

## **FERROCARRILES DE VÍA ESTRECHA**

**FEVE**

**EXPTE. 0.02/18/251**

### **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

**OBJETO: RESTAURACIÓN DE VEHÍCULO HISTÓRICO E INTEGRACIÓN DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DE UN TRANVÍA ELÉCTRICO CON TRACCION DE BATERÍAS Y PILA DE COMBUSTIBLE DE HIDRÓGENO**

Septiembre 2010

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP) define las consistencias técnicas mínimas para llevar a cabo la transformación objeto del concurso.

Los oferentes indicaran en sus ofertas, los trabajos adicionales que consideren imprescindibles para alcanzar los índices de disponibilidad, garantía y fiabilidad establecidos más adelante.

Los oferentes deberán realizar las propuestas que estimen oportunas, aunque no se ajusten a las definidas en este PPTP, siempre que resulten justificadamente ventajosas para FEVE, técnica y económicamente.

## 2. OBJETO

Actualmente FEVE dispone de un tranvía histórico compuesto por tres coches.

El objeto del presente Pliego de Condiciones Técnicas es definir los trabajos a realizar para su restauración y adaptar la estructura existente (tanto externa como internamente) de uno de esos tres coches y dotarlo de una nueva planta de potencia, basada en pilas de combustible, supercondensadores, convertidores de las pilas de combustible, convertidores de las baterías, convertidores de los supercondensadores, variadores de motores, seguridades, baterías y modulo de comunicaciones (anulando los elementos eléctricos con los que cuenta actualmente el tranvía), de tal manera que se adapte a las nuevas condiciones de servicio comercial.

## 3. CONDICIONES GENERALES

La propuesta de transformación que más adelante se describe no es limitativa, por lo que los proyectos deberán ser lo suficientemente claros, contemplando opciones, alternativas, posibilidades y variantes de manera que el resultado final de los trabajos propuestos resulte para FEVE económicamente y tecnológicamente satisfactorios.

En cualquier caso, si en las ofertas y en presente Pliego de Condiciones Técnicas no se definen suficientemente el alcance del suministro y de los trabajos, el oferente que resulte adjudicatario deberá asumir por su cuenta cualquier sobrecoste, que supongan todos aquellos trabajos y suministros necesarios que FEVE pueda plantear para el buen fin de la obra, en beneficio de conseguir los parámetros fijados en cuanto a fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y prestaciones.

Los equipos desmontados, a reemplazar, serán entregados a FEVE, por el adjudicatario, en las instalaciones que FEVE determine.

Las obras se realizarán en las instalaciones que el adjudicatario y FEVE acuerden. En el caso de que estas se realicen en las instalaciones del adjudicatario, éste correrá con todos los gastos de transporte del vehículo y los gastos de desplazamiento y dietas de los técnicos de FEVE que supervisen las obras. Si las obras se realizasen en las instalaciones de FEVE, el adjudicatario pagará el alquiler correspondiente de acuerdo con la Dirección Gerencia de Fabricación y Mantenimiento de Trenes.

## **4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**

### **4.1. DESMONTAJE DE EQUIPOS**

En primer lugar se procederá al desmontaje de todos los equipos a sustituir como son, baterías, resistencias, compresor, mamparas, suelos, asientos y laterales y techos de poliéster, dejando la estructura y bastidor del vehículo totalmente al descubierto para realizar las modificaciones necesarias en su reforma.

### **4.2. BOGIES**

Se realizará un desmontaje completo de los bogies, y se llevará a cabo una revisión integral (timonería de freno, piñones, coronas, rodamientos, cojinetes, ...), ajustando las holguras y sustituyendo o reacondicionando los elementos defectuosos o aquellos que FEVE considere en mal estado. Se inspeccionarán, por ultrasonidos, ejes y ruedas. Se incluirá dentro del alcance de los trabajos el torneado de la rodadura al perfil normalizado por FEVE.

Se instalará sistema de arenado con accionamiento neumático en todos los bogies.

Puesto que la distribución de las cargas diferirá de las inicialmente consideradas en el diseño del vehículo, si es necesario y así se requiere se deben recalcular y suministrar los muelles de los bogies de suspensión primaria y/o ballestas. El adjudicatario deberá aportar los cálculos justificativos mínimos necesarios para la validación estructural del bastidor del bogie.

