

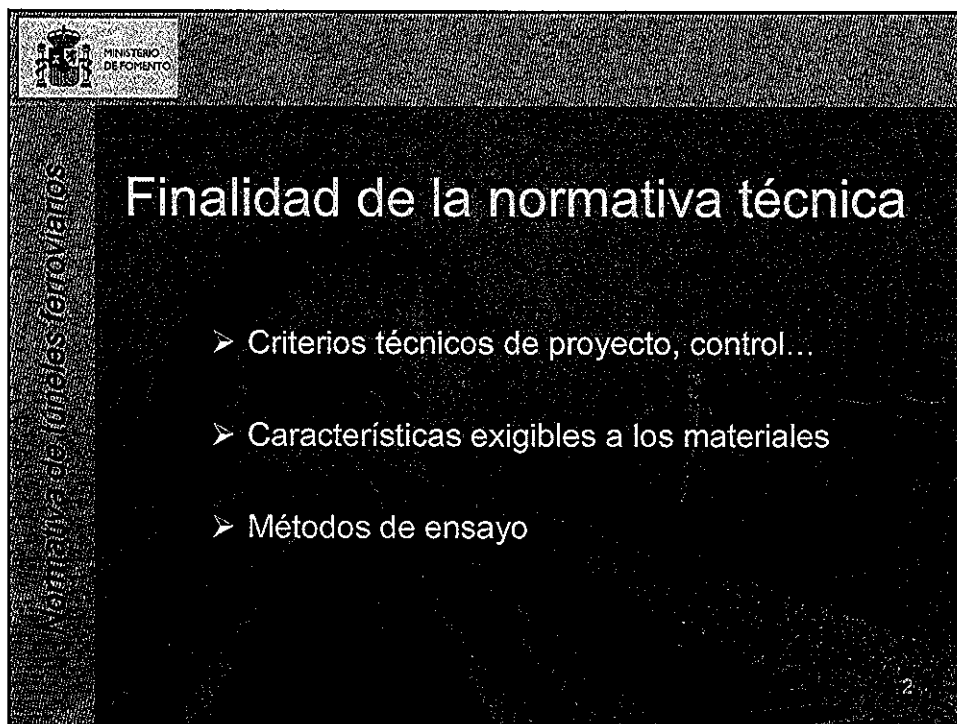
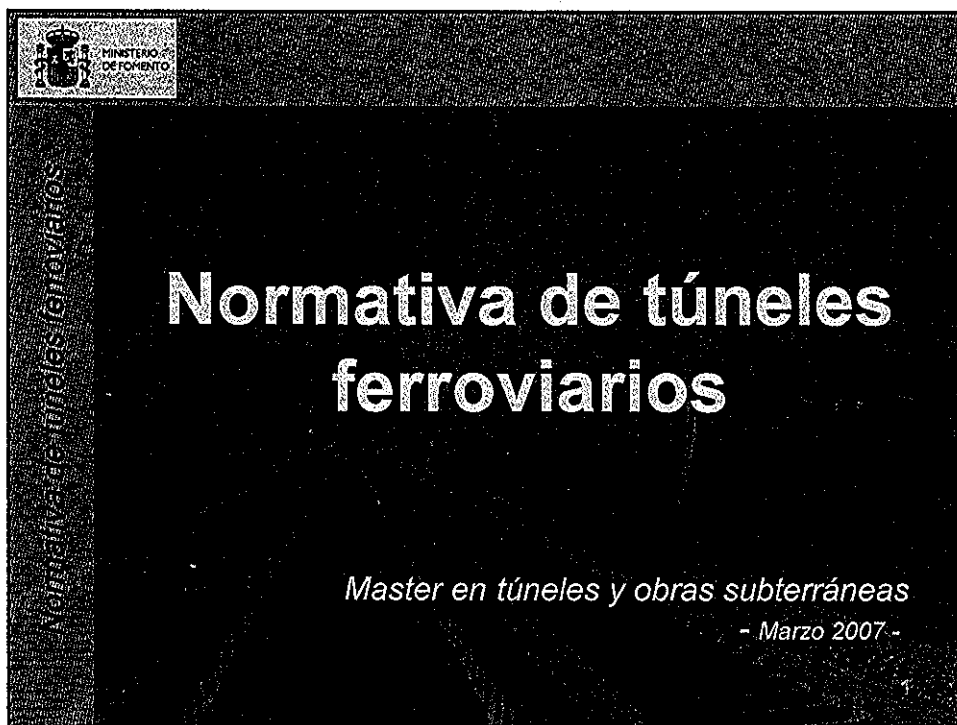
Máster Universitario en Túneles y Obras Subterráneas



