador de componentes críticos con stock cero al cierre del día.

Tipo: KPI

Meta: Mantener en 0

Acción: Monitorizar diariamente las referencias críticas con stock cero, lanzar pedidos urgentes o transferencias entre talleres para reponerlas y revisar parámetros de stock mínimo de estas referencias para evitar futuras roturas.

ID12:

Descripción: Porcentaje del valor de inventario en componentes sin movimiento en los últimos 12 meses.

Tipo: KRI

Meta: Reducir en un 20 % respecto a los últimos 12 meses.

Acción: Identificar periódicamente referencias sin consumo, revisar si siguen en uso en la flota, devolver o liquidar componentes obsoletos y actualizar el catálogo para evitar nuevas compras innecesarias.

ID13:

Descripción: Para cada componente, total de salidas frente al total de entradas por semana teniendo en cuenta el stock final de esa semana. Este indicador identifica componentes con riesgo elevado de rotura por infra-reposición.

Tipo: KRI

Meta: Mantener por debajo del 5 % el porcentaje de referencias activas que superan el umbral de riesgo definido.

Acción: Identificar cada semana componentes con un alto riesgo de rotura y actuar en consecuencia

dependiendo de su naturaleza y las necesidades actuales.

2.2.2. CSF4: Reparación de guaguas

Este factor crítico se orienta a devolver los vehículos a operación en el menor tiempo posible y con la máxima calidad de reparación. Reducir los tiempos de inmovilización, evitar retrabajos y coordinar eficazmente la carga de trabajo entre talleres impacta directamente en la disponibilidad de la flota y en la continuidad del servicio al pasajero. Una reparación ágil, bien planificada y con repuestos disponibles contribuye a disminuir incidencias en línea y a mejorar la percepción global del servicio.

ID14:

Descripción: Tiempo medio de reparación (desde la entrada del vehículo en taller hasta la disponibilidad para volver a operación).

Tipo: KPI

Meta: Reducir el tiempo medio de reparación en 1 hora en los próximos 6 meses.

Acción: Analizar cuellos de botella por tipo de avería, estandarizar procedimientos de diagnóstico, asegurar disponibilidad de repuestos críticos y equilibrar la carga de trabajo entre talleres.

ID15:

Descripción: Porcentaje de flota disponible para operación (% de vehículos operativos sobre el total de flota).

Tipo: KPI

Meta: $\geq 95\%$ de flota disponible en días laborables.

Acción: Incrementar el peso del mantenimiento preventivo, priorizar en taller los vehículos de líneas críticas y coordinar diariamente con Planificación para alinear las ventanas de mantenimiento con la programación de servicio.

ID16:

Descripción: Porcentaje de retrabajos (% de vehículos que vuelven a taller por la misma avería en un plazo de 30 días).

Tipo: KRI

Meta: Reducir en un 10 % respecto a los 3 meses anteriores.

Acción: Revisar órdenes de trabajo con reincidencias, reforzar formación técnica en las averías con más repetición y establecer revisiones finales de calidad antes de devolver el vehículo a operación.

2.3. Gestión de conductores

Objetivo: Cumplir con los convenios de trabajadores, teniendo a la vez siempre un conductor para cada salida.

2.3.1. CSF5: Gestión de turnos

Este factor crítico garantiza que cada salida planificada cuente con un conductor habilitado, respetando al mismo tiempo la normativa laboral y los convenios colectivos. Una buena gestión de turnos permite cubrir la oferta de servicio con la dotación adecuada, controlar las horas extra y prevenir situaciones de fatiga o incumplimiento normativo. Además, una planificación equitativa y transparente contribuye a mejorar el clima laboral y a reducir el absentismo y la rotación.

ID17:

Descripción: Porcentaje de servicios programados cubiertos con conductor asignado (% de salidas que cuentan con un conductor habilitado y presente).

Tipo: KPI

Meta: Mantener un porcentaje $\geq 99,5\%$ de servicios cubiertos.

Acción: Mantener conductores de reserva por franja horaria, mejorar la previsión de bajas y permisos

y reforzar la coordinación con Planificación en eventos especiales o cambios de oferta.

ID18:

Descripción: Porcentaje de horas extra sobre el total de horas trabajadas por los conductores.

Tipo: RI

Meta: Reducir en un 20 % el porcentaje respecto al año anterior.

Acción: Mejorar la planificación de turnos y la dotación de plantilla en las franjas de mayor demanda, utilizar más relevos parciales en picos y revisar los acuerdos de polivalencia entre centros y líneas.

ID19:

Descripción: Porcentaje de incumplimientos normativos detectados en la planificación de turnos (descansos mínimos, máximos de horas, etc.).

Tipo: KRI

Meta: 0 % de incumplimientos normativos en los cuadrantes definitivos.

Acción: Configurar correctamente las restricciones legales y de convenio en la herramienta de planificación, revisar de forma automática los cuadrantes antes de su publicación y hacer auditorías periódicas de cumplimiento.

2.4. Tabla final definición de indicadores

Cuadro 1: Indicadores.

CSF	ID	Indicador	Meta	Tipo	Acción
CSF1	ID1	Porcentaje de viajes puntuales de la semana (%) de viajes que iniciaron y finalizaron la ruta dentro de un margen de ± 5 minutos sobre la hora de salida y llegada planificada en la última semana).	Aumentar o igualar (nunca descender) el porcentaje cada semana, con un mínimo de 90 % de viajes puntuales.	KPI	Revisar datos de puntualidad por línea y franja horaria y ajustar los horarios en las líneas sistemáticamente retrasadas.
CSF1	ID2	Porcentaje de viajes que han tenido retraso grave esta última semana (% de viajes con retraso > 15 minutos sobre el horario planificado, aplica tanto a la salida como la llegada).	$\leq 1\%$ de viajes con retraso grave.	KPI	Analizar causas raíz de los retrasos graves (accidentes, congestión recurrente, averías, falta de conductor) y definir protocolos de contingencia (refuerzo puntual, desvíos alternativos, reordenación de salidas) para las líneas con más incidentes.
CSF1	ID3	Tiempo medio de retraso de llegada por viaje (llegada real – llegada planificada promedio por viaje).	Reducir en 5 minutos el tiempo de retraso medio respecto al año anterior.	RI	Identificar las líneas y tramos con mayores retrasos medios, rediseñar tiempos de recorrido y priorizar actuaciones en los tramos con más impacto sobre el total de pasajeros.

CSF	ID	Indicador	Meta	Tipo	Acción
CSF1	ID4	Tiempo medio de retraso de salida por viaje (salida real – salida planificada promedio por viaje).	Reducir en 5 minutos el tiempo de retraso medio respecto al año anterior.	RI	Ajuste de horarios, mejora de procesos de embarque y preparación del vehículo.
CSF2	ID5	Porcentaje de ocupación promedio (porcentaje medio de ocupación: pasajeros a bordo / plazas ofertadas, por línea y franja de tiempo, por semana solo días laborables).	Máximo 75 % de ocupación media en días laborables.	KPI	Ajustar frecuencias y tamaño de vehículo por línea y franja horaria, reduciendo oferta donde la ocupación sea muy baja y reforzando con más expediciones o vehículos de mayor capacidad donde la ocupación se acerque al límite.
CSF2	ID6	Porcentaje de viajes saturados (% de viajes con ocupación > 90 %).	Reducir en un 5 % el porcentaje de viajes saturados respecto al año anterior.	KRI	Identificar patrones de saturación (líneas, horarios, eventos puntuales), incrementar la frecuencia o emplear vehículos de mayor capacidad en esos tramos y ofrecer alternativas de horario o ruta cuando sea posible.
CSF2	ID7	Cumplimiento de la programación (viajes realizados vs. planificados, % de viajes efectivamente realizados sobre los viajes planificados).	Mantener un mínimo de 99,5 % de viajes planificados realizados.	KRI	Revisar las causas de suspensión (averías, ausencia de conductor, incidentes externos), definir planes específicos para cada causa (por ejemplo, refuerzo de flota de reserva, mejor gestión de bajas) y hacer seguimiento mensual de la evolución del indicador.
CSF2	ID8	Porcentaje de diferencia entre el número máximo y mínimo de pasajeros en un mismo viaje. Agrupado por itinerario	Reducir en un 5 % de media para las líneas con mayor porcentaje	KRI	Cambiar itinerarios para evitar paradas poco relevantes y reducir la variabilidad de ocupación dentro de un mismo viaje.