---

#### 4.2.1. INSTALACIÓN DE NUEVOS MOTORES DE TRACCIÓN

En el alcance de este pliego se incluye el proyecto, suministro e instalación de la cadena de tracción basada en sistemas de corriente alterna. Siendo preciso presentar el proyecto mecánico de instalación de los nuevos motores de tracción y cadena de tracción para ser validado por FEVE de manera previa a la ejecución de la modificación. No implicando esta validación la asunción de la adecuación de la solución presentada a las necesidades.

Dentro del proyecto de esta nueva cadena de tracción, se incluye el suministro de cuatro nuevos motores de tracción de corriente alterna de potencia aproximada 30 Kw/unidad. Estos motores permitirán la tracción del tranvía por medios autónomos, para lo cual:

- Se adecuarán los motores eléctricos suministrados para su acoplamiento a nivel mecánico a los reductores actuales, siendo preciso su reacondicionamiento general de todas sus partes, incluyéndose todos los trabajos de reacondicionamiento de los elementos de sujeción de los motores, coronas de tracción, prestando especial atención a la alineación de dichos elementos y las especificaciones de velocidad y revoluciones descritas en el estudio básico del tranvía. En estos trabajos de reutilizarse el sistema de apoyo del motor de tracción, sobre el eje del motor de tracción, se deberá suministrar nuevos cojinetes antifricción adecuados a los diámetros actuales de los ejes empleados.
- Podrán ser sustituidos por unos nuevos reductores acordes a las especificaciones de potencia, par y revoluciones descritas en el proyecto básico para alcanzar las velocidades máximas de diseño y la adecuación mecánica del conjunto motor reductor, para su instalación y compatibilidad con el bogie del tranvía actual.

#### 4.3. FRENO Y EQUIPO NEUMÁTICO

El vehículo conservará el equipo de freno que tiene actualmente, pero se realizará una reparación integral de la timonería de freno ajustando las holguras y sustituyendo los elementos defectuosos o en mal estado. En la parte neumática del equipo de freno, se procederá a la revisión de todos los elementos y tuberías involucradas en el sistema de freno. Haciendo especial mención a la necesidad de realizar una reparación integral, mediante la sustitución de todos los elementos deteriorados (especialmente juntas y membranas) y tarado en banco acorde a las especificaciones técnicas del distribuidor de freno (FM3) y de los cilindros de freno.

También se procederá a realizar una revisión integral del equipo neumático auxiliar (incluido el sistema de apertura de puertas y sistema de arenado). Se encontrará incluido en el alcance de la licitación, la sustitución del compresor actual por uno de potencia aproximada 4 Kw., contemplando la recuperación y el retimbrado y legalización de los depósitos de aire y la sustitución de los elementos defectuosos o en mal estado (como la tubería) y la instalación en los mismos de un sistema de purga automática, que garantice la ausencia de agua en el circuito neumático.

Realización de las pruebas de estanqueidad del circuito neumático según condiciones impuestas por FEVE.

#### **4.4. BASTIDOR, ESTRUCTURA Y CUBRIMIENTOS**

Se construirán y montarán bastidores (y sujeciones) para la suportación de los nuevos equipos (motores, pilas de combustible, baterías, convertidores, ...). Todos estos irán sujetos al bastidor del vehículo. Todos estos elementos y bastidores deberán estar sujetos a el bastidor de tren mediante sistemas de unión flexible tipo “silenblock” que inmunice el bastidor del tranvía de las vibraciones generadas por los diferentes equipos instalados.

Puesto que la distribución de las cargas diferirá de las inicialmente consideradas en el diseño del vehículo, si es necesario y así se requiere se reforzara el bastidor, así como la estructura de la carrocería del vehículo con el fin de asegurar su adecuación a las cargas soportadas, incluyendo la mayoración debida a sollicitaciones dinámicas. El adjudicatario deberá aportar los cálculos justificativos mínimos necesarios para la validación estructural del bastidor del vehículo.

Se realizará una restauración completa de la carrocería del vehículo (laterales, frontales y techo), reparando o sustituyendo los elementos que se encuentren deteriorados, incluidas puertas, ventanas y elementos accesorios (como son los limpiaparabrisas).

En uno de los laterales del vehículo se habilitará una zona de anclaje y acceso para la carga y descarga del rack de bombonas de hidrógeno, dicho acceso se diseñará de tal forma que la carga y descarga pueda realizarse utilizando una carretilla elevadora o similar. La zona del techo se adaptará para alojar las diferentes entradas y salidas de aire de ventilación.