ÁREA: B
MÓDULO: B2

NORMATIVA DE TÚNELES FERROVIARIOS

Ponente: Julián Santos
Ministerio de Fomento
Día: 01/03/07
Hora: 18:15 a 19:15



Normas Voluntarias

Especificaciones técnicas para aplicación repetida o continua, no obligatorias, elaboradas con participación de todas las partes interesadas y que aprueba un organismo de normalización reconocido (AENOR...) (RD 1337/99)

Normas Voluntarias

- **UNE**: CTN AENOR - Mº Ciencia y Tecnología
(www.aenor.es)
- **EN**: CEN (AENOR, AFNOR, DIN...)
(www.cenorm.be/catweb/cwsen.htm)
- **ISO**: Org. Internacional de normalización
(www.iso.org/iso/en/CatalogueListPage.CatalogueList)
- **UNE-EN**: Aprob. por CEN y adoptadas por AENOR
- **UNE-EN-ISO**: Aprob. por CEN y adoptadas por AENOR
- **NTE**: Elaboradas por Admón.
- **NLT**: Laboratorio del Transporte (CEDEX)
- **UIC**: Unión Internac. de FC.
- **DIT**: Elaborado por organismo acreditado (I.E.Torroja...)
- **DITE**: DIT europeo



MINISTERIO DE FOMENTO

Normativa de infraestructuras ferroviarias

Normas Obligatorias

Aprobadas por RD, OM, Resolución, OC (sólo funcionarios)

- Reglamentos Técnicos/Instrucciones (a veces alcanzan ámb. priv)
- PPT Generales
- PPT Particulares del proyecto
- NBE → Código Técnico Edificación
- Voluntarias citadas en Reglamentos
- Directivas comunitarias (interoperabilidad) → deben trasponerse
- Parte de ENs armonizadas, por vía Directiva Prod. Construcción



MINISTERIO DE FOMENTO

Normativa de infraestructuras ferroviarias

NORMAS UIC

(www.uic.asso.fr)

- 0 Estatutos y Reglamentos
- 1 Tráfico de pasajeros y de equipajes
- 2 Tráfico de mercancías
- 3 Finanzas, contabilidad, costes, estadísticas
- 4 Explotación
- 5 Material rodante
- 6 Tracción
- 7 Instalaciones fijas**
- 8 Especificaciones técnicas
- 9 Informática y varios



MINISTERIO
DE FOMENTO

Normas UIC

7. Instalaciones fijas

- 70 Características generales de las líneas
- 71-72 Tendido y mantenimiento de la vía
- 73 Señalización y enclavamientos
- 74 Edificios
- 75 Telecomunicaciones
- 76 Pasos a nivel
- 77 **Obras de fábrica** → (túneles y puentes)
- 78 Instalaciones de telemando
- 79 Varios
- 7a Informes

Normas UIC de Instalaciones fijas



MINISTERIO
DE FOMENTO

Normas UIC

77. Obras de fábrica

- 779-10 R Mantenimiento de túneles ferroviarios existentes
- 779-11 OR Determinación del área de la sección transversal de los túneles ferroviarios desde un punto de vista aerodinámico
- 779-9 R Seguridad en túneles ferroviarios

Normas UIC de Túneles ferroviarios

Normas UIC

UIC-779-9R. Seguridad en túneles ferroviarios (I)

Ámbito de aplicación:

- Túneles existentes o nuevos $L > 1000$ m
- Tráfico < 200 trenes/día
- Medidas en infraestructura, material rodante y explotación

Normas UIC

UIC-779-9R. Seguridad en túneles ferroviarios (II)

Objetivos:

- Prevenir accidentes
- Reducir su impacto
- Facilitar la evacuación y el rescate

MINISTERIO DE FOMENTO

Normas e Instrucciones RENFE

(www.tecnorail.com)

- Infraestructura: NRI
- Vía: IT, ET, NRV...
- Electrificación
- Señalización
- Telecomunicaciones

