

Departamento de Ingeniería Mecánica
Universidad Carlos III de Madrid



OPERACIONES DE TRENES DE VIAJEROS

TRANSPORTES

OPERACIONES DE TRENES DE VIAJEROS



OPERACIONES DE TRENES DE VIAJEROS

- **TRAMO:** Parte del recorrido de un tren que se caracteriza por tener una composición idéntica y no realizarse en él ninguna maniobra.
- **TRAYECTO:** Recorrido entre dos paradas comerciales consecutivas, es decir, entre dos estaciones en las que se pueden subir y/o bajar viajeros.
- **RAMA:** Conjunto de vehículos para el transporte de viajeros que tienen un origen y un destino común.



OPERACIONES DE TRENES DE VIAJEROS

- **EJEMPLO:**

Un tren Talgo Madrid a Galicia sale de Madrid con máquina diesel y remolcando dos composiciones. Efectúa parada comercial en Ávila. Luego para en Medina del Campo para cambiar la locomotora de cabeza a cola, pero aquí no admite pasajeros. Más tarde efectúa una nueva parada comercial en Zamora y otra en Orense, donde además se segregan las composiciones que van a Vigo (que continúa con una locomotora eléctrica y sin más paradas intermedias), y a La Coruña (con parada comercial en Santiago). Determinar los tramos, trayectos y ramas que integran este tren.



UNIDADES DE PRODUCCIÓN

- **KILÓMETRO.TREN** (km.tren o tren.km). Es el resultado de sumar los recorridos realizados por cada uno de los trenes que integran la línea durante el periodo considerado.
- **KILÓMETRO.VEHÍCULO** (km.coche, km.locomotora ó km.electrotren, etc...). Es la suma de los recorridos (medidos en kilómetros) de los diferentes vehículos que integran un tren.
- **COMPOSICIÓN MEDIA.**

$$\text{composicion media} = \frac{\text{km.vehiculo}}{\text{km.tren}}$$



UNIDADES DE PRODUCCIÓN

- **TONELADAS.KM BRUTAS (TKB).** Masa total del tren sumándose la carga comercial del tren y la propia masa del tren vacío pero en condiciones de prestar servicio.

COMPONENTES QUE INTEGRAN LA MASA TOTAL DE UN TREN

Masa de la locomotora en condiciones de prestar servicio (con su personal de conducción, herramientas y combustible a tope) +
Masa de los vehículos remolcados vacíos pero en condiciones de prestar servicio (con sus tripulaciones y avituallamientos) +
Masa de los viajeros que van en el tren y de sus equipajes +
Masa de las mercancías que se transportan en el tren =
MASA TOTAL DEL TREN



UNIDADES DE PRODUCCIÓN

- **MASA DE LOS VIAJEROS.** Peso medio de los viajeros más equipajes (80 kg).
- **TONELADAS KILÓMETRO BRUTAS COMPLETAS (TKBC).**

$$TKBC = \sum m_i \cdot l_i$$

donde

m_i es la masa del tren en cada tramo

l_i es la longitud en km de dicho tramo



UNIDADES DE PRODUCCIÓN

- **TONELADAS KILÓMETRO BRUTAS REMOLCADAS (TKBR).**

$$TKBR = \sum m_i \cdot l_i$$

donde,

m_i es la masa de los vehículos remolcados en cada tramo

l_i es la longitud en km de dicho tramo

- **PLAZAS.** Dan una idea de su capacidad máxima en un momento dado.

- **PLAZAS.KM.** $\text{plazas.km} = \sum_{n^{\circ} \text{ tramos}} \text{plazas}_{\text{tramo}} \cdot \text{km}_{\text{tramo}}$



UNIDADES DE PRODUCCIÓN

- **EJES.KILÓMETRO (ejes.km).**

$$\text{ejes.km} = \sum \text{ejes}_{\text{total}} \cdot \text{km}_{\text{tramo}}$$

Los ejes de un tren son la suma de cada uno de los vehículos que lo integran.

VEHÍCULO	Nº EJES
Locomotoras	4 ó 6 ejes
Vehículos remolcados: coches, furgones y vagones convencionales	4 ejes
Algunos vehículos articulados	Una pareja de ejes por cada 2 coches + otra pareja de cierre por el conjunto del tren
Talgo	1 eje por cada coche + 1 eje de cierre por el conjunto del tren



INDICADORES DE LA DEMANDA

- **VIAJEROS.** Es el número de personas que en algún momento determinado se suben al tren.
 - **VIAJEROS EVOLUCIONADOS** (V_e). Son todos los que se suben al tren en un momento dado de su recorrido.
 - **VIAJEROS MÁXIMOS** (V_x). Son los que lleva el tren en un momento de su recorrido.
 - **VIAJEROS MEDIOS** (V_m). Es el número de viajeros que, por término medio, hay en un momento determinado del recorrido del tren.

$$V_m = \frac{\text{Viajeros.km}}{\text{km.tren}}$$



INDICADORES DE LA DEMANDA

- **VIAJERO.KM** (V_k).

$$V_k = \sum_{n^0 \text{ viajeros}} \text{recorridos (km)}$$

Nos ofrece un indicador representativo sobre el tráfico.

- **RECORRIDO MEDIO DEL VIAJERO** (R_v).

$$R_v = \frac{V_k}{V_e}$$

RECORRIDO MEDIO DE LOS VIAJEROS MÁXIMOS (R_{vx}).

$$R_{vx} = \frac{V_k}{V_x}$$

**INDICADORES DEL APROVECHAMIENTO DEL TREN**

- **UTILIZACIÓN DEL TREN (U).**

$$U = \frac{V_e}{P}$$

donde P son las plazas ofertadas por el tren.

- **SATURACIÓN DEL TREN (IS).** Mide la punta de demanda de un tren a lo largo de su recorrido.

$$IS = \frac{V_x}{V_m}$$

**INDICADORES DEL APROVECHAMIENTO DEL TREN**

- **ROTACIÓN DE VIAJEROS (IR).** Mide en que medida los viajeros que bajan del tren son sustituidos por otros.

$$IR = \frac{V_x}{V_e} \leq 1$$

- **APROVECHAMIENTO (TOTAL) DEL TREN (A).** Tiene por objeto medir la adecuación entre la oferta (medida en plazas.km) y la demanda (medida en viajeros.km).

$$A = \frac{V_k}{\text{plazas.km}}$$



APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL

- El indicador de aprovechamiento del tren no es relevante a la hora de tomar decisiones.
- Hay que distinguir si el aprovechamiento se ha obtenido por llevar muchos viajeros con poco recorrido o pocos viajeros con mucho recorrido.

- **EJEMPLO:**

Un tren Madrid-Valencia con única parada en Albacete. Se supone que la distancia entre Madrid-Albacete es de 250 km y la de Albacete-Valencia es de 250 km también. La capacidad del tren es de 300 plazas. En el viaje de ida suben en Madrid 150 viajeros y continúan todos ellos hasta Valencia. En el viaje de vuelta salen de Valencia 300 viajeros de un grupo de seguidores de fútbol, y se bajan todos en Albacete, continuando el tren vacío hasta Madrid.



APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL

- **APROVECHAMIENTO VERTICAL (A_v):** Da idea sobre el aprovechamiento de asientos.

$$A_v = \frac{V_x}{P}$$

- **APROVECHAMIENTO HORIZONTAL (A_h):** Da idea del recorrido medio de los viajeros en relación con el recorrido del tren.

$$A_h = \frac{V_m}{V_x}$$



APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL

• APROVECHAMIENTO TOTAL (A)

$$A = A_h \cdot A_v$$

$$A_h = \frac{V_m}{V_x} = \frac{V_k/\text{km.tren}}{V_x} = \frac{V_k/V_x}{\text{km.tren}} =$$

$$= \frac{\text{recorrido medio del viajero maximo (R}_{vx})}{\text{recorrido del tren (Ah)}}$$



APROVECHAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL

• Cálculo del aprovechamiento a partir de los viajeros evolucionados:

- Normalmente, del billeteaje, se conocen solamente los viajeros evolucionados y los viajeros.km
- Conocido el índice de rotación (IR) de viajeros (V_{max}/V_e)

$$A_v = \frac{V_e \cdot IR}{P}$$

$$A_h = \frac{V_m}{V_e \cdot IR}$$

- Conocido el IR de un tren durante un determinado periodo se puede aplicar el mismo a los viajeros evolucionados conocidos en otro periodo para estimar en él los viajeros máximos.