El vehículo conservará los enganches que tiene actualmente, pero se realizará una restauración completa de los mismos.

#### **4.5. INTERIORISMO**

Se realizará una restauración completa del interior del vehículo, que incluirá, como mínimo, los siguientes trabajos:

- Suelo, paredes y techos: Reparación o sustitución los elementos que se encuentren deteriorados. Estos elementos sustitutivos deberán ser elementos ignífugos y no generadores de humo.
- Asientos: Tapizado de los asientos y reparación y pintado de la estructura soporte.
- Ventilación: Recuperación de los mecanismos elevables y demás elementos de ventilación, sustituyendo los elementos que se encuentren deteriorados.
- Puesto de Mando: Recuperar o sustituir los elementos que se encuentren deteriorados y añadir los nuevos componentes que FEVE estime oportuno.

Se habilitarán nuevos espacios:

- Segundo puesto de mando: Similar al Puesto de mando existente (una vez reformado), pero situado en el lado opuesto. Estos puestos de mando llevará sistema de enclavamiento entre ambos puestos de mando, que permita habilitar exclusivamente una de las cabinas de manera simultánea.
- Habitáculo para la ubicación y transporte del rack de bombonas de hidrógeno: Que deberá estar totalmente aislado del habitáculo de los pasajeros y disponer de la ventilación adecuada al exterior.
- Habitáculo para alojar los convertidores de potencia de las baterías, los supercondensadores y las pilas de combustible así como el sistema de control, Desarrollo de los habitáculos precisos para el alojamiento de baterías de ión litio. Todos estos habitáculos deben atender a las especificaciones marcadas por el fabricante de cada uno de los equipos.

#### **4.6. MONTAJE DE NUEVOS EQUIPOS**

Se montarán sobre los bastidores (y sujeciones) fabricados a tal efecto los nuevos equipos (motores, pilas de combustible, baterías, convertidores, ...), así como los equipos existentes que sea necesario desmontar para llevar a cabo la reforma. En caso de que se considere necesario, se realizará una redistribución de los equipos existentes.

FEVE suministrará los siguientes equipos que conforman la denominada “planta de potencia” y que deberán ser incorporados e integrados en el vehículo: pilas de combustible, supercondensadores, convertidores de las pilas de combustible, convertidores de las baterías, convertidores de los supercondensadores, variadores de motores, seguridades, baterías y modulo de comunicaciones.

Se deberá hacer la instalación pertinente para la dotación de sistema de señalización acústica en ambos lados del tranvía.

#### **4.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA, DE HIDRÓGENO Y SISTEMAS DE SEGURIDAD**

En primer lugar se procederá al desmontaje de la instalación eléctrica actual. Una vez realizado dicho desmontaje, se realizará la instalación eléctrica de los nuevos armarios, así como el cableado de los diferentes equipos.

Se procederá dentro del alcance de este contrato a la ejecución de la instalación eléctrica necesaria para el traslado de señales de control y mando del puesto de mando actual al nuevo puesto de mando, incluyéndose esta instalación eléctrica la precisa para la señalización luminosa y acústica exterior.

Se instalará alumbrado con lámparas de bajo consumo en todo el vehículo y luces de emergencia. En el exterior del vehículo se instalará la señalización pertinente s/ normas de circulación de FEVE, instalando en uno de los bogies un sistema de detección de sentido de giro de las ruedas, para encendido automático de luces. Se recuperarán los sistemas de seguridad actualmente instalados que efectúen la

actuación de frenado del tren desde el compartimento de viajeros.

Se realizará una revisión de la megafonía, sustituyendo los elementos que se encuentren deteriorados o en mal estado.

Se dotará al vehículo de los mínimos sistemas de seguridad para la circulación, esto es, emisora, telefonía y sistema de hombre muerto

Se realizará la instalación necesaria de las líneas de distribución del hidrógeno entre los diferentes elementos de la “planta de potencia” desde el almacenamiento a alta presión hacia las pilas de combustible, de las líneas de venteo y de recogida de condensados y de los circuitos de refrigeración de las pilas de combustible, todo ello respetando las normativas relativas al manejo de gases a presión así como las relativas al uso de hidrógeno en vehículos, teniendo en cuenta la normativa específica que se indica en el Anexo III del presente pliego.