11

MINISTERIO DE FOMENTO

Normas Renfe

Infraestructura (NRI)

- 1..... Estudios geológicos y geotécnicos
- 2-0... Definición, características y tipología de puentes, túneles y explanaciones
- 2-1... Estructuras metálicas
- 2-2-1... Explanaciones
- 2-2-2.1 Obras de tierra. Terraplenes. Materiales a utilizar

12

NRI 2-0-0.2. DEFINICIÓN, CARACT. Y TIPOLOGÍA DE LOS TÚNELES (I)

ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DEL TÚNEL FERROVIARIO

- a) Tipología de los equipamientos internos
- b) Elementos de seguridad
- c) Efectos aerodinámicos en túnel y tren

13

NRI 2-0-0.2. DEFINICIÓN, CARACT. Y TIPOLOGÍA DE LOS TÚNELES (II)

a) TIPOLOGIA DE LOS EQUIPAMIENTOS INTERNOS

- Iluminación: en túneles urbanos
- Ventilación: en túneles largos o urbanos
- Instalaciones características: catenaria, canalizaciones y señales

14

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normas Renfe Infraestructura

Normativa de túneles ferroviarios

NRI 2-0-0.2. DEFINICIÓN, CARACT. Y TIPOLOGÍA DE LOS TÚNELES (III)

b) ELEMENTOS DE SEGURIDAD

- Paseos y refugios: evitar arrollamientos
- Aislamientos: para reducir vibraciones y niveles acústicos

15

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normas Renfe Infraestructura

Normativa de túneles ferroviarios

NRI 2-0-0.2. DEFINICIÓN, CARACT. Y TIPOLOGÍA DE LOS TÚNELES (IV)

c) EFFECTOS AERODINÁMICOS EN TÚNEL

- Sección transversal mayor.
- Rugosidad mínima del revestimiento.
- Tratamiento de boquillas.
- Pozos de ventilación.

16

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normas Renfe Infraestructura

NRI 2-0-0.2. DEFINICIÓN, CARACT. Y TIPOLOGÍA DE LOS TÚNELES (V)

d) EFFECTOS AERODINÁMICOS EN TREN

- Reducción rugosidad superficie exterior.
- Forma aerodinámica.
- Estanqueidad.

17

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normativa Renfe de Vía

- **NRV**
- **Instrucciones técnicas**
- Especificaciones técnicas
- Pliegos de condiciones

18

MINISTERIO DE FOMENTO

Normas Renfe Vía (NRV)

0 Geometría de la vía

1 Estudios sobre líneas y materiales

2 Infraestructura

3 La vía y su material

4 a 7 Señalización, cruces y trabajos en vía

19

MINISTERIO DE FOMENTO

Normas Renfe Vía (NRV)

NRV 0-2. Geometría de la vía

0-2-0.0 Parámetros geométricos

0-2-0.1 Parám. geom. nuevas líneas ancho internac.

0-2-2.1 Trazado de la vía en puntos singulares

0-2-3.0 Determinación veloc. máximas admisibles por trazado (ancho 1.668 mm y $v < 220 \text{ km/h}$)

20



MINISTERIO DE FOMENTO

Normas Renfe Vía (NRV)

NRV 0-2-0.0. Parámetros geométricos

<u>V_{máx} (km/h)</u>	<u>Sección túnel (m²)</u>
140	29 (vía única)
	52 (vía doble recta)
	59 (vía doble curva)
160	62
200	72 (normal)
	62 (mínimo)
250	85 (normal)
	72 (mínimo)

21



MINISTERIO DE FOMENTO

Normas Renfe Vía (NRV)

NRV 2-1. Infraestructura. Obras de tierra

- 2-1-0.0 Calidad de la plataforma y capas de asiento
- 2-1-1.0 Drenajes y saneamiento
- 2-1-2.0 Tratamiento plataforma
- 2-1-3.0 Estabilidad de taludes
- 2-1-4.0 Vigilancia de la plataforma
- 2-1-5.0 Perforaciones horizontales
- 2-1-6.0 **Trabajos de reparación** (túneles...)