CSF	ID	Indicador	Meta	Tipo	Acción
CSF3	ID9	Valor total de inventario de repuestos por taller (€/día).	Mantener el valor total de inventario por taller dentro del rango presupuestado [mín, máx] definido por la política de stock.	KPI	Comparar diariamente el valor de inventario real con el objetivo, identificar talleres con exceso de valor inmovilizado y ajustar pedidos y transferencias entre almacenes para equilibrar el stock.
CSF3	ID10	Porcentaje de valor de inventario en componentes críticos (según clasificación ABC) al cierre del día.	Mantener mínimo de 60 % del valor en componentes críticos.	KPI	Revisar las referencias de alta criticidad con bajo stock o sin stock, reasignar valor desde referencias poco relevantes hacia referencias críticas y ajustar parámetros de reposición de los componentes críticos.
CSF3	ID11	Indicador de componentes críticos con stock cero al cierre del día.	Mantener en 0	KPI	Monitorizar diariamente las referencias críticas con stock cero, lanzar pedidos urgentes o transferencias entre talleres para reponerlas y revisar parámetros de stock mínimo de estas referencias para evitar futuras roturas.
CSF3	ID12	Porcentaje del valor de inventario en componentes sin movimiento en los últimos 12 meses.	Reducir en un 20 % respecto a los últimos 12 meses.	KRI	Identificar periódicamente referencias sin consumo, revisar si siguen en uso en la flota, devolver o liquidar componentes obsoletos y actualizar el catálogo para evitar nuevas compras innecesarias.

CSF	ID	Indicador	Meta	Tipo	Acción
CSF3	ID13	Para cada componente, indicador que combina el total de salidas frente al total de entradas por semana teniendo en cuenta el stock final de esa semana, identificando componentes con riesgo elevado de rotura por infra-reposición.	Mantener por debajo del 5% el porcentaje de referencias activas que superan el umbral de riesgo definido.	KRI	Identificar cada semana componentes con alto riesgo de rotura y actuar en consecuencia ajustando parámetros de reposición, adelantando pedidos o realizando transferencias entre talleres según su criticidad y las necesidades actuales.
CSF4	ID14	Tiempo medio de reparación (desde la entrada del vehículo en taller hasta la disponibilidad para volver a operación).	Reducir el tiempo medio de reparación 1 hora en los próximos 6 meses.	KPI	Analizar cuellos de botella por tipo de avería, estandarizar procedimientos de diagnóstico, asegurar disponibilidad de repuestos críticos y equilibrar la carga de trabajo entre talleres.
CSF4	ID15	Porcentaje de flota disponible para operación (% de vehículos operativos sobre el total de flota).	$\geq 95\%$ de flota disponible en días laborables.	KPI	Incrementar el peso del mantenimiento preventivo, priorizar en taller los vehículos de líneas críticas y coordinar diariamente con Planificación para alinear las ventanas de mantenimiento con la programación de servicio.
CSF4	ID16	Porcentaje de retrabajos (%) de vehículos que vuelven a taller por la misma avería en un plazo de 30 días).	Reducir en un 10% respecto a los 3 meses anteriores.	KRI	Revisar órdenes de trabajo con reincidencias, reforzar formación técnica en las averías con más repetición y establecer revisiones finales de calidad antes de devolver el vehículo a operación.
CSF5	ID17	Porcentaje de servicios programados cubiertos con conductor asignado (% de salidas que cuentan con un conductor habilitado y presente).	Mantener un porcentaje $\geq 99,5\%$ de servicios cubiertos.	KPI	Mantener conductores de reserva por franja horaria, mejorar la previsión de bajas y permisos y reforzar la coordinación con Planificación en eventos especiales o cambios de oferta.

CSF	ID	Indicador	Meta	Tipo	Acción
CSF5	ID18	Porcentaje de horas extra sobre el total de horas trabajadas por los conductores.	Reducir en un 20% el porcentaje respecto al año anterior.	RI	Mejorar la planificación de turnos y la dotación de plantilla en las franjas de mayor demanda, utilizar más relevos parciales en picos y revisar los acuerdos de polivalencia entre centros y líneas.
CSF5	ID19	Porcentaje de incumplimientos normativos detectados en la planificación de turnos (descansos mínimos, máximos de horas, etc.).	0 % de incumplimientos normativos en los cuadrantes definitivos.	KRI	Configurar correctamente las restricciones legales y de convenio en la herramienta de planificación, revisar de forma automática los cuadrantes antes de su publicación y hacer auditorías periódicas de cumplimiento.

3. Diseño lógico

3.1. Proceso de negocio

En las imágenes de los diagramas, las flechas indican relaciones 1 a N, con sentido 1 → N

3.1.1. Viajes en guagua

Descripción: este proceso trata de modelar mediante una tabla de hechos transaccional cada viaje que se realiza. Guardando información relevante para la empresa y el cálculo de los kpi, como tiempos de salida y llegada reales, planificados o porcentaje de ocupación.

Granularidad: se podría pensar en fijar la granularidad por paradas de cada viaje, o incluso se podría una tabla de hechos que guarde los pasajeros individuales y otra que guarde los viajes. Pero como no nos hace falta para el cálculo de las medidas que hemos elegido, la granularidad va a ser por viaje.

Tasa de refresco: en tiempo real, cada vez que finaliza un viaje se añade su fila en la tabla. En caso de que el viaje estuviera planificado pero no se realizara, guardamos todas las medidas a NULL y los id's de llegada y salida real apuntan a un valor especial NULL en la tabla tiempo

Tipo de tabla de hecho: la naturaleza del proceso y las necesidades del negocio hacen que esta sea una tabla transaccional, como se mencionó en el punto anterior se registran los viajes en tiempo real una vez llegan a su destino.

Medidas:

total_pasajeros: total de pasajeros que se subieron a la guagua a lo largo de todo el viaje.

Tipo: aditiva, puedes sumar los pasajeros por cualquiera de las dimensiones (tiempo, línea...).

Forma de obtención: Mediante los sistemas de la empresa.

maximo_pasajeros: máximo número de pasajeros subidos en el bus simultáneamente en algún punto del viaje.

Tipo: No aditiva, solo tiene sentido agregarla con funciones tipo MAX() o MIN().

Forma de obtención: Mediante los sistemas de la empresa.

minimo_pasajeros: mínimo número de pasajeros subidos en el bus simultáneamente en algún punto del viaje.

Tipo: No aditiva, solo tiene sentido agregarla con funciones tipo MAX() o MIN().

Forma de obtención: Mediante los sistemas de la empresa.

%_max_ocupacion: porcentaje de ocupación en el momento de máximos pasajeros.

Tipo: No aditiva, es un porcentaje.

Forma de obtención: maximo_pasajeros / vehiculo.numero_plazas.

tiempo_retraso_llegada: tiempo de retraso en la llegada.

Tipo: No aditiva.

Forma de obtención: tiempo_llegada_real - tiempo_llegada_planificada.

tiempo_retraso_salida: tiempo de retraso en la salida.

Tipo: No aditiva.

Forma de obtención: tiempo_salida_real - tiempo_salida_planificada.

es_puntual_salida: 1 si el viaje salió de manera puntual, 0 en caso contrario.

Tipo: Aditiva.

Forma de obtención: Si **tiempo_retraso_salida** es mayor a 5 minutos o menor a -5 minutos ponemos 0 (se retrasó), si no 1.

es_puntual_llegada: 1 si el viaje llegó de manera puntual, 0 en caso contrario.

Tipo: Aditiva.

Forma de obtención: Si **tiempo_retraso_llegada** es mayor a 5 minutos o menor a -5 minutos ponemos 0 (se retrasó), si no 1.

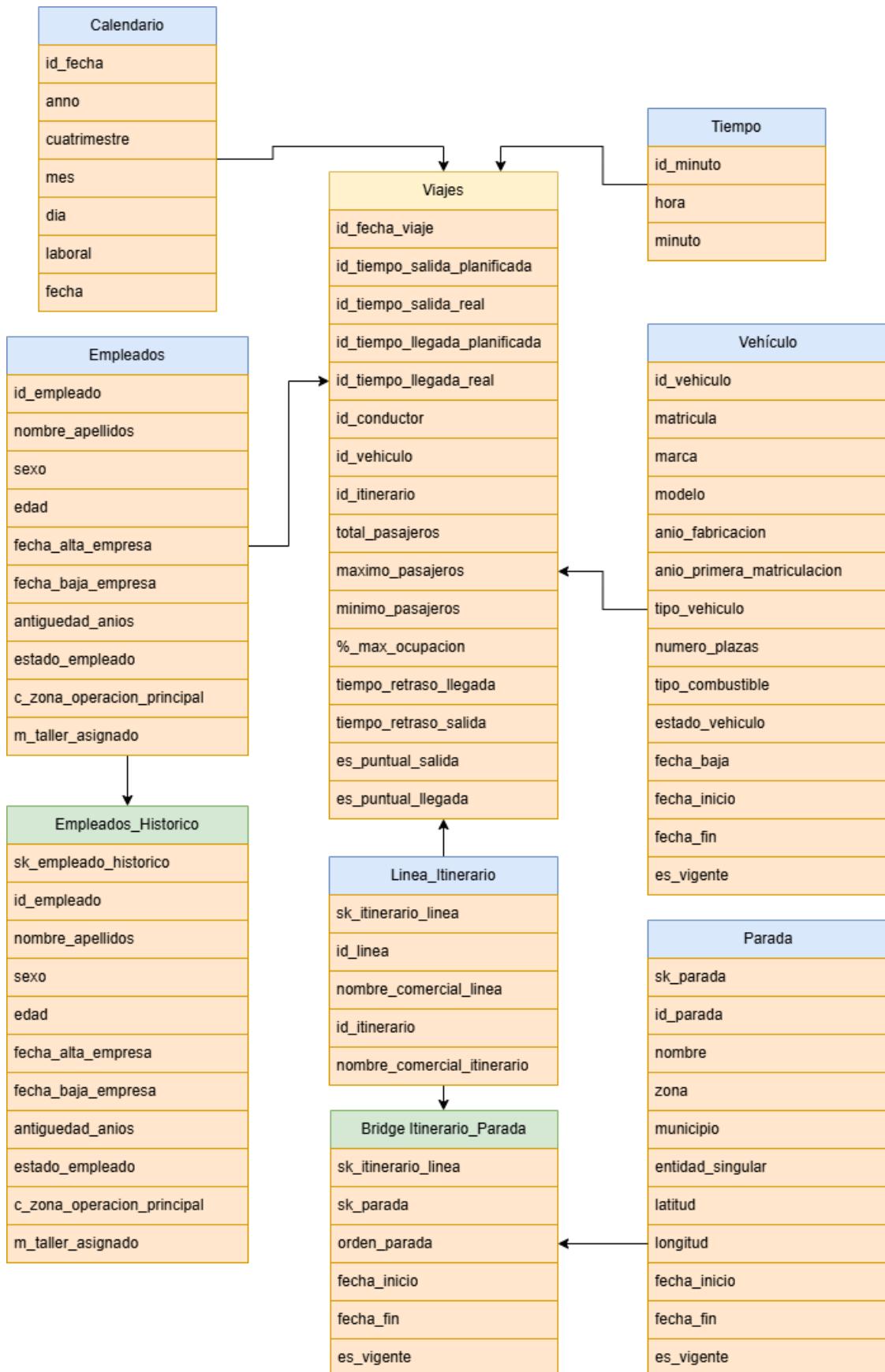


Figura 1: Proceso 1.

3.1.2. Gestión del inventario

Descripción: este proceso modela, mediante una tabla de hechos tipo snapshot, el estado del inventario de repuestos en cada taller al final de cada día.

Granularidad: referencia de componente – taller – fecha de snapshot. Es decir, para cada día, taller y referencia de repuesto tendremos una fila con su stock físico, valoración económica y demás datos.

Tasa de refresco: diaria, al cierre de jornada (a las 23:59). En ese momento se genera el snapshot de inventario para todos los talleres y referencias.

Tipo de tabla de hecho: tabla de hechos snapshot periódica, ya que captura el estado del inventario en un punto en el tiempo, no un evento transaccional puntual.

Medidas:

entradas_unidades: total de unidades que han entrado durante el día (compras, devoluciones, traslados recibidos).

Tipo: aditiva; se puede sumar por taller, referencia, periodo de tiempo, etc.

Forma de obtención: Mediante los sistemas de la empresa.

salidas_unidades: total de unidades que han salido durante el día (consumos en órdenes de trabajo, bajas, traslados enviados).

Tipo: aditiva; se puede sumar por cualquier dimensión (taller, referencia...).

Forma de obtención: Mediante los sistemas de la empresa.

stock_final:

unidades físicas al cierre del día.
Tipo: semi-aditiva; se puede sumar por taller o por familia de repuestos en un día concreto, pero no es correcto sumarla sin más a lo largo del tiempo.

Forma de obtención: (stock_final del día anterior) + entradas_unidades – salidas_unidades.

coste_unitario:

coste unitario del componente.
Tipo: no aditiva; es un valor unitario que no se suma, normalmente se usa para calcular otros importes.

Forma de obtención: Copiar el valor en Componentes.coste_unitario.

valor_stock_final:

valoración económica del inventario de la referencia en el taller al cierre del día.
Tipo: semi-aditiva; se puede sumar por taller, familia, tipo de componente, etc., pero no es correcto sumarla a lo largo del tiempo.

Forma de obtención: stock_final × coste_unitario.

indicador_stock_cero_critica: valor 1 si la referencia es crítica y su stock_final = 0, 0 en caso contrario.

Tipo: aditiva; al sumar por taller/día obtenemos el número de componentes críticos en rotura de stock.

Forma de obtención: Comprobamos Componentes.categoría_ABC si es igual a 'A' (componente crítico) y si stock_final es 0.

indicador_sin_movimiento_12m: valor 1 si la referencia no ha tenido consumos en los últimos 12 meses, 0 en caso contrario.

Tipo: aditiva; al sumar obtenemos el número de referencias sin movimiento en el conjunto.

Forma de obtención: Si entradas_unidades, salidas_unidades y stock_final se han mantenido iguales durante los últimos 12 meses.