Realización de las pruebas de estanqueidad de las líneas de hidrógeno y de refrigeración. El máximo caudal de fuga en la línea de hidrógeno debe ser menor de 0.1Nm<sup>3</sup>/h.

## 5. PINTADO

Los colores y la rotulación serán definidos durante el transcurso de la obra.

Las pinturas empleadas deberán ofrecer gran resistencia al rayado, abrasión y ataques químicos. Deberán ser aprobadas por FEVE antes de su aplicación para lo cual podrán efectuarse las pruebas y ensayos pertinentes. La adherencia de la pintura deberá cumplir la norma UNE-EN ISO 2409, clasificación M1 considerando los diferentes tipos de imprimación debido a la presencia de diferentes tipos de bases a pintar (aluminio, poliéster y acero). La resistencia a la oxidación, quedará garantizada por dos años.

### 5.1. CARROCERÍA

La carrocería se verá modificada en el frontal donde se instale el nuevo puesto de mando, siendo preciso instalar en el exterior los sistemas de señalización luminosa y acústica presentes en el puesto de mando actual.

A la carrocería del vehículo se le aplicará el siguiente tratamiento superficial:

- Lavado de la unidad.
- Emplastecido y lijado de las zonas reparadas (las zonas con impactos y/o desconchones u oxidadas deberán ser lijadas o chorreadas en función del material base).
- Inmediatamente después se aplicará una capa de imprimación de espesor mínimo de 60 micras de película seca en toda la superficie
- Tan pronto lo permita el curado de la imprimación se aplicarán dos capas húmedo sobre húmedo de 90 micras de película seca.

Los techos llevarán pintura anti-gravilla.



## 5.2. BOGIES

A los bogies se les aplicará el siguiente tratamiento superficial:

- Chorreado de toda la superficie del bogie, prestando especial atención a las zonas que presenten oxidación.
- Inmediatamente después del chorreado se realizará el pintado, para el cual se utilizará esmalte sintético.

## 6. DIRECCIÓN DE OBRA

La empresa adjudicataria de esta obra deberá llevar la dirección integral de la obra, hasta su entrega totalmente finalizada.

Para la Dirección de la obra la empresa adjudicataria, pondrá al frente a una persona desde el inicio al final de la obra, responsable de la calidad y del ajuste de los trabajos a este pliego de condiciones.

## 7. DOCUMENTACIÓN

El adjudicatario aportará los planos digitalizados de planta, alzado, perfil, secciones necesarios, para la correcta definición del vehículo resultante tras la reforma, así como de la nueva distribución interior. También se aportarán los planos de la instalación eléctrica, neumática y de hidrógeno.

Junto con los planos se deberá entregar la documentación técnica necesaria para la explotación y mantenimiento del vehículo y de los equipos instalados.

Además el adjudicatario deberá entregar un reportaje fotográfico del desmontaje y del desarrollo de los trabajos de montaje hasta el resultado final, así como un informe del transcurso y final de obra.

El adjudicatario aportará toda la documentación que se requiera para cumplir con la normativa sobre prevención y riesgos laborales (piloto de prevención de FEVE, plan de seguridad,...) de manera previa al inicio de la ejecución de los trabajos, así como aquella otra que FEVE necesite para garantizar el objeto de la obra.

FEVE podrá exigir al adjudicatario, en los trabajos efectuados en las instalaciones de FEVE, la instalación de sistemas de protección colectiva que evite la exposición del personal de FEVE a riesgos generados en los trabajos objeto de este pliego.

Todos los planos pasarán a ser propiedad de FEVE, pudiendo hacer uso de ellos para la reproducción de nuevas piezas o elementos, sin ningún tipo de autorización.

## 8. GARANTÍA Y CONDICIONES DE ENTREGA

---



El vehículo debe ser entregado completamente rehabilitado atendiendo a las condiciones exigidas en este PPTP y todos los equipos y subsistemas tanto nuevos como preexistentes objeto de este pliego deberán funcionar correctamente cumpliendo las especificaciones técnicas exigidas para la puesta en servicio del vehículo.

La garantía exigida es de tres años para el conjunto de los nuevos equipos y de los afectados como consecuencia de esta transformación contados a partir del acta de recepción de los trabajos.