22

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normas Renfe Vía (NRV)

NRV 2-1-6.0 Infraestructura. Obras en tierra. Trabajos de reparación

DETERIOROS EN LOS TÚNELES POR:

1. METEORIZACIÓN
2. DESPRENDIMIENTOS

En ambos casos se indican:

- Causas
- Manifestación
- Efectos
- Métodos de corrección

23

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normas Renfe Vía (NRV)

NRV 2-1-6.0 Infraestructura. Obras en tierra. Trabajos de reparación

CORRECCIÓN EN TÚNELES POR DESPRENDIMIENTOS:

- Saneamiento, desvío de filtraciones y consolidación
- Revestimiento, en caso de zonas amplias
- Cosido mediante bulones o tirantes en zonas localizadas

24

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Instrucciones Renfe

Normativa de túneles ferroviarios

Instrucciones Técnicas Vía

- I.T.1 Gálibo de obstáculos para transporte combinado
- I.T.2 Gálibo de la red

25

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Instrucciones Técnicas Vía Renfe

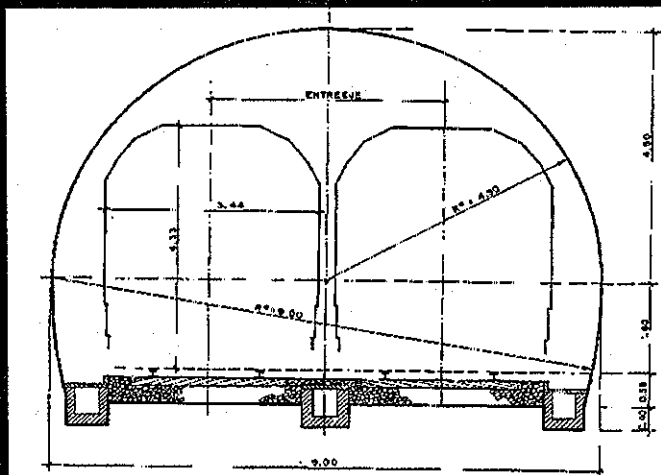
Normativa de túneles ferroviarios

I.T.2. Gálibo de la red (1985)

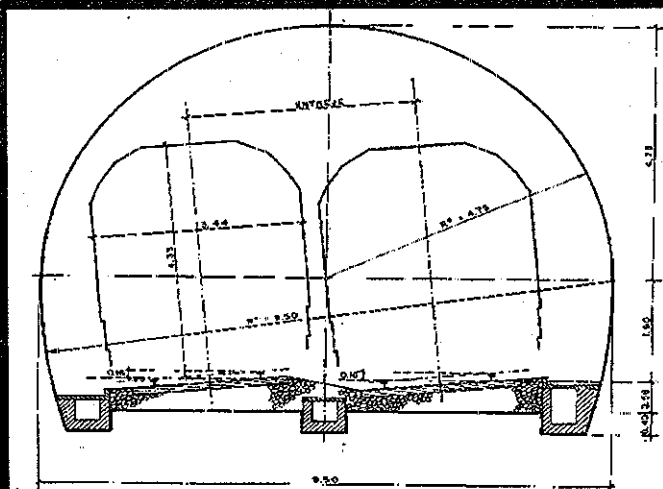
- Indica los gálivos en túneles
- Disposición de refugios:
 - Profundidad: 0,50 m
 - Separación: 25 m
 - Alternados en vía única
 - A ambos lados y enfrentados en vía doble

26

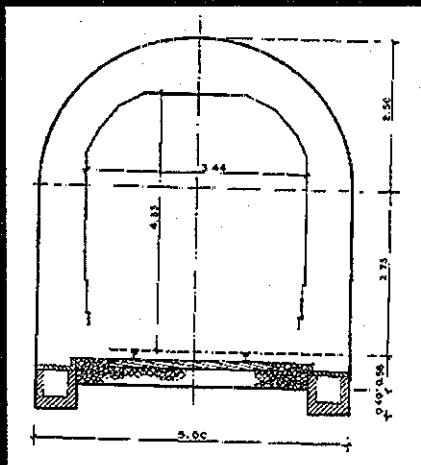
I.T.2. Gálibo túnel vía doble en recta



I.T.2. Gálibo túnel vía doble en curva

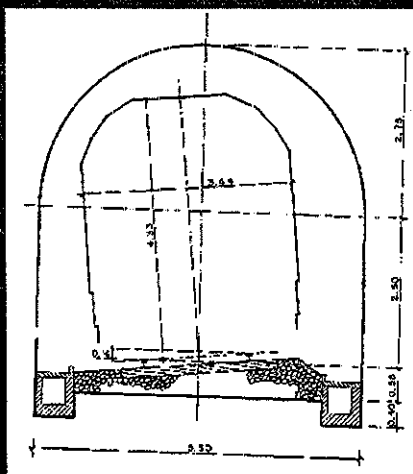


I.T.2. Gálibo túnel vía sencilla en recta



29

I.T.2. Gálibo túnel vía sencilla en curva



30



MINISTERIO DE FOMENTO

Normas ADIF. IGP 2004

Normas de túneles ferroviarios

- General
- Geotecnia
- Drenaje
- Trazado
- **Túneles**
- Estructuras
- Otros



MINISTERIO DE FOMENTO

Normas ADIF. IGP 2004

Parámetros trazado (I)

Normas de túneles ferroviarios



INSTITUTO DE DESARROLLO DE LA CARRILERA

INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA

IGP-2004

TABLA II - PARÁMETROS FUNCIONALES PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO

IGP-2004

Velocidad máxima de p.t.o. en m/s

		140 ≤ V _{max} (km/h) ≤ 160	160 ≤ V _{max} (km/h) ≤ 200	200 ≤ V _{max} (km/h) ≤ 250	250 ≤ V _{max} (km/h) ≤ 300	300 ≤ V _{max} (km/h) ≤ 350
TRAZADO EN PLANTA						
MÁXIMA DISTANCIA DEL PERALTE	L_{pm} (mm)	$(17.35 V_{max}^2 / R) + D$				
	L_{pm} (m)	110	110	50	100	70
MÁXIMA ACCELERACIÓN COEFICIENTE	$(a_{max} / 1000) \times D$	0.83	0.72	0.55	0.45	0.35
MÁXIMO DESVIADO DE PERALTE (V _{max} DE TRENES LENTOS) P _{max} (mm)	$P = (0.18 V_{max}^2 / R)$	30	20	10	10	10
MÁXIMA VAR. DEL PERALTE CON EL TIEMPO	$(dP/dt)_{max}$ (mm/s)	30	20	10	10	10
MÁXIMA VAR. DEL APOYO DE CARRIL DE LA VÍA	$(V_{max} / 3.6) \times (D / 1000)$	0.203	0.203	0.102	0.102	0.102
MÁXIMA VAR. DE LA OROSCURVA CON EL TIEMPO (V _{max} DE TRENES LENTOS)	$(V_{max} / 3.6) \times (D / 1000)$	0.203	0.203	0.102	0.102	0.102
MÁXIMA VAR. DE LA OROSCURVA CON EL TIEMPO (V _{max} DE TRENES RÁPIDOS)	$(V_{max} / 3.6) \times (D / 1000)$	0.203	0.203	0.102	0.102	0.102
MÁXIMA VAR. DE LA OROSCURVA CON EL TIEMPO (V _{max} DE TRENES RÁPIDOS)	$(V_{max} / 3.6) \times (D / 1000)$	0.203	0.203	0.102	0.102	0.102
TRAZADO EN ALZADO						
MÁXIMA ACCELERACIÓN VERTICAL	a_{max} (m/s ²)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21

Normas ADIF. IGP 2004

Parámetros trazado (II)

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA
IGP 2004

TABLA III - PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO

Velocidad máxima: v en km/h

	$140 \leq V_{max} (km/h) < 160$		$160 \leq V_{max} (km/h) < 200$		$200 \leq V_{max} (km/h) < 250$		$250 \leq V_{max} (km/h) < 300$	
	Normal	Extra	Normal	Extra	Normal	Extra	Normal	Extra
TRAZADO EN PLANTA								
PERALTE MÁXIMO	140		140		140		140	
ALICATA: VARIACIÓN DE PERALTE DE DERECHO DE LA LONGITUD (Vmax de proyecto) (MD-RT) en (mm/m)	0.3		0.3		0.3		0.3	
LONGITUD MÁXIMA DE ALIBRACIONES DE CURVATURA CONSTANTE (m)	CURVA CIRCULAR		CURVA CIRCULAR		CURVA CIRCULAR		CURVA CIRCULAR	
	$\Delta V_{max} \leq 3$		$\Delta V_{max} \leq 3$		$\Delta V_{max} \leq 3$		$\Delta V_{max} \leq 3$	
	$\Delta V_{max} > 3$		$\Delta V_{max} > 3$		$\Delta V_{max} > 3$		$\Delta V_{max} > 3$	
	RECTA ENTRE CURVAS DE SÓLO UNO DE CURVATURA		RECTA ENTRE CURVAS DE SÓLO UNO DE CURVATURA		RECTA ENTRE CURVAS DE SÓLO UNO DE CURVATURA		RECTA ENTRE CURVAS DE SÓLO UNO DE CURVATURA	
	$\Delta V_{max} \leq 6$		$\Delta V_{max} \leq 6$		$\Delta V_{max} \leq 6$		$\Delta V_{max} \leq 6$	
	RECTA ENTRE CURVAS DE DIFERENTE UNO DE CURVATURA		RECTA ENTRE CURVAS DE DIFERENTE UNO DE CURVATURA		RECTA ENTRE CURVAS DE DIFERENTE UNO DE CURVATURA		RECTA ENTRE CURVAS DE DIFERENTE UNO DE CURVATURA	
	$\Delta V_{max} \leq 6$		$\Delta V_{max} \leq 6$		$\Delta V_{max} \leq 6$		$\Delta V_{max} \leq 6$	
TRAZADO EN ALZADO								
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA	En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad	
	En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad	
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA EN PUNTO DE VISIBILIDAD	En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad	
	En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad		En los puntos con límites de visibilidad	
LONGITUD MÁXIMA DE ALIBRACIONES DE SÓLO UNO DE CURVATURA	140		140		140		140	
LONGITUD MÁXIMA DE ALIBRACIONES DE SÓLO UNO DE CURVATURA	140		140		140		140	
LONGITUD MÁXIMA DE ALIBRACIONES DE SÓLO UNO DE CURVATURA	140		140		140		140	

(*) Para pendientes superiores a la máxima admisible, se aplicará por la pendiente, la velocidad no superior al 75% de la velocidad máxima y máxima de alineación.

IGP-11 Parámetros de diseño del trazado

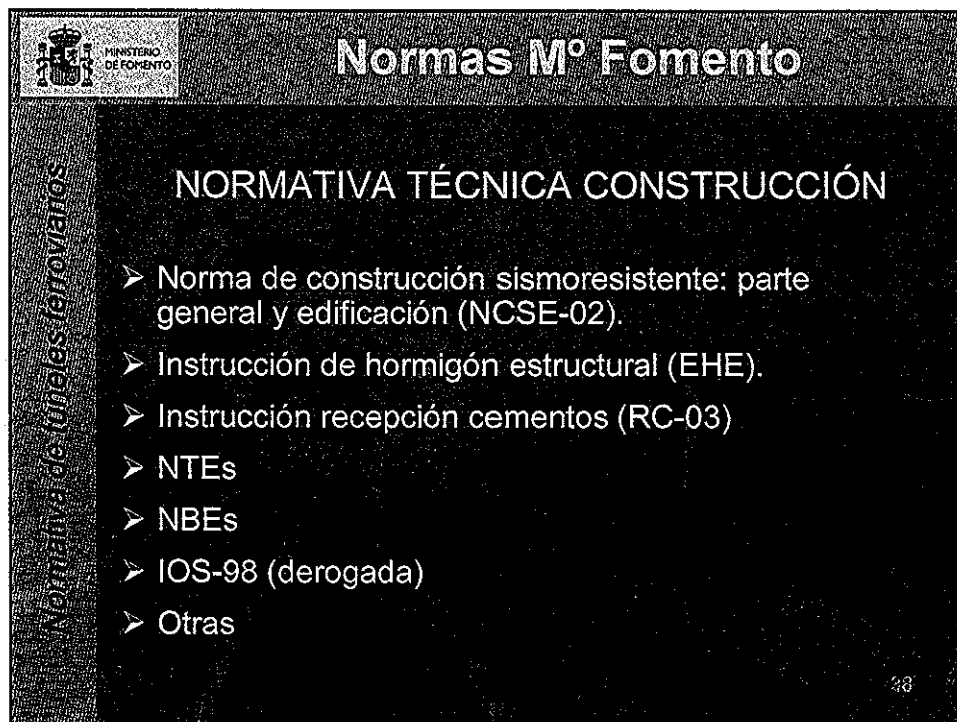