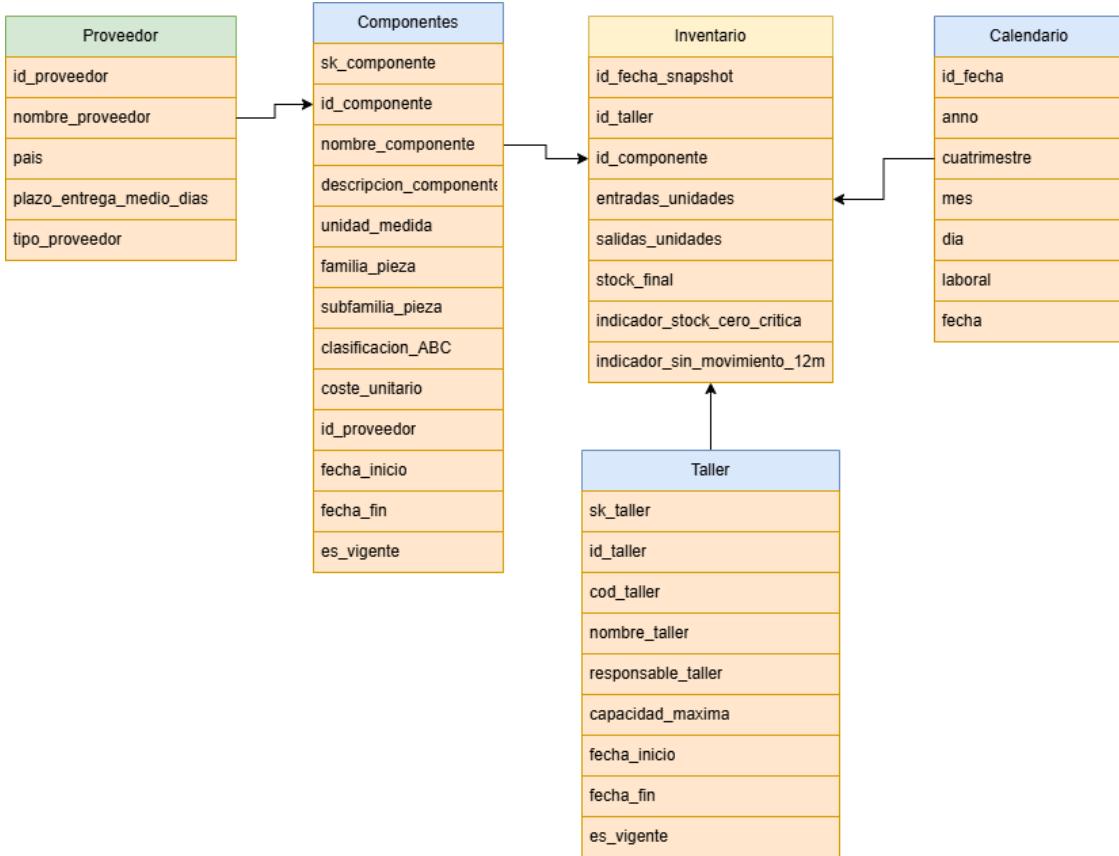


Figura 2: Proceso 2.

3.2. Diagrama general

Como vemos en la Figura 3, no se ha seguido un esquema estrella puro, sino un modelo en copo de nieve (*snowflake*) en el que algunas dimensiones se normalizan para evitar redundancias y reflejar mejor la lógica del negocio. En el centro se sitúan las tablas de hechos *Viajes* e *Inventario* (en color amarillo), y alrededor las dimensiones. En color azul las dimensiones estándar y en color verde dimensiones especiales (outrigger, bridge, histórico SCD tipo 4)

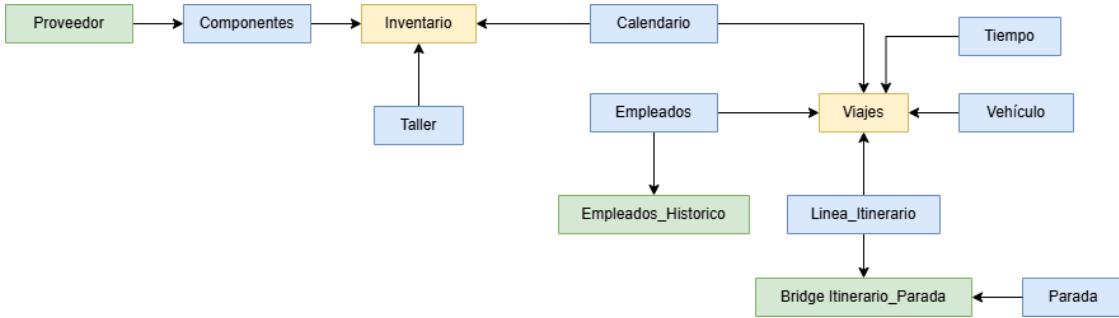


Figura 3: Diagrama general.

3.3. Dimensiones

3.3.1. Dimensiones compartidas

Calendario:

Almacena los días de cada año.

Para representar el tiempo, se ha decidido separarlo en dos dimensiones, Calendario y Tiempo. Ya que tenemos distintas tablas de hechos con diferente granularidad temporal. Se podría pensar en crear una dimensión con cada día y cada minuto y segundo, y luego crear una shrunken dimension basada en esta solo hasta el día (quitando las horas y minutos). Esto tendría la ventaja de que no necesitaríamos dos claves para la tabla de hechos (una clave para calendario y otra para Tiempo), facilitando las consultas. Pero tiene la desventaja de que dicha dimensión tiempo sería enorme. Por eso en este caso nos hemos decidido por separar en dos dimensiones.

No es lentamente cambiante.

Jerarquía: Año → Cuatrimestre → Mes → día

Atributo	Tipo	Descripción
id_fecha	Integer	Identificador
anno	Integer	año
cuatrimestre	Integer	cuatrimestre
mes	Integer	mes
dia	Integer	día
laboral	Bool	1 = Laboral, 0 = No laboral
fecha	Date (dd-mm-aaaa)	Fecha completa de ese día

Cuadro 2: Calendario

3.3.2. Proceso 1: Viajes

Pequeña explicación Paradas, Líneas, Itinerarios

A la hora de modelar las dimensiones de paradas, líneas e itinerarios nos hemos encontrado con una serie de problemas, estas dimensiones están relacionadas por una jerarquía ya que Línea → Itinerario → Paradas. Una línea tiene varios itinerarios y cada itinerario tiene unas paradas en su recorrido. Esto nos presenta una serie de problemas al estar relacionadas y ser lentamente cambiantes. A continuación se explicará con más detalle como se ha solucionado, pero a grandes rasgos se ha creado una dimensión Bridge para la relación entre Itinerarios y paradas, y se han versionado con tipo 2 las dimensiones de la Bridge.

Tiempo

Almacena los minutos en 24 horas, además le añadimos una fila con id_minuto = -1, hora = NULL, minuto = NULL, usada como “no aplica / no realizado” para el caso que un viaje no se realice. No es lentamente cambiante

Jerarquía: Hora → Minuto

Atributo	Tipo	Descripción
id_minuto	Integer	Identificador
hora	Integer	hora
minuto	Integer	minuto

Cuadro 3: Tiempo

Línea_Itinerario:

Dimensión que almacena las distintas líneas con sus itinerarios. Se ha guardado todo en la misma dimensión en vez de tener una para líneas y otra para itinerarios, de nuevo para mantener el esquema snowflake lo más sencillo posible. Además, no guardamos tanta información diferente entre líneas e itinerarios como para justificar dimensiones diferentes.

De nuevo diferenciar la surrogate key de los id's de línea e itinerario. Que se utilizan internamente por la empresa. Los únicos atributos que podría cambiar en esta dimensión (aunque es un caso que apenas ocurre) son los nombres comerciales. No justifica llevar histórico para un cambio que no afecta a la lógica de negocio y que casi nunca va a suceder, podemos aplicar tipo 1 y sobreescibir.

El caso en el que se añaden o eliminan paradas de un itinerario se explicará a continuación

Jerarquía líneas: Línea → Itinerarios → Paradas

Atributo	Tipo	Descripción
sk_itinerario_linea	Integer	clave subrogada
id_linea	Integer	id de la línea usado por la empresa
nombre_comercial_linea	String	nombre de línea (12, L20...)
id_itinerario	Integer	id del itinerario usado por la empresa
nombre_comercial_itinerario	String	nombre identificativo para el usuario final, suele ser la mezcla de nombres de las paradas de origen y destino (por ejemplo para la línea 15 itinerarios La Laguna-Santa Cruz y Santa Cruz-La Laguna)

Cuadro 4: Linea_Itinerario

Parada:

Almacena todas las paradas

Es lentamente cambiante, para tratarla hacemos tipo 2, creando una nueva fila cuando se modifican los datos de una parada (como su nombre o localización) y actualizando los campos es_vigente, fecha_inicio y fecha_fin. En este caso además, tenemos que aplicar la lógica de cambio de paradas en la dimensión Bridge para todos los itinerarios que tengan esa parada. En la descripción de la dimensión Bridge se explicará esto.

Vamos a añadirle una clave subrogada, ya que no es lo mismo el id de la parada en nuestro proceso que la clave primaria.

Se podría pensar en guardar los datos geográficos en una dimensión outrigger. Pero por intentar mantener el snowflake lo más cerca de un estrella y porque realmente solo hay dos dimensiones que vayan a usar la localización, podemos dejarlo desnormalizado como campos en Parada.

Jerarquía líneas: Línea → Itinerarios → Paradas

Jerarquía geográfica: Zona (norte, sur, metropolitano) → municipio → entidad_singular

Atributo	Tipo	Descripción
sk_parada	Integer	clave primaria subrogada
id_parada	Integer	id de la parada en nuestro sistema
nombre	String	nombre de la parada
zona	String	Zona (norte, sur, metropolitano)
municipio	String	municipio (Los Cristianos, La Laguna...)
entidad_singular	String	localidades en las que se dividen los municipios (Acorán, Añaza...)
latitud	Double	latitud de la parada
longitud	Double	longitud de la parada
fecha_inicio	Date	fecha de inicio de validez de la parada
fecha_fin	Date	fecha fin de validez de la parada
es_vigente	Bool	1 = La parada es vigente, 0 = no lo es

Cuadro 5: Parada

Bridge Itinerario_Parada:

Almacenamos las paradas para cada itinerario.

Es lentamente cambiante, vamos a aplicar tipo 2, al ser las paradas de un itinerario un conjunto, siempre que modifiquemos aunque sea una sola se tienen que cerrar todas las demás de manera que

todas las filas de un mismo sk_itinerario_linea tengan siempre la misma fecha de inicio y fin. Se pueden dar dos casos de modificación de paradas:

1º) Que se añadan o eliminen paradas, este caso sólo afecta a la esta dimensión, aplicamos la lógica de cambio que ya especificamos.

2º) Que se modifique una parada en la dimensión Parada, al estar unidas estas dos dimensiones por la surrogate key, cuando se modifique una parada en su dimensión tenemos que actualizar todos los itinerarios que tengan esa parada para que apunten a la nueva surrogate key. Cambios en la dimensión Parada no son usuales, por lo cual esto no sucederá a menudo.

Jerarquía líneas: Línea → Itinerarios → Paradas

Atributo	Tipo	Descripción
sk_itinerario_linea	Integer	foreign key que apunta a la clave del mismo nombre
sk_parada	Integer	foreign key que apunta a la clave del mismo nombre
orden_parada	Integer	orden numérico que siguen las paradas (1 = primera, 2 = segunda....)
fecha_inicio	Date (dd-mm-aaaa)	fecha inicio validez
fecha_fin	Date (dd-mm-aaaa)	fecha fin validez
es_vigente	Bool	1 = es vigente 0 = no lo es

Cuadro 6: Itinerario_Parada

Vehículo:

Dimensión que guarda información sobre los vehículos de la flota

El único atributo que va a cambiar es estado_vehiculo. Vamos a aplicar tipo 2 para llevar el histórico.

Atributo	Tipo	Descripción
sk_vehiculo	Integer	Clave subrogada
id_vehiculo	Integer	Id usado por la empresa
matricula	String	matrícula del vehículo
marca	String	marca del vehículo
modelo	String	modelo del vehículo
anio_fabricacion	Integer	año de fabricación
anio_primera_matriculacion	Integer	año de matriculación
tipo_vehiculo	String	tipo de vehículo (estándar, articulado, minibús...)
numero_plazas	Integer	número de plazas disponibles en el vehículo
tipo_combustible	String	combustible (diésel, gas, híbrido, eléctrico...)
estado_vehiculo	String	estado actual (en servicio, reserva, baja temporal...)
fecha_baja	Date	fecha en la que dejó de operar el vehículo, null en caso contrario
fecha_inicio	Date (dd-mm-aaaa)	fecha inicio validez
fecha_fin	Date (dd-mm-aaaa)	fecha fin validez
es_vigente	Bool	1 = es vigente 0 = no lo es

Cuadro 7: Vehículo

Empleados:

Para no tener una dimensión para cada tipo de empleado, ya que comparten la mayoría de atributos, creamos esta dimensión Role-Playing que guarda información sobre todos los empleados (Conductor y

Mecánicos en este caso). Los atributos que sean exclusivos de conductores empezarán por una c., los que sean exclusivos de mecánicos empezarán por m.. Estos atributos podrían apuntar a sus dimensiones correspondientes (por ejemplo el taller en el que trabaja un mecánico), pero por el motivo ya mencionado vamos a desnormalizar para que no haya relaciones entre dimensiones.

Esta dimensión es lentamente cambiante, como nos gustaría guardar un histórico detallado por temas de legislación, pero realmente a la hora de hacer consultas prácticamente nunca vamos a mirar el histórico de un conductor o un mecánico, solo el estado actual, vamos a usar tipo 4, creando una dimensión con el histórico separada. Por este mismo hecho no nos hace falta en esta dimensión clave subrogada, podemos usar el id como clave primaria.

Atributo	Tipo	Descripción
id_empleado	Integer	Id del empleado usado por la empresa
nombre_apellidos	String	nombre y apellidos del empleado
sexo	String	H hombre M mujer
edad	Integer	edad
fecha_alta_empresa	Date (dd-mm-aaaa)	fecha en la que empezó a trabajar
fecha_baja_empresa	Date	fecha en la que dejó de trabajar (null si sigue trabajando)
antiguedad_anios	Integer	número de años trabajados
estado_empleado	String	estado (disponible, de baja...)
c_zona_operacion_principal	String	zona con prioridad a la hora de asignar viajes (norte, sur, metropolitano)
m_taller_asignado	String	Código del taller asignado

Cuadro 8: Empleados

Empleados_Historico:

Dimensión para almacenar el histórico de los empleados, cada vez que se cambie alguno de los atributos, se crea una nueva fila en esta dimensión con los atributos antes del cambio y en la dimensión Empleado se sobreescribe el cambio. Vamos a copiar todos los atributos en el histórico aunque algunos como id o fecha_alta_empresa no vayan a cambiar para que en caso de auditoría sea más cómodo, rápido y fiable obtener la información completa.

Atributo	Tipo	Descripción
sk_empleado_historico	Integer	clave subrogada
id_empleado	Integer	Id del empleado usado por la empresa
nombre_apellidos	String	nombre y apellidos del empleado
sexo	String	H hombre M mujer
edad	Integer	edad
fecha_alta_empresa	Date (dd-mm-aaaa)	fecha en la que empezó a trabajar
fecha_baja_empresa	Date	fecha en la que dejó de trabajar (null si sigue trabajando)
antiguedad_anios	Integer	número de años trabajados
estado_empleado	String	estado (disponible, de baja...)
c_zona_operacion_principal	String	zona con prioridad a la hora de asignar viajes (norte, sur, metropolitano)
m_taller_asignado	String	Código del taller en el que trabaja el mecánico

Cuadro 9: Empleados_historico

3.3.3. Proceso 2: Gestión de inventario

Componentes:

Dimensión que guarda las características de los componentes usados por los talleres.

Los atributos lentamente cambiantes son id_proveedor, coste_unitario y clasificación_ABC (a medida que modernizamos las guaguas algunos componentes los dejaremos de usar). En este caso, el coste puede variar de manera frecuente, sobre todo para algunos componentes como la gasolina. Como ya en la tabla de hechos vamos a guardar el coste unitario como una medida, este atributo lo podemos sobreescribir cuando cambie, y para el id_proveedor_principal y clasificación_ABC, que van a cambiar muy poco, aplicamos tipo 2.

Jerarquía: familia → subfamilia → componente

Atributo	Tipo	Descripción
sk_componente	Integer	Surrogate key
id_componente	Integer	id del componente usado por la empresa
nombre_componente	String	nombre del componente
descripcion_componente	String	descripción del componente
unidad_medida	String	unidad de medida para el componente (nº unidades, litros, kilos....)
familia_componente	String	categorización general del tipo del componente (motor, frenos, suspensión, carrocería...)
subfamilia_componente	String	categorización más específica del tipo del componente (pastilla freno, filtros, neumático...)
clasificacion_ABC	String	clasificación ABC del componente (A mayor rotación, B menos y así sucesivamente)
coste_unitario	Integer	coste de una unidad en euros
id_proveedor	Integer	id proveedor principal del componente
fecha_inicio	Date (dd-mm-aaaa)	fecha inicio validez
fecha_fin	Date (dd-mm-aaaa)	fecha fin validez
es_vigente	Bool	1 = es vigente 0 = no lo es

Cuadro 10: Componentes

Proveedor:

Dimensión outrigger que cuelga de Componentes, almacena los diferentes proveedores. SCD tipo 1, lo que puede cambiar es el nombre del proveedor o el plazo_entrega_medio_dias si el proveedor mejora (o empeora) su servicio. No nos interesa llevar el histórico de esto, simplemente sobreescrivimos

Atributo	Tipo	Descripción
id_proveedor	Integer	id del proveedor usado por la empresa
nombre_proveedor	String	nombre del proveedor
pais	String	país de origen del proveedor
plazo_entrega_medio_dias	Integer	media de días que tarda en llegar los componentes desde que se piden
tipo_proveedor	String	tipo de proveedor (OEM, alternativo, local, internacional...)

Cuadro 11: Proveedor

Taller

Dimensión que almacena la información de los 4 talleres de la empresa. Como nos interesa llevar un histórico de la capacidad_maxima, pero no es algo que vaya a cambiar muy a menudo podemos usar tipo 2.

Atributo	Tipo	Descripción
sk_taller	Integer	surrogate key
id_taller	Integer	id del taller usado por la empresa
cod_taller	String	abreviatura del nombre del taller
nombre_taller	String	nombre del taller
capacidad_maxima	Integer	número máximo de vehículos que se pueden estar arreglando a la vez
fecha_inicio	Date (dd-mm-aaaa)	fecha inicio validez
fecha_fin	Date (dd-mm-aaaa)	fecha fin validez
es_vigente	Bool	1 = es vigente 0 = no lo es

Cuadro 12: Taller

3.4. Cálculo de los indicadores a partir del diseño lógico

Cuadro 13: Cálculo de indicadores.

ID	Indicador	Proceso de negocio	Descripción del cálculo
ID1	Porcentaje de viajes puntuales de la semana (% de viajes que iniciaron y finalizaron la ruta dentro de un margen de ± 5 minutos sobre la hora de salida y llegada planificada en la última semana).	Viajes en guagua	Filtrar viajes con fecha en los últimos 7 días y realizados (id_tiempo_salida_real sea distinto de la clave especial -1), sumar número de viajes que es_puntual_salida y es_puntual_llegada sea 1 y dividirlo por el total de viajes. Opcionalmente, agrupar por línea, itinerario o franja horaria, y calcular la media por grupo.
ID2	Porcentaje de viajes que han tenido retraso grave esta última semana (% de viajes con retraso > 15 minutos sobre el horario planificado).	Viajes en guagua	Contar viajes filtrados con fecha en los últimos 7 días y realizados, con tiempo_retraso_llegada o tiempo_retraso_salida > 15 minutos y dividir entre el total de viajes en la última semana. Igual que en el indicador anterior, se puede agrupar por dimensiones como línea, itinerario, etc.
ID3	Tiempo medio de retraso de llegada por viaje (llegada real – llegada planificada promedio por viaje).	Viajes en guagua	Seleccionar el periodo de análisis (por ejemplo, año en curso), filtrar viajes realizados, sumar tiempo_retraso_llegada de todos los viajes y dividir entre el número total de viajes del periodo. Igual que en el indicador anterior, se puede agrupar por dimensiones como línea, itinerario, etc.

ID	Indicador	Proceso de negocio	Descripción del cálculo
ID4	Tiempo medio de retraso de salida por viaje (salida real – salida planificada promedio por viaje).	Viajes en guagua	Seleccionar el periodo de análisis y viajes realizados, sumar tiempo_retraso_salida de todos los viajes y dividir entre el número total de viajes del periodo. Igual que en el indicador anterior, se puede agrupar por dimensiones como línea, itinerario, etc.
ID5	Porcentaje de ocupación promedio (porcentaje medio de ocupación: pasajeros a bordo / plazas ofertadas, por línea y franja de tiempo, por semana solo días laborables).	Viajes en guagua	Filtrar solo días laborables en la última semana y viajes realizados, obtener la media de %_max_ocupacion por línea y franja horaria. El resultado es el porcentaje medio de ocupación para cada combinación línea-franja.
ID6	Porcentaje de viajes saturados (%) de viajes con ocupación > 90%).	Viajes en guagua	Seleccionar el periodo de análisis (año anterior) y viajes realizados, contar los viajes con %_max_ocupacion > 0,90. Dividir este número entre el total de viajes del periodo (o por línea/franja si se quiere el indicador segmentado).
ID7	Cumplimiento de la programación (viajes realizados vs planificados, % de viajes efectivamente realizados sobre los viajes planificados).	Viajes en guagua	Para el periodo analizado (año anterior), obtener el número de viajes planificados (todos los viajes en la tabla) y el número de viajes efectivamente realizados. Calcular el porcentaje como cumplimiento = viajes_realizados / viajes_planificados. Opcionalmente, calcular este porcentaje por línea, itinerario o franja horaria.
ID8	Porcentaje de diferencia entre el número máximo y mínimo de pasajeros en un mismo viaje. Agrupado por itinerario.	Viajes en guagua	Filtrar los datos de viajes de los últimos 2 meses. Agrupar por itinerario y calcular, para cada uno, la media de maximo_pasajeros y la media de minimo_pasajeros. Para cada linea, obtener el porcentaje de diferencia entre ambas medias ((media_maximo - media_minimo)/media_maximo).
ID9	Valor total de inventario de repuestos por taller (€/día).	Gestión del inventario	Para el día anterior, agrupar las filas de la tabla de hechos de inventario por taller y sumar valor_stock_final de todos los componentes de cada taller. El resultado es el valor total de inventario por taller en ese día.

ID	Indicador	Proceso de negocio	Descripción del cálculo
ID10	Porcentaje de valor de inventario en componentes críticos (según clasificación ABC).	Gestión del inventario	<p>Para el día anterior, calcular en el denominador $\text{SUM}(\text{valor_stock_final})$ de todos los componentes del taller (valor total de inventario) y, en el numerador, $\text{SUM}(\text{valor_stock_final})$ solo de los componentes cuya <code>clasificacion_ABC</code> sea crítica (por ejemplo, clases A y B). El porcentaje se obtiene como %</p> $\text{valor crítico} = \frac{\text{SUM}(\text{valor_stock_final crítico})}{\text{SUM}(\text{valor_stock_final total})}$ <p>Opcionalmente se calcula por taller, familia de componente, etc.</p>
ID11	Indicador de componentes críticos con stock cero al cierre del día.	Gestión del inventario	<p>Para la fecha de <i>snapshot</i> seleccionada, filtrar las filas de inventario con componentes críticos (según <code>clasificacion_ABC</code>) y, dentro de ellas, contar cuántas tienen <code>stock_final = 0</code>. Calcular por taller.</p>
ID12	Porcentaje del valor de inventario en componentes sin movimiento en los últimos 12 meses.	Gestión del inventario	<p>Para la fecha de <i>snapshot</i> seleccionada, identificar los componentes marcados como “sin movimiento en los últimos 12 meses” mediante el campo <code>indicador_sin_movimiento_12m = 1</code>. En el numerador, $\text{SUM}(\text{valor_stock_final})$ de los componentes sin movimiento en 12 meses y, en el denominador, $\text{SUM}(\text{valor_stock_final})$ de todos los componentes del taller. El porcentaje se obtiene como %</p> $\text{valor sin movimiento} = \frac{\text{SUM}(\text{valor_stock_final sin movimiento})}{\text{SUM}(\text{valor_stock_final total})}$ <p>Se puede calcular por taller y a nivel global para monitorizar el peso del inventario obsoleto o inmovilizado.</p>

ID	Indicador	Proceso de negocio	Descripción del cálculo
ID13	Indicador de riesgo de rotura por infra-reposición para cada componente.	Gestión del inventario	Para la fecha de <i>snapshot</i> seleccionada (día actual de análisis), agrupar por componente (y, en su caso, taller) y sumar entradas_unidades y salidas_unidades de los últimos 7 días. Tomar el stock_final del día actual como stock_dia_actual. Para cada componente calcular: riesgo = salidas_unidades_7d/(entradas_unidades_7d+1) × 1/(stock_dia_actual + 1).
ID14	Tiempo medio de reparación (desde la entrada del vehículo en taller hasta la disponibilidad para volver a operación).	Mantenimiento de la flota	No se ha modelado el proceso correspondiente.
ID15	Porcentaje de flota disponible para operación (% de vehículos operativos sobre el total de flota).	Disponibilidad de flota	No se ha modelado el proceso correspondiente.
ID16	Porcentaje de retrabajos (% de vehículos que vuelven a taller por la misma avería en un plazo de 30 días).	Calidad de reparación	No se ha modelado el proceso correspondiente.
ID17	Porcentaje de servicios programados cubiertos con conductor asignado (% de salidas que cuentan con un conductor habilitado y presente).	Planificación de servicios	No se ha modelado el proceso correspondiente.
ID18	Porcentaje de horas extra sobre el total de horas trabajadas por los conductores.	Gestión de jornada de conductores	No se ha modelado el proceso correspondiente.
ID19	Porcentaje de incumplimientos normativos detectados en la planificación de turnos (descansos mínimos, máximos de horas, etc.).	Planificación de turnos y cumplimiento normativo	No se ha modelado el proceso correspondiente.

4. Explotación de datos

Una vez estudiados los objetivos del negocio, los procesos, los factores críticos de éxito y los indicadores, vamos a realizar un cuadro de mando (dashboard) orientado al proceso de negocio de viajes en guagua que permita la toma de decisiones a corto plazo. Diferentes aspectos de este dashboard, como su usuario final o propósito, se detallan a continuación.

4.1. Usuario final

El usuario final que se va a beneficiar de este dashboard son los empleados del departamento de Planificación. Los empleados de este departamento tienen un perfil técnico y experiencia en la planificación de servicios. Están acostumbrados a trabajar con datos tabulares, como hojas de Excel, por lo que este dashboard les va a ser de gran utilidad al sintetizar los datos de una manera más cómoda, sin perder el enfoque técnico.

4.2. Propósito

El propósito del dashboard es mostrar los indicadores relacionados al proceso de negocio de viajes en guagua, del indicador ID1 al indicador ID8, para cumplir con el objetivo de ofrecer un servicio de calidad a los pasajeros. Se pretende llevar un control de los indicadores a nivel global y por línea, detectar qué líneas son las que se retrasan más y en qué franjas horarias, qué líneas necesitan refuerzos, en qué líneas no se está cumpliendo con los viajes realizados y demás. Todo esto de una manera visual y cómoda para el usuario final, con esto podrá mejorar el servicio tomando las acciones necesarias, como añadir refuerzos o aumentar la capacidad.

4.3. Frecuencia de actualización

Los datos se van a actualizar de manera mensual con un sistema de tipo *push*, en el que recibimos los datos agregados para ese mes. Un análisis mensual permite evaluar tendencias de puntualidad con suficiente perspectiva, evitando reaccionar ante variaciones puntuales (por ejemplo, incidencias aisladas o días atípicos) que podrían distorsionar la interpretación si la frecuencia fuese más alta.

4.4. Adopción

Actualmente, el departamento de Planificación realiza el seguimiento de la puntualidad y ocupación mediante consultas puntuales a ficheros tabulares (por ejemplo, hojas de cálculo) y revisiones manuales de resúmenes. La adopción del dashboard consistirá en sustituir estas revisiones manuales por una rutina de análisis mensual apoyada en el cuadro de mando. Para asegurar su uso efectivo, primero se realizará una breve formación inicial, se pondrá en uso y, posteriormente, se mantendrá un proceso periódico de seguimiento con los profesionales de planificación para incorporar mejoras y adaptar el dashboard a las necesidades del departamento.

4.5. Diseño del cuadro de mando

El cuadro de mando se ha diseñado para facilitar un análisis rápido y comparable del desempeño del servicio en el último periodo disponible, y se ha desarrollado utilizando la herramienta PowerBI. En la parte superior se incluye un título descriptivo y el mes al que se refieren los datos, de forma que el usuario identifique de inmediato el contexto temporal y evite interpretaciones sobre períodos incorrectos. Esta referencia temporal es especialmente relevante al trabajar con actualizaciones mensuales y con indicadores agregados.

A nivel de contenido, el dashboard integra los indicadores definidos del ID1 al ID8, ya que son los que permiten evaluar el grado de cumplimiento del objetivo de ofrecer un servicio de calidad. La información se estructura siguiendo los factores críticos de éxito (CSF) previamente identificados, separando claramente dos bloques principales: **Puntualidad** (ID1 a ID4, CSF1) y **Ocupación/Servicios acordes a la demanda** (ID5 a ID8, CSF2).

El diseño incorpora, además, dos filtros globales: *franja horaria* y *tipo de día*. Ambos afectan a todas las gráficas para garantizar coherencia en el análisis: cualquier comparación o revisión se realiza sobre el mismo subconjunto de datos, evitando discrepancias por aplicar criterios distintos en diferentes partes. Estos filtros se sitúan en una zona central y visible, siguiendo la interacción típica del usuario de Planificación, que suele comenzar segmentando el análisis por condiciones operativas (horario) y por patrón de demanda (laboral/festivo).

Por último, se ha mantenido una línea visual consistente en toda la interfaz mediante una paleta reducida (blanco como base, tonos azules para elementos informativos y rojo para resaltar situaciones desfavorables o de atención). Esta consistencia mejora la legibilidad, reduce la carga cognitiva y refuerza la interpretación semántica del color (lo neutro/informativo frente a lo crítico).

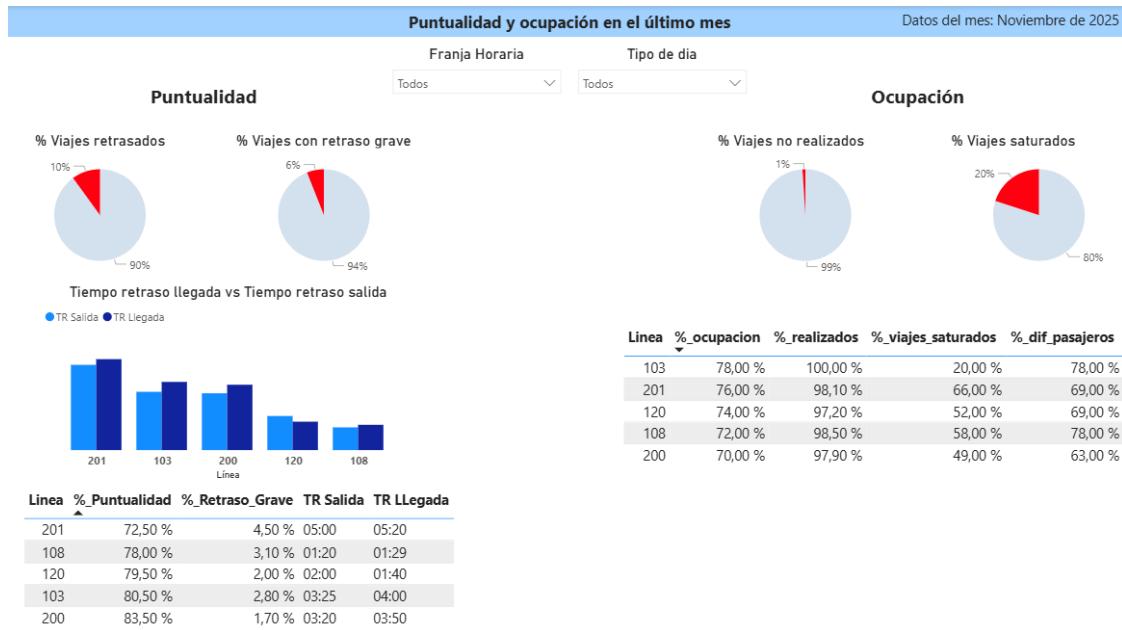


Figura 4: Dashboard completo.

4.5.1. Gráficas

Gráficos de área (indicadores de porcentaje de viajes) Se incluyen varios gráficos de área para representar indicadores expresados como porcentaje y vinculados al número de viajes: % viajes retrasados, % viajes con retraso grave, % viajes no realizados y % viajes saturados. Estos indicadores permiten evaluar el cómputo global en vez de por línea. Se podría haber puesto simplemente un número con el valor del porcentaje, pero de esta manera se visualiza mejor respecto al total.

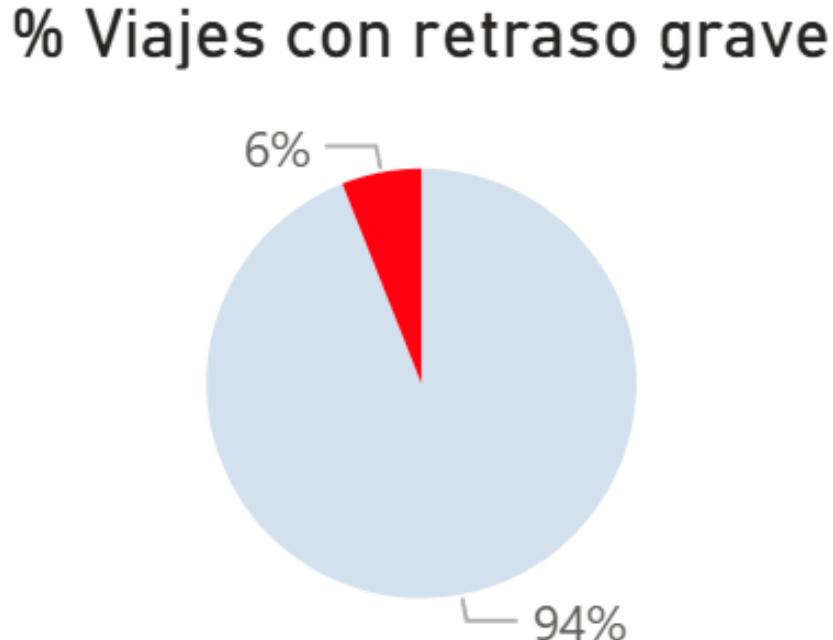


Figura 5: Uno de los gráficos de área.

Medidas. La medida principal en cada caso es un porcentaje calculado sobre el total de viajes del periodo filtrado (por ejemplo, proporción de viajes retrasados respecto al total de viajes planificados/realizados según corresponda).

Dimensiones. Aunque el valor se presenta de forma agregada, estos indicadores dependen de las dimensiones globales del cuadro de mando: *Mes* (ya que el informe se construye para un mes concreto), *Franja horaria* y *Tipo de día*. Es decir, el porcentaje mostrado corresponde al subconjunto de viajes definido por los filtros seleccionados para todas las líneas.

Filtrado e interactividad. Como ya se ha comentado, se pueden filtrar usando los filtros globales de *Franja horaria* y *Tipo de día*

Elecciones estéticas. Se utiliza una codificación cromática simple y consistente: el color rojo se reserva para resaltar el componente “problemático” que se pretende reducir (retrasos, retraso grave, no realizados, saturación). El otro componente queda con un color azul-grisaceo muy discreto, representando que no nos tenemos que preocupar por eso.

Tablas de ranking (líneas con peores resultados) Se incorporan tablas para listar las 5 líneas con peores estadísticas en cada bloque (puntualidad y ocupación). Este diseño responde a una necesidad operativa clara: el departamento de Planificación necesita priorizar acciones sobre un subconjunto reducido de líneas con peor desempeño, sin perder la capacidad de comparar varias métricas de forma simultánea.

Linea	%_Puntualidad	%_Retraso_Grave	TR Salida	TR Llegada
201	72,50 %	4,50 %	05:00	05:20
108	78,00 %	3,10 %	01:20	01:29
120	79,50 %	2,00 %	02:00	01:40
103	80,50 %	2,80 %	03:25	04:00
200	83,50 %	1,70 %	03:20	03:50

Figura 6: Tabla de puntualidad ordenando ordenando por % de viajes puntuales

Medidas (tabla de puntualidad). La tabla de puntualidad muestra, por línea: % Puntualidad, % Retraso grave, Tiempo de retraso en salida (TR Salida) y Tiempo de retraso en llegada (TR Llegada). Estas medidas combinan ratios (para comparar calidad de servicio) con tiempos medios (para dimensionar el impacto real de los retrasos).

Medidas (tabla de ocupación). La tabla de ocupación muestra, por línea: % Ocupación, % Viajes realizados, % Viajes saturados y % de diferencia de pasajeros (como aproximación a la variabilidad de demanda, comparando el momento con más pasajeros frente al de menos pasajeros). Con ello se cubre tanto el ajuste oferta-demanda (ocupación y saturación) como el cumplimiento del plan (viajes realizados) y la estabilidad de la demanda.

Dimensiones. La dimensión principal es *Línea*. Adicionalmente, las medidas se calculan bajo el contexto temporal del mes y bajo el contexto de los filtros globales (*franja horaria* y *tipo de día*). El criterio “top 5 peores” se aplica sobre una medida de referencia (por ejemplo, menor puntualidad o mayor saturación), manteniendo el objetivo de focalizar la atención.

Filtrado e interactividad. Además de los filtros globales, estas tablas permiten **ordenación por columnas**, lo que resulta clave al manejar múltiples métricas: según el objetivo del análisis, el usuario puede ordenar por peor % puntualidad, mayor retraso grave, mayor TR, mayor saturación, menor % de viajes realizados, etc. Dado el perfil técnico del usuario final, se ha optado por una tabla con varias columnas, ya que aporta precisión y permite lectura comparativa directa entre métricas sin necesidad de navegar entre vistas.

Gráfico de barras (comparación TR salida vs TR llegada por línea) Se utiliza un gráfico de barras para comparar, por cada línea, el tiempo de retraso en salida frente al tiempo de retraso en llegada. Su objetivo es detectar con rapidez qué líneas acumulan mayores retrasos y si el retraso se agrava o se recupera a lo largo del recorrido.

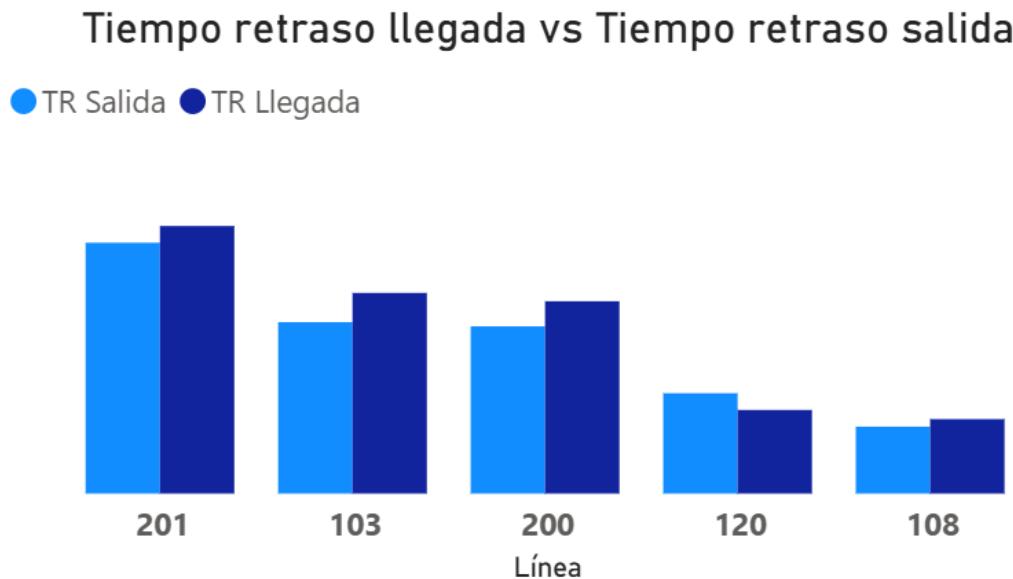


Figura 7: Gráfico de barras.

Medidas. Las dos medidas representadas son TR Salida y TR Llegada, entendidas como tiempos medios de retraso para el subconjunto de viajes del mes filtrado. El uso de dos medidas en paralelo facilita identificar diferencias operativas: por ejemplo, si una línea sale tarde pero llega con menor retraso, puede estar recuperando tiempo; si ocurre lo contrario, puede indicar problemas de recorrido, tráfico recurrente o tiempos de regulación insuficientes.

Dimensiones. La dimensión del eje categórico es *Línea*. Como en el resto del dashboard, los valores dependen del *Mes* y de los filtros globales *Franja horaria* y *Tipo de día*.

Filtrado e interactividad. El gráfico responde a los filtros globales.

Elecciones estéticas. Se evita recargar el eje Y con valores numéricos para mantener el gráfico limpio y centrado en la comparación relativa entre líneas y entre salida/llegada. Dado que el usuario dispone del dato exacto en la tabla, el gráfico cumple un rol complementario: acelerar la detección visual de patrones. Además, se mantiene la coherencia cromática (tonos azules) para diferenciar las dos medidas sin introducir nuevos colores, reservando el rojo para indicadores de alerta en los porcentajes de incidencias.