## **9. PLAZO DE ENTREGA**

El plazo para la realización de los trabajos no podrá ser en ningún caso superior al 20 de Diciembre de 2010.

## **10. ANEXOS**

1. Plano básico del conjunto del vehículo sin reformar
2. Características técnicas y esquemas del vehículo sin reformar
3. Normativa o directivas aplicables

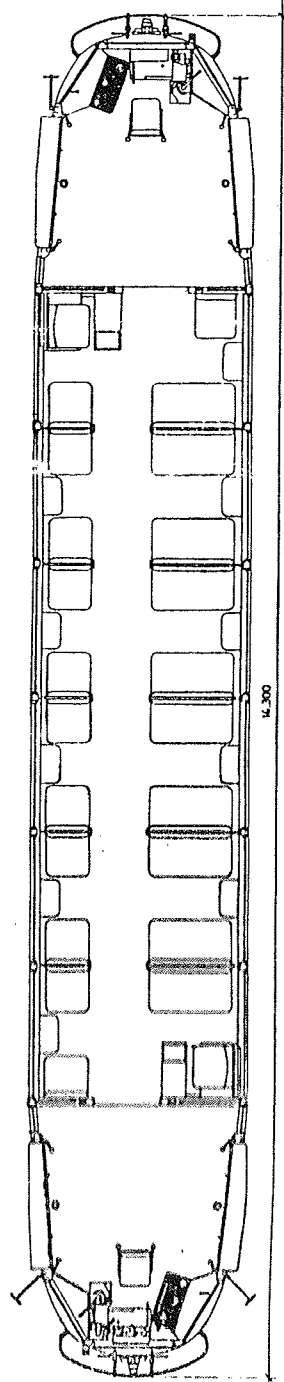
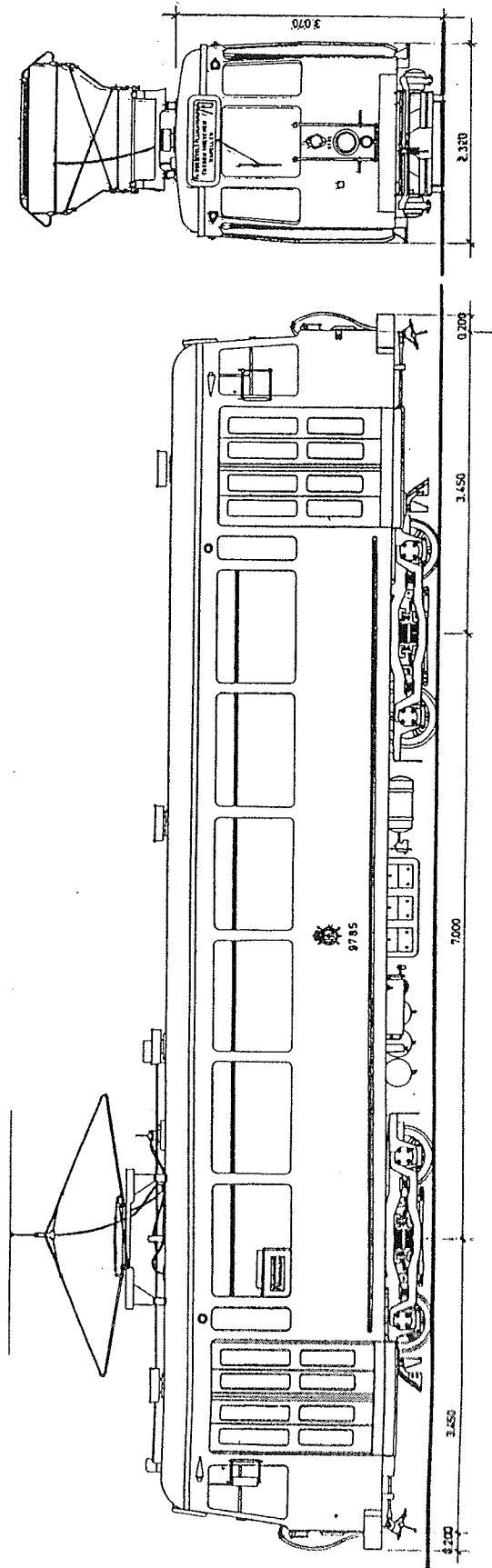
Gijón 27 de Septiembre de 2010

LA DIRECTORA DE DESARROLLO ESTRATÉGICO,  
I+D+i y EMPRESAS

Fdo.: Amanda Ferrera Cuervo

## ANEXO I

### PLANO BASICO DEL CONJUNTO DEL VEHÍCULO (SIN REFORMAR)

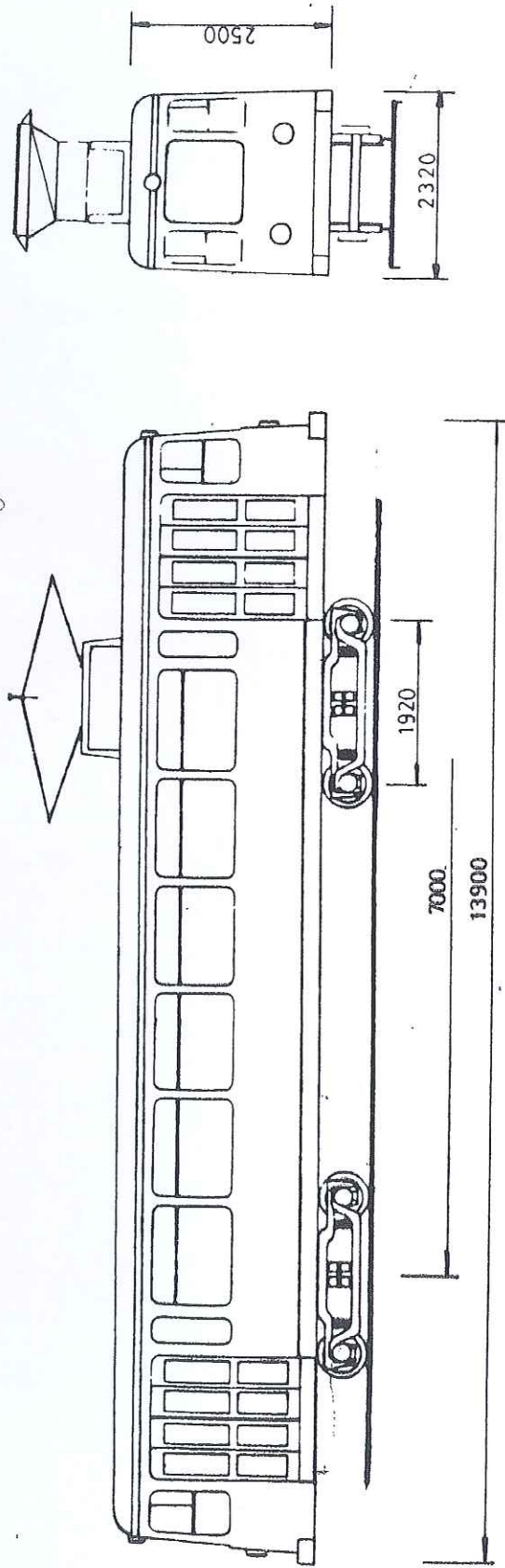


NATIONALE MAATSCHAPPIJ  
VAN BUURTSPOORWEGEN  
GROEP ANTWERPEN  
MOTORWAGEN TYPE S  
9785

## ANEXO II

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ESQUEMAS DEL VEHÍCULO (SIN REFORMAR)

# T.U. BELGA



CARACTERISTICAS		MOTOR Y FRENADO
VEHICULO		
PLAZAS SENTADAS COCHE MOTOR	34	TENSION DE ALIMENTACION NOMINAL 600 V
" " REMOLQUE	34	" " MAXIMA 720 V
TOTAL DE PLAZAS SENTADAS	102	" " MINIMA 420 V
ANCHO DE VIA	1000 mm	POTENCIA DE MOTORES SERVICIO 252 CV
PESO TOTAL COCHE MOTOR	20000 kg	" " I MOTOR 63 CV
" " REMOLQUE	12000 kg	TIPO DE MOTOR TRACCION MTV215
PESO TOTAL DOS UNIDADES	32000 kg	Nº DE MOTORES TRACCION 4
TIPO DE ENGANCHE	HUSILLO	RELACION DE ENGRANAJES 72/16
PUERTAS CON ESTRIBERAS MOVILES M 1 R	4	TIPO DE ENGRANAJES HELICOIDAL
Nº DE PANTOGRAFOS EN COCHE MOTOR	1	" " COMBINADOR ACEC
" " BOGIES	2	" " COMPRESOR GE-CP-27
EJES	2	REVOLUCIONES COMPRESOR 1450
CABINA COCHE MOTOR	1	PILOTOS Y FAROS 24V
ASIENTOS	TAPIZADO	CIRCUITO DE FRENADO AIRE COMPRIMIDO
Nº BOGIES EN COCHE REMOLQUE	2	SISTEMA FRENADO ZAPATAS
EJES " " "	2	
ALUMBRADO INTERIOR	FLUORESCENTE	
TIPO DE BOGIES	BELGA	
CABINA COCHE REMOLQUE	—	



# DADES TEQUQUES TRAMVIA ELECTRIC

## MOTOR I FRE

TENSIO ALIMENTACIO NOMINAL

" MAXIMA  
" MINIMA

600 V

720 V

420 V

4

NOMBRE DE MOTORS

TIPUS DE MOTOR

ACEC-MTV 215.2

POTENCIA PER MOTOR

63 CV

POTENCIA TOTAL

252 CV

REL.LACIO ENGRANES

72/16

TIPUS D'ENGRANATGE

HELICOIDAL

COMBINADOR

ACEC

COMPRESSOR

GE-CP-27

REV. COMPRESSOR

1450

LLUM INTERMITENTS

24 V

CIRCUIT FRE

PNEUMATIC

SISTEMA FRE

SABATES

## VEHICLE

AMPLE VIA

1000

TARA KG

20000

PANTOGRAFOS

1

BOGIES

PENNSYLVANIA

Nº BOGIES

2

IL.LUMINACIO INTERIOR

FLUORESCENT

TIPUS VEHICLE

UNIDIRECCIONAL

CARROSERIA

ALUMINI

LLARG

14'300 m.

AMPLE

2'320 m.

ALTURA TOTAL

3'670 m.

DISTANCIA ENTRE PIVOTS

7'000 m.

DISTANCIA ENTRE RODES BOGIE

1'600 m.

DISTANCIA PIVOT A TOPALL

3'450 m.

DIAMETRE RODES MAX.

0'690 m.

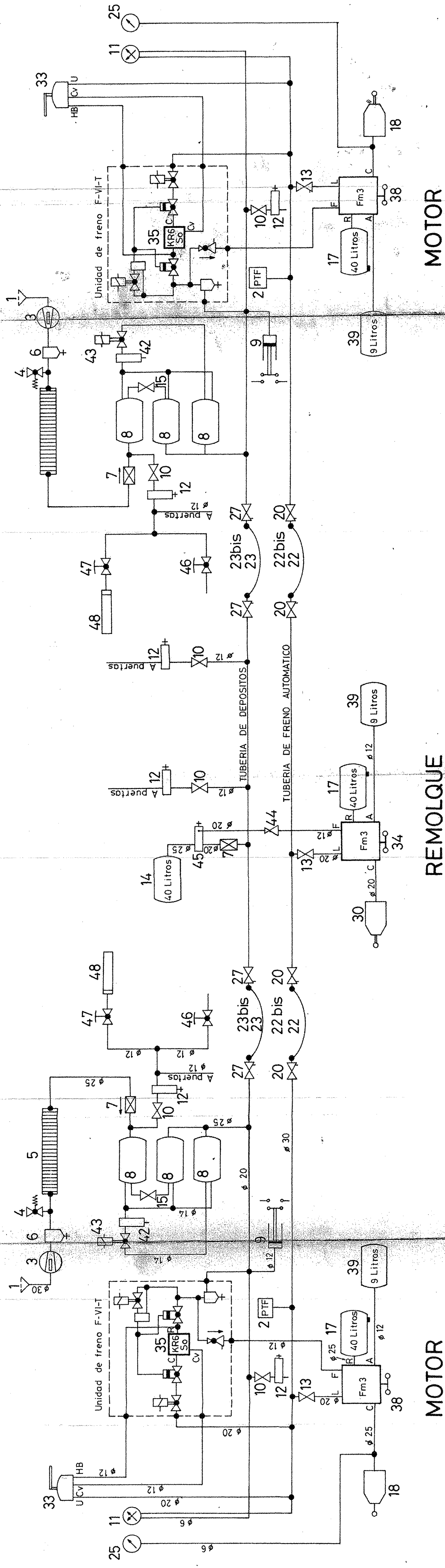
CARREGA MAX

3000 Kg.

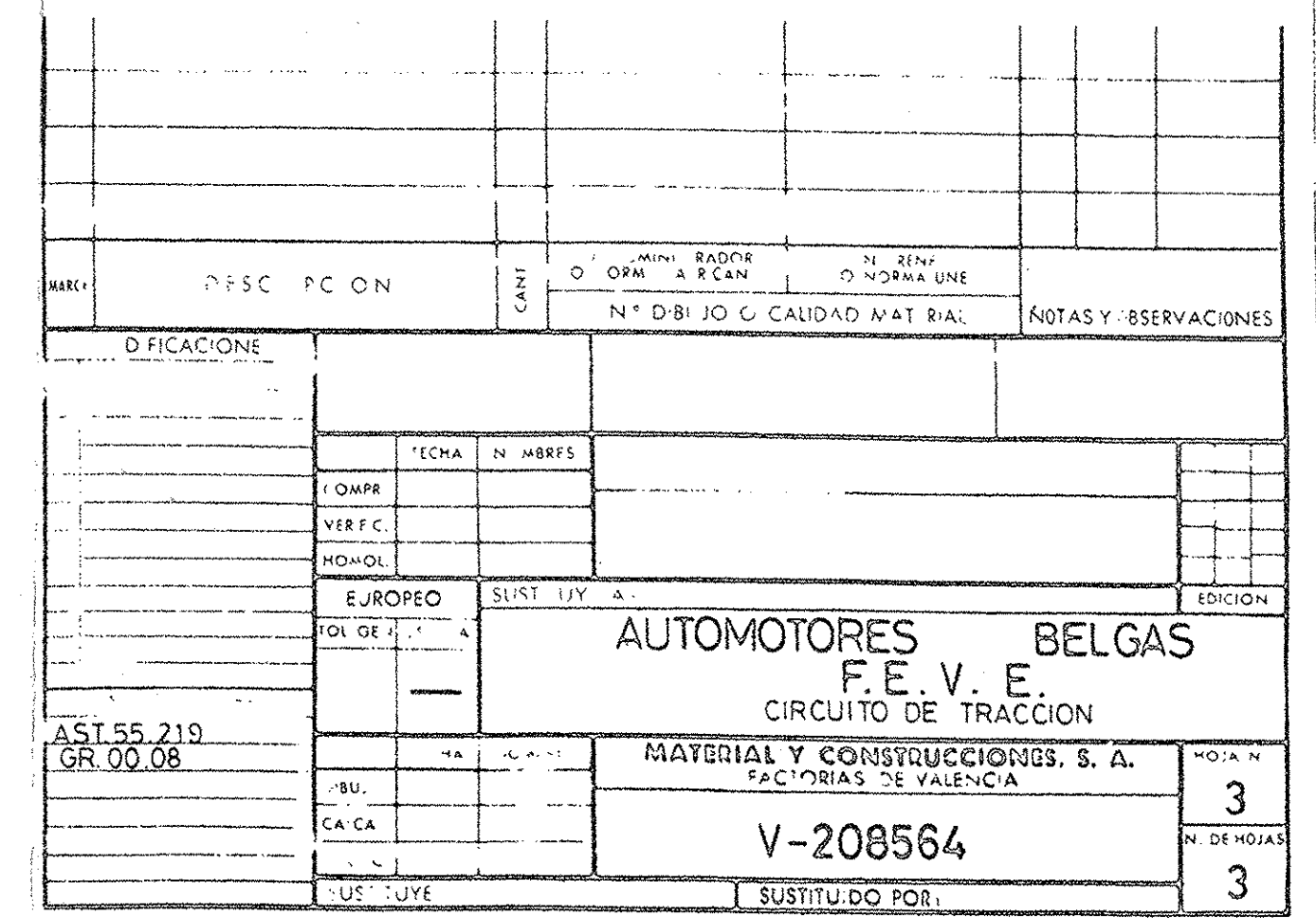
VELOCITAT MAX

70 Kmh



[illegible][illegible]





### ANEXO III

#### NORMATIVA O DIRECTIVAS APLICABLES

- Directiva de recipientes a presión simples (D 97/23)
- Directiva de baja tensión (D 73/23)
- Directiva de compatibilidad electromagnética (D 89/336)
- Directiva sobre aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (D 94/9)
- ISO/TR 15916:2004 Consideraciones básicas de seguridad de los sistemas de hidrógeno