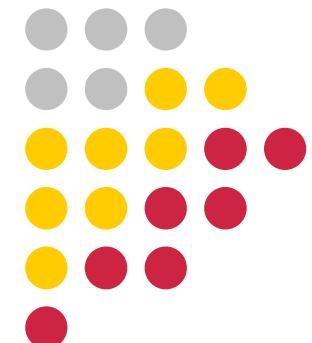


---

# Título : RENOVACIÓN / REMODELACIÓN DE UNIDADES DE MATERIAL MOVIL

Autor: Marcos Roselló Colomar /  
Carlos Argüello López.

*Jefe de área Técnica / Responsable Ingeniería Material Móvil*





FGV

metrovalencia

TRAM  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA

## RENOVACIÓN / REMODELACIÓN DE UNIDADES DE MATERIAL MOVIL

*... como alternativa a la compra*



# ¿PORQUÉ NECESITO OTRO TREN?

- La necesidad de plantear un incremento de la frecuencia del servicio por un aumento de la demanda.
- La apertura de una nueva línea.
- Obsolescencia del material antiguo.



# GRAN INVERSIÓN



- Los operadores o la administración se ven en la necesidad de recurrir a la adquisición de nuevo material para cubrir dichas necesidades.
- Esto supone que las empresas o la administración debe embarcarse en una gran inversión durante años.



# LA ALTERNATIVA



- La recuperación de un material anterior que de entrada, puede no cumplir las necesidades para dar el servicio requerido pero que con una intervención que asegure su continuidad en el periodo necesario y una actualización de sus equipos, puede aportar las prestaciones y la necesaria calidad a la operación y con unos costes muy inferiores a los que supone la adquisición de nuevo material.
- Esta alternativa es frecuente entre los operadores y es muy aconsejable que sea estudiada siempre que sea factible.



- Necesidad de **NUEVO MATERIAL** para sustituir o para aumentar frecuencias.
- La modernización de las antiguas unidades es una alternativa realista para aumentar la **VIDA UTIL** del material móvil.
- Con una **INVERSIÓN MENOR** a la alternativa de compra se puede conseguir una flota adaptada a las necesidades de la explotación.
- Mediante un análisis comparativo de costes de renovación y de vida útil esperada se puede fundamentar la decisión.

## análisis

## COSTE vs VIDA UTIL



## 2

# EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE

- **El caso de los trenes MAN DIESEL S2500 de la línea 9 del Tram de Alicante.**
- Los vehículos serie 2300 de la empresa MAN fueron durante mas de 30 años de explotación, sometidos a reparaciones, sustituciones puntuales de equipos, cambios de configuración de los coches, estéticos, etc..; para adaptarse a las necesidades del explotador en cada época, pero no se les había realizado una remodelación en profundidad.
- Los vehículos durante este periodo, a falta de una intervención en profundidad, fueron degradándose estructuralmente poco a poco:
  - indisponibilidades altas,
  - incremento de costes de mantenimiento,
  - reducción del MTBF
  - aumento de reclamaciones de los clientes.
- y a punto de ser retirados del servicio, en el año 2006 se les realizó una remodelación sustancial que revitalizó los vehículos dándoles la imagen y prestaciones actuales.



## 2

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE



# ESTADO ORIGINAL



## 2

# EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE



- La remodelación contratada supuso:
  - La sustitución completa de la estructura de las cajas y sus equipos.
  - Se mantuvieron los bogies que fueron sometidos a una R.
  - Se realizó una puesta a cero a los equipos principales: la cadena de tracción ( motores y transmisiones) compresores, engrases pestaña, baterías, enganches, bocina, freno mano y válvulas de freno,.
- Se realizaron las siguientes modificaciones:
  - Nuevos equipos de climatización para viajeros y cabinas (33,25 KW/4,72 KW).
  - Discos de freno en bogies en lugar del freno a la llanta.
  - La incorporación de grupos electrógenos para alimentación de auxiliares (climatización).



2

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE



# ESTADO REFORMADO



2

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE



## ● Modificación actual

- Dicha remodelación realizada hace 8 años tiene su continuidad en la actualidad en otra actuación que va dirigida fundamentalmente a remodelar los bogies y en particular a algunos equipos de estos que han llegado al final de su vida útil, como son: los grupos reductores y árboles cardan, además de realizar mejoras enfocadas en aumentar la seguridad del vehículo.
- Para poder incidir sobre los posibles problemas de seguridad de las unidades, se ha analizado por un lado, el estado actual del material y por otro se ha recabado información sobre las principales incidencias que se han detectado o producido en servicio en los últimos años.



## 2

# EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE



- INTERVENCIÓN EN BOGIES:

- La experiencia de falta de incidencias en los bastidores de los bogies de este tipo durante muchos años de explotación, unida a la robustez característica de los mismos, determinó la decisión de mantener este después de ser sometidos a una exhaustiva revisión.
- Un análisis pormenorizado de que elementos son aprovechables (después de sometidos a una inspección que asegure su estado) y cuales deberían ser sustituidos.
- A partir de ahí se analizó elemento por elemento del bogie para concretar en cada caso las posibles actuaciones a realizar sobre los bogies que garanticen su funcionalidad y su operación de una manera segura y fiable.



## 2

# EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE



- **Alcance de la intervención en bogies.**
- El alcance de la intervención en estos bogies incluiría por un lado la adquisición de los nuevos equipos y la posterior realización de los trabajos sobre los bogies:
- Revisión general de todos los bogies.
- Sustitución de las actuales cajas reductoras. Además, se pretendería eliminar el actual sistema de brazo antipar que une ambas cajas que ha sido objeto como se ha comentado de incidencias por otro mas seguro que se fijara individualmente al bastidor de bogie.
- Sustitución de todos los ejes de los bogies con muchos años y que obligan a una inspección continua para evitar incidencias.
- Sustitución de los actuales árboles cardan por otros nuevos.
- Sustitución de los muelles actuales de la suspensión secundaria por otros reforzados.
- sustitución del platillo y muelles interior y exterior de la suspensión primaria.
- Sustitución de los silentblocks de los brazos de arrastre del pivote de giro-





- **OTRAS INTERVENCIONES PARALELAS**
- Instalación de sensor de desgaste del ferodo de freno, e implementación de la señal en la pantalla de control de tren en cabina para controlar el desgaste de zapata y evitar el deterioro del disco en caso de desgaste excesivo.
- Además del cambio de los árboles cardan, se propone añadir un sensor que detectara la rotura de cualquiera de los dos árboles, en tiempo real, y se la comunicara al maquinista presentándosela al conductor en la pantalla de control de la cabina de conducción habilitada y provocando el frenado.
- Como opción adicional se propone añadir un elemento de protección adicional o soporte robusto que el actual, de para evitar en caso de rotura, que estos caigan a la vía.



## 2

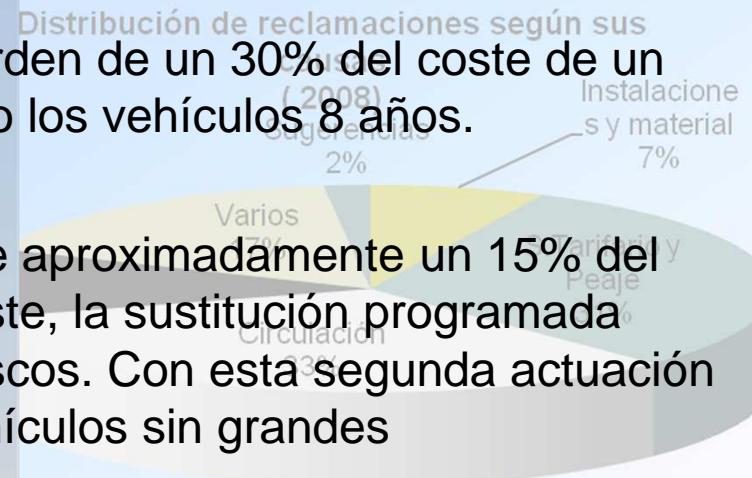
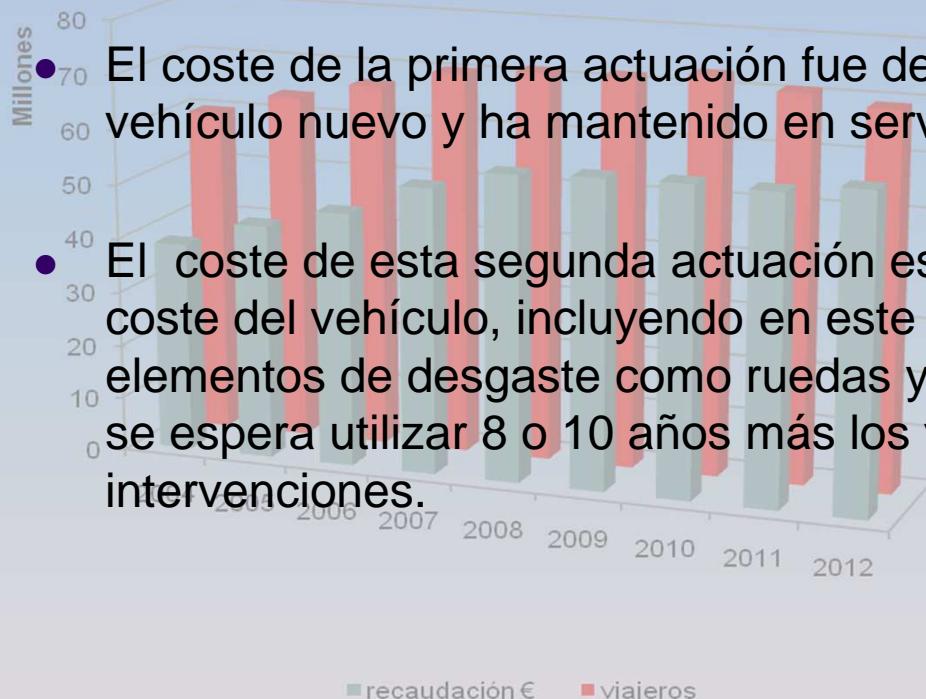
## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S2500 ALICANTE



- Sustitución del actual sistema de freno de mano de husillo por cilindros dotados de freno de estacionamiento.
- Aplicación de mejora de la ventilación del grupo auxiliar por incorporación de un nuevo ventilador regulable.
- Fuera del Bogie, se realizaron intervenciones sobre los motores de tracción y cajas de cambio para alargar su vida útil.



### • ANÁLISIS DE COSTES



- El coste de la primera actuación fue del orden de un 30% del coste de un vehículo nuevo y ha mantenido en servicio los vehículos 8 años.
- El coste de esta segunda actuación es de aproximadamente un 15% del coste del vehículo, incluyendo en este coste, la sustitución programada de elementos de desgaste como ruedas y discos. Con esta segunda actuación se espera utilizar 8 o 10 años más los vehículos sin grandes intervenciones.





# Serie 3900 metrovalencia



### 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA



- **VENTA DE MATERIAL MÓVIL DE SEGUNDO USO PARA SU ADAPTACIÓN EN OTRAS EXPLOTACIONES.**
- Las unidades serie 3900 han prestado servicio en FGV durante 19 años realizando en este tiempo mas de 15.000.000 Km satisfactoriamente.
- Actualmente estaban siendo sometidas a una gran intervención tipo R para alargar su vida al menos 15 años más.
- Las previsiones de nuevas líneas, ampliación de las existentes aumento de la demanda y del servicio ofertado provocó la compra de nuevos trenes. S4300.
- La crisis ha provocado en España que empresas como FGV, ha supuesto que por un lado los planes para nuevas obras y ampliaciones de Líneas en construcción, para las que se había contratado nuevo Material móvil se paralizasen, y por otro lado la reducción de la demanda ha provocado un reajuste y disminución de la oferta, con lo que también provoca una reducción de los trenes necesarios.



# 3

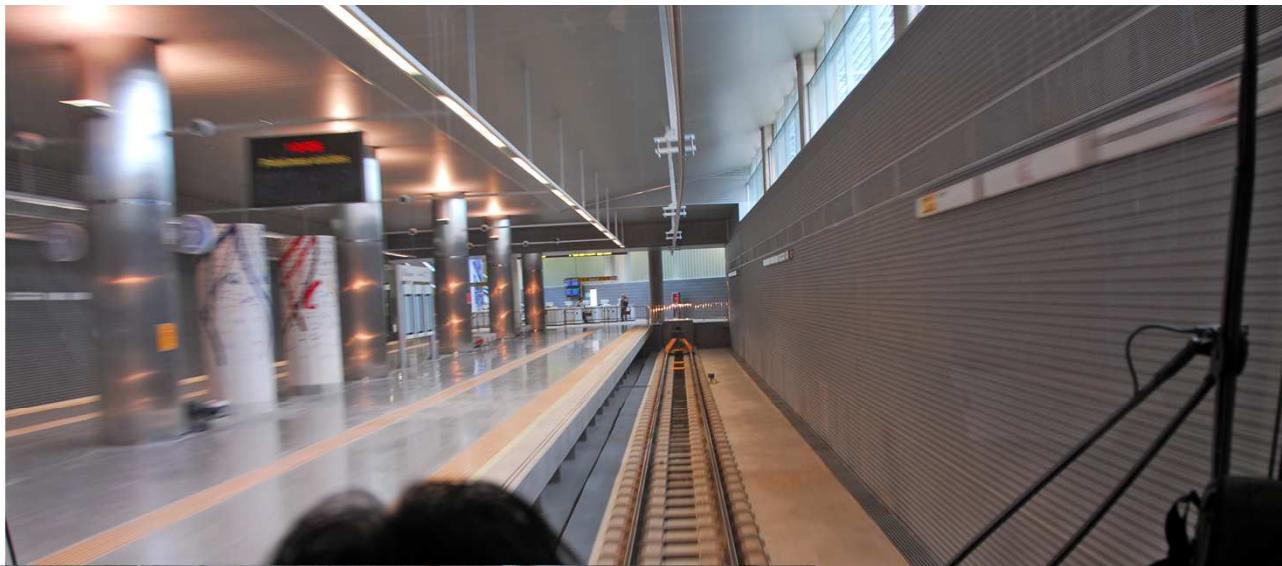
## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

- Ello ha llevado a FGV a la existencia de un sobrante de Material Móvil que se concreta en las unidades de más edad de las Líneas de Metro, es decir la serie 3.900.
- Se han buscado posibles alternativas para el excedente de Material que paulatinamente será retirado, ya que no podrá ser utilizado a corto y medio plazo.
- La reutilización de ese material en otras explotaciones es una alternativa mas que posible pasando por adaptar las unidades a las necesidades del operador.
- Dichas actuaciones se desglosarían en:





**FGV**  
**metrovalencia**  
**TRAM**  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA



# 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

### Actuaciones de adaptación:

- Son las necesarias para poder explotar en las nuevas vías las unidades y deben ser estudiadas en cada caso. Se relacionan a continuación las principales y las acciones que se tomarían.

### Bogies.

- Es uno de los principales problemas de adaptación del vehículo por partir de un ancho de vía métrico, poco usual en la mayoría de las explotaciones.
- Sería la modificación mas importante por su coste y por su envergadura.
- Supone el desmontaje de los bogies y el cambio de estos a ancho habitualmente internacional, dicho cambio se puede utilizar para con el nuevo diseño, optimizar o adecuar la altura de puertas de acceso.



# 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

### Estudio de gálibo dinámico



- Para comprobar la idoneidad de el gálibo del vehículo en las nuevas Líneas. Análisis del gálibo de las unidades en diferentes casos de curvas, contracurvas y paso por andenes. Gálibos de partes altas a efectos de la captación de corriente y de bajas para confirmar su viabilidad con el cajón de vía o/y realizar la simulación completa del nuevo diseño del bogie en caso necesario.

### Umbral de puertas.

- Se han de comprobar, ajustar y adecuar los accesos de las puertas a la geometría de los andenes para asegurar una correcta subida y bajada de viajeros en los andenes en base a la altura de estos y al ancho de los vehículos.





 **FGV**  
 **metrovalencia**  
 **TRAM**  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA

# 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

### Dispositivo acoplamiento.



- Será necesario en muchas ocasiones, diseñar un dispositivo de doble cabeza para el acoplamiento de estas unidades con otras unidades cuyo enganche esté a diferente altura en caso de remolque entre ellos.

### Sistemas de Señalización embarcados

- Adaptación o sustitución de la señalización actual para hacer el sistema compatible con el del operador, necesario incluso en una nueva compra.





 **FGV**  
 **metrovalencia**  
 **TRAM**  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA



# 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

### Geometría de las nuevas Líneas



- Necesidad de analizar las características geométricas de las nuevas Líneas, para ver que los vehículos se adaptan a ellas: Radios mínimos pendientes, peraltes, etc.

### Parámetros de operación y sistema de información

- Hay que analizar los parámetros que el explotador necesita para realizar los trayectos en los tiempos establecidos a efectos de velocidades y aceleraciones. Hay que comprobar que los distintos tipos de freno son satisfactorios para los nuevos operadores.
- A efecto de aceleraciones, frenados o velocidades máximas los vehículos serie 3900 son perfectamente homologables con la mayoría de Líneas similares.



## Actuaciones adicionales para puesta a punto

- Dado que las unidades actualmente iniciaron un proceso de media vida pero éste se paralizó, éstas se encuentran en diferente estado.
- Además de las adaptaciones o modificaciones que sean necesarias para la explotación de estas unidades en las líneas del nuevo operador, habría que realizar la puesta a punto total o parcial en función del estado actual, de cada unidad, de una serie de actuaciones. La descripción de las principales sería:

### Pintura exterior.

- Pintado exterior que se aprovecharía para la adaptación a los colores corporativos de la nueva empresa, serigrafías, logos, etc.





 **FGV**  
 **metrovalencia**  
 **TRAM**  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA

# 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

### Pintura interior.

- Se realiza previo desmontaje un pintado de todos revestimientos interiores, barras, pasamanos, soportes de asiento, etc.

### Piso.

- Se puede mantener el actual tipo Altro en buen estado realizando reparaciones puntuales de soldaduras despegadas, salvo en el perímetro de las puertas donde se sustituiría.

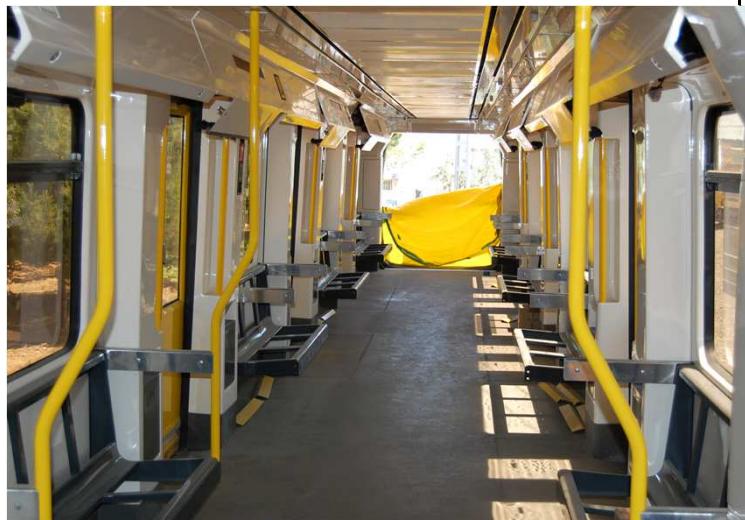
### Asientos.

- Se cambiarían todos los revestimientos de los asientos para unificar el vehículo con tejido nuevo que podría incorporar la imagen corporativa de la nueva compañía.

### Equipo de tracción y control

- Realización de gran revisión del equipo de tracción y control con la puesta a punto del equipo y sustitución de tarjetas obsoletas.





**FGV**

**metrovalencia**

**TRAM**  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA

# 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

### Equipos de freno

- Realización de gran revisión del equipo de freno y puesta a punto del equipo.

### Convetidores de auxiliares

- Revisión a fondo de los equipos y revisión/reparación de tarjetas

### Equipos de climatización

- Realización de gran revisión de los equipos de climatización tanto de viajeros como de cabina.

### Puertas de acceso

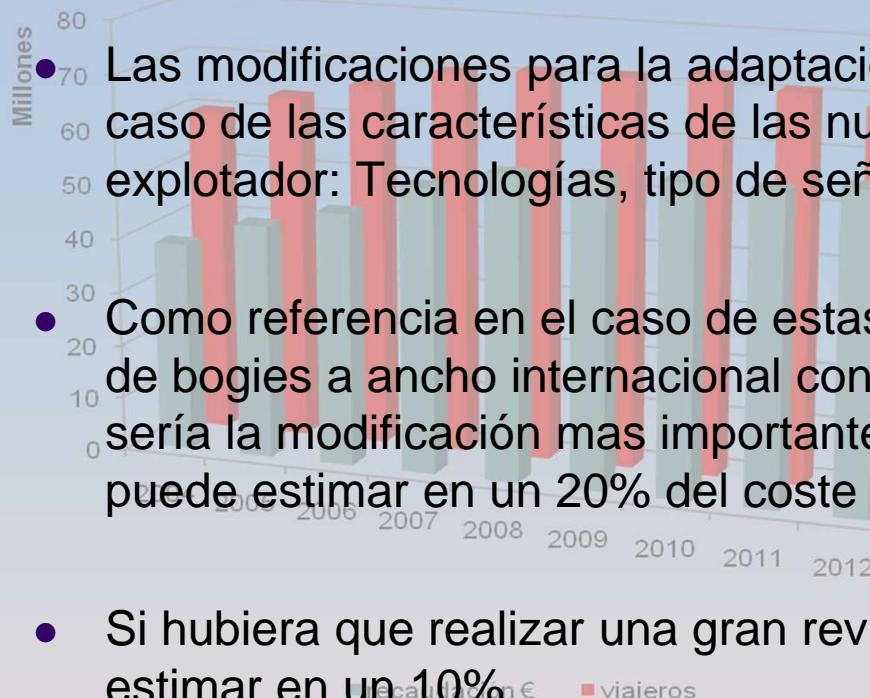
- Realización de gran revisión de las puertas de acceso.



# 3

## EJEMPLOS DE REFERENCIA EN FGV: S3900 VALENCIA

### • ANÁLISIS DE COSTES



- Las modificaciones para la adaptación de los vehículos dependen en cada caso de las características de las nuevas líneas y de las necesidades del explotador: Tecnologías, tipo de señalización nivel de confort, etc.
- Como referencia en el caso de estas unidades para un caso de adaptación de bogies a ancho internacional con adaptación de alturas de acceso que sería la modificación mas importante en coste que se podría plantear, se puede estimar en un 20% del coste del vehículo.
- Si hubiera que realizar una gran revisión de los equipos de caja se podría estimar en un 10%.

Distribución de reclamaciones según sus causas (2008)

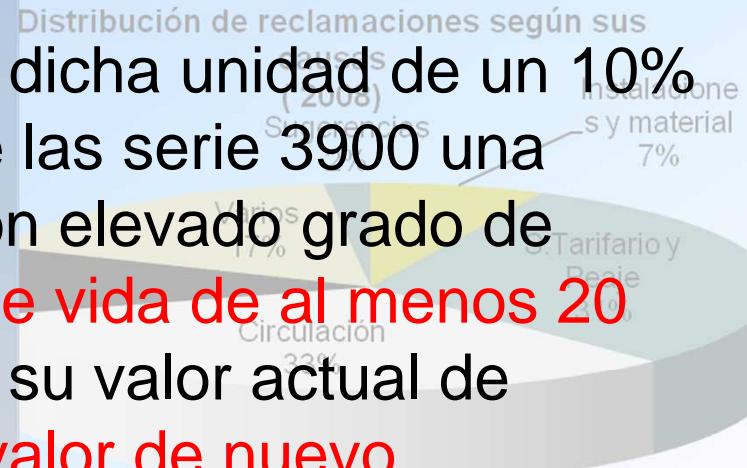
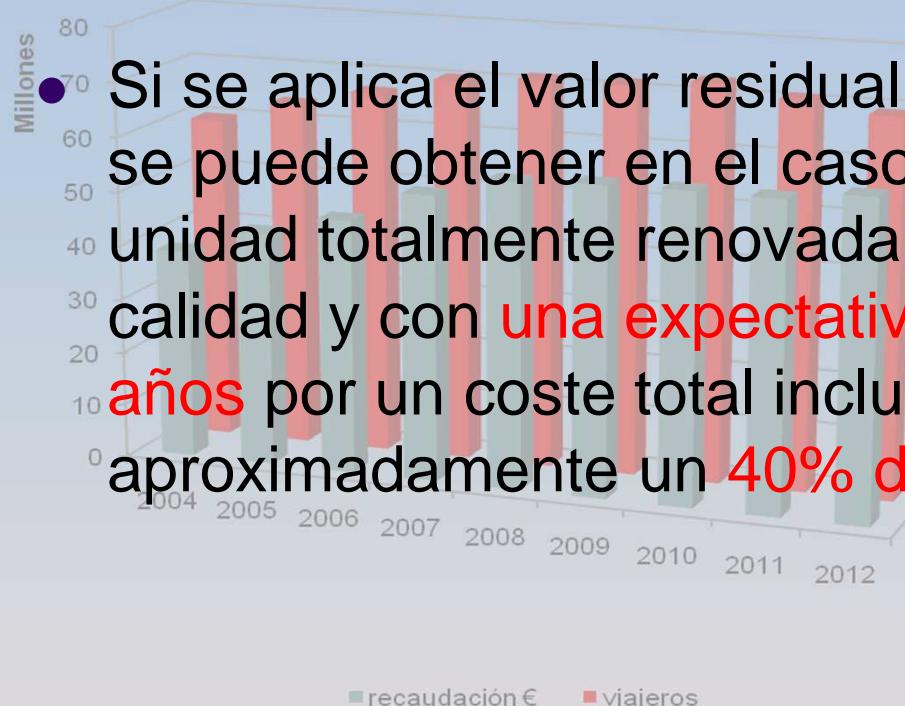
Causa	Porcentaje
Varios	17%
Circulación	12%
Instalaciones y material	7%

S. Tarifario y Peaje

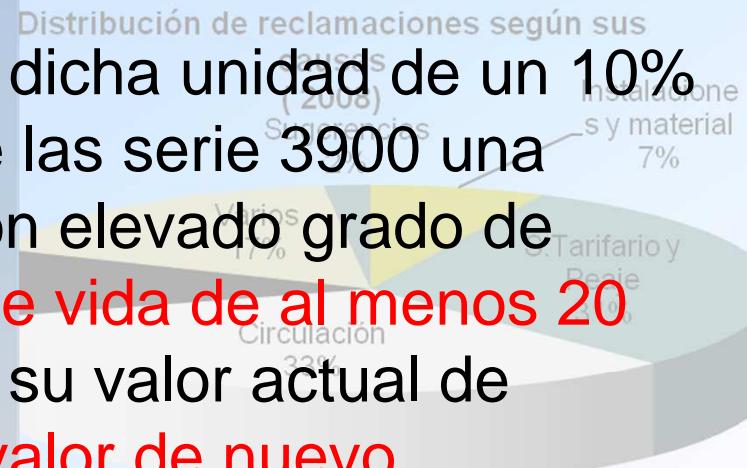
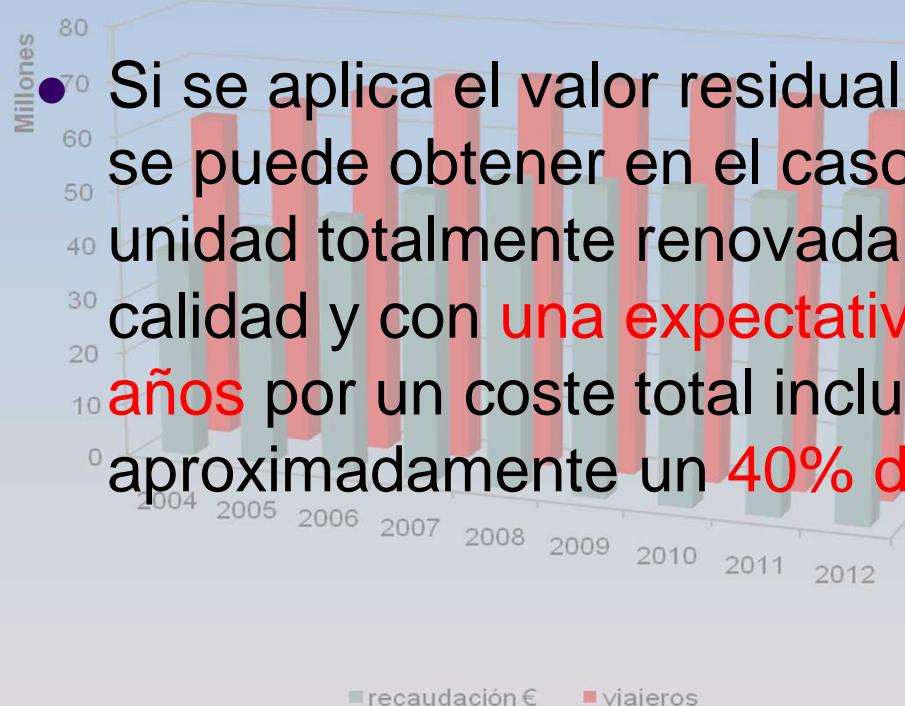
Causa	Porcentaje
Varios	17%
Circulación	12%
Instalaciones y material	7%



### • ANÁLISIS DE COSTES



### • ANÁLISIS DE COSTES



# Anexo de características técnicas





FGV

metrovalencia

TRAM  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA

## Características generales

- Longitud: 60 m
- Bi- cabina
- Tensión catenaria: 1.500 Vdc
- Número de coches: 4 (MRRM)
- Ancho de vía: 1.000 mm
- Anchura (m): 2.550 mm
- Altura de piso: 1.150 mm
- Altura interior: 2.100 mm
- Viajeros: 600 (6 pas/m<sup>2</sup>)
- Velocidad máxima: 80 kph
- Aceleración inicial: 1,1 m/s<sup>2</sup> (0-40 KPH)
- Aceleración residual: 0,3 m/s<sup>2</sup>
- Deceleración: 1,2 m/s<sup>2</sup>





FGV

metrovalencia

TRAM  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA

## Características generales

- Tecnología GTO.
- Bastidor: Inox/Steel
- Carga por eje: 11 T (6 pas/m<sup>2</sup>)
- Esfuerzo de tracción: 130 t
- Control de Unidad Múltiple: 2 unidades
- Nº puertas: 2 Coches motores/3 coches remolques x lado
- Min. diámetro de rueda: 80 m
- Climatización: Cabinas + pasajeros (uno por coche)
- Pendiente máxima: 30 por 1000
- Intercirculación: Fuelle de intercomunicación amplio.
- Sistemas de seguridad: FAP, ATP
- PMR (dos espacios en los extremos)



# SISTEMA DE TRACCION Y CONTROL

- La tracción se realiza con 8 motores asíncronos (2 por bogie) con una potencia total de 1.312 KW. La alimentación se realiza mediante un ondulador de tensión de tecnología GTO con equipo de regulación y control por microprocesador.
- Tanto el equipo de potencia como el control son tecnología GEC-ALSTHOM TRANSPORT (idéntica tecnología que muchos modelos del Metro de París).
- Por otro lado dispone de dos convertidores auxiliares de 120 KVA con equipo cargador de baterías.
- La unidad cuenta con un Equipo de control y diagnosis de auxiliares



## BOGIES

- Los Bogies de ancho de vía métrico son bimotores con motores enteramente suspendidos y montados longitudinalmente. suspensión primaria del tipo caucho-acero y suspensión secundaria neumática.
- Los motores de tracción son asíncronos trifásicos con rotor en jaula de ardilla, y potencia continua en el eje de 164 KW para tensión continua intermedia de 1250 V.
- Discos de frenos autoventilados montados en eje de ruedas (2 por bogie). Equipo de freno electro neumático.
- El bogie fue diseñado y desarrollado para esta serie, para asegurara la máxima fiabilidad y confort. Se presto especial atención en el diseño en minimizar el desgaste de ruedas (duracion de ruedas de 1,5 millones de Km), y a asegurar un confort optimo al pasajero y unos elevados niveles de seguridad.



## SISTEMAS DE CONFORT



- Sistema de información al viajero

Indicadores de destino exteriores, frontales y laterales. Indicadores de parada y destino interiores, megafonía de proxima parada, correspondencias y avisos, y musica ambiental.

- Climatización .

Cada coche tiene su propio equipo de climatización además de un pequeño equipo por cabina de conducción (ya que las necesidades de los conductores son en muchos casos distintas por volumen del recinto, focos de calor y permanencia).

- Facilidad de movimiento interno .

Con asientos longitudinales que permiten un paso amplio en los coches . La intercomunicación entre coches esta resuelto con un anillo de elastomero que le confiere una gran amplitud de paso ( 1600 mm ) y produce una visión de continuidad en todo el tren .



## SISTEMAS DE CONFORT

- Facilidad de acceso al tren

Suspensión neumática. Permite que el mantenimiento de la altura del tren apenas varie en los diferentes estados de carga, facilitando al máximo el acceso.



- Espacios reservados para sillas de ruedas .

En las dos plataformas externas , se ha reservado un espacio para sillas de ruedas ,dotadas de una barra asidero y un pulsador especial de solicitud de parada para avisar al conductor y que este realice una observación especial en el desalojo de viajeros y pueda prever un retardo en el cierre .

- Estabilidad en la marcha .

Se ha cuidado el aspecto dinámico de la unidad optimizando el guiado y su estabilidad lateral, así como la suavidad en el arranque y parada de la unidad. Con ello se consigue un mayor confort durante el trayecto .



# SISTEMAS DE FRENADO



## •Frenado de servicio

El mecanismo principal de frenado es eléctrico, aunque para detenerlo totalmente se utiliza a baja velocidad un freno neumático. Se emplea sobre todo para regular la velocidad del vehículo, siendo de intensidad variable.

## • Frenado de urgencia

Es un freno en general exclusivamente neumático. No es regulable y se utiliza para conseguir un frenado mayor que el habitual aunque mas brusco para el viajero.

Para aumentar la adherencia de las ruedas sobre la vía, se utiliza en ocasiones especiales arena (tanto al frenar en este tipo de freno, para evitar que estas se bloqueeen, como al arrancar para evitar que deslicen).

## •Frenado de emergencia

Ante una situación excepcional, se utiliza para detener el vehículo en el menor tiempo. En él se aplica el freno de urgencia más el freno de patín.

## • Frenado de parada

Para asegurar el tren en parado (en máxima pendiente)



# SISTEMAS DE SEGURIDAD

## Puesta en marcha del vehículo es automática.

Supone además un chequeo de los sistemas principales del tren , tanto desde el punto de vista del equipo principal de tracción como respecto de los equipos auxiliares , avisando al conductor ó en su caso limitando prestaciones.

### •Señalización y seguridad

El vehículo cuenta para la Línea 3, con el sistema ATP (Automatic Train Protection). En caso de que, por cualquier circunstancia, no se observen las condiciones de circulación establecidas, el ATP provoca la parada automática del tren. Para la Línea 1, el vehículo cuenta con un sistema de Frenado Automático Puntual (FAP) que desarrolla funciones similares a las del ATP, aunque en este caso el sistema de control es puntual.

### •Radioteléfono Tren - Tierra

Otro sistema de seguridad es el radioteléfono Tren - Tierra , que permite una comunicación directa del conductor/unidad con el puesto de mando.



# SISTEMAS DE SEGURIDAD



## Tiradores de alarma

Todas las unidades de FGV disponen de tiradores de alarma. En el exterior, el tirador de alarma activa la comunicación y el freno de urgencia siempre.

En los tramos subterráneos del metro, la utilización del tirador de alarma entre dos estaciones posibilita, por medio de un interfono, la comunicación del viajero con el conductor, quien decide parar el tren o seguir la marcha hasta la siguiente estación.

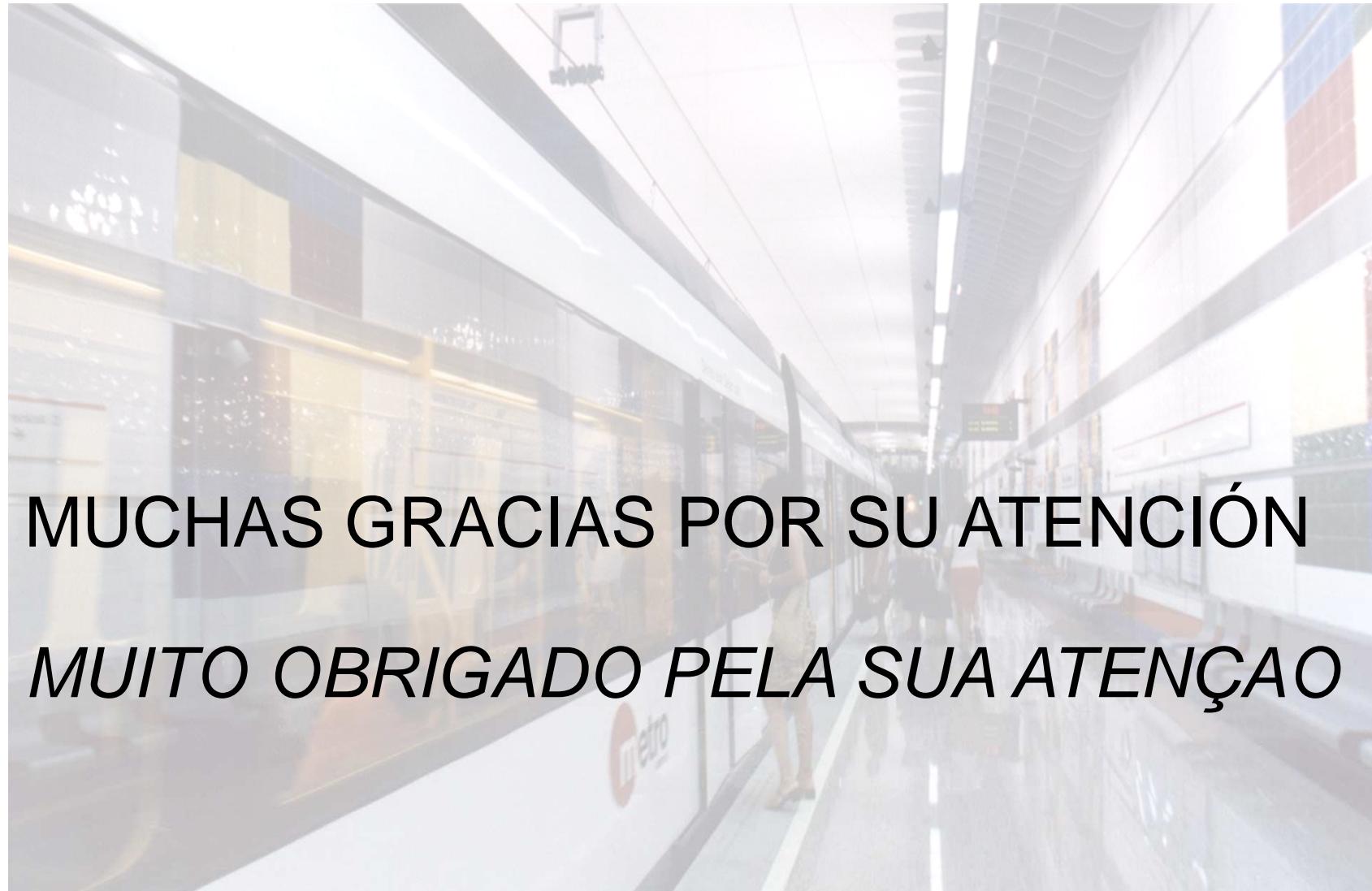
## Intercomunicadores

Llevan un interfono conectado al tirador de alarma que al ser actuado activa la comunicación con el conductor,

## •Puertas

Las puertas son de accionamiento eléctrico, van dotadas de un mecanismo de sensibilidad que al detectar una interferencia paralizan el cierre. Van dotadas de un mecanismo de desbloqueo de emergencia a disposición del viajero





**FGV**  
**metrovalencia**  
**TRAM**  
METROPOLITANO DE VALÈNCIA

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

*MUITO OBRIGADO PELA SUA ATENÇÃO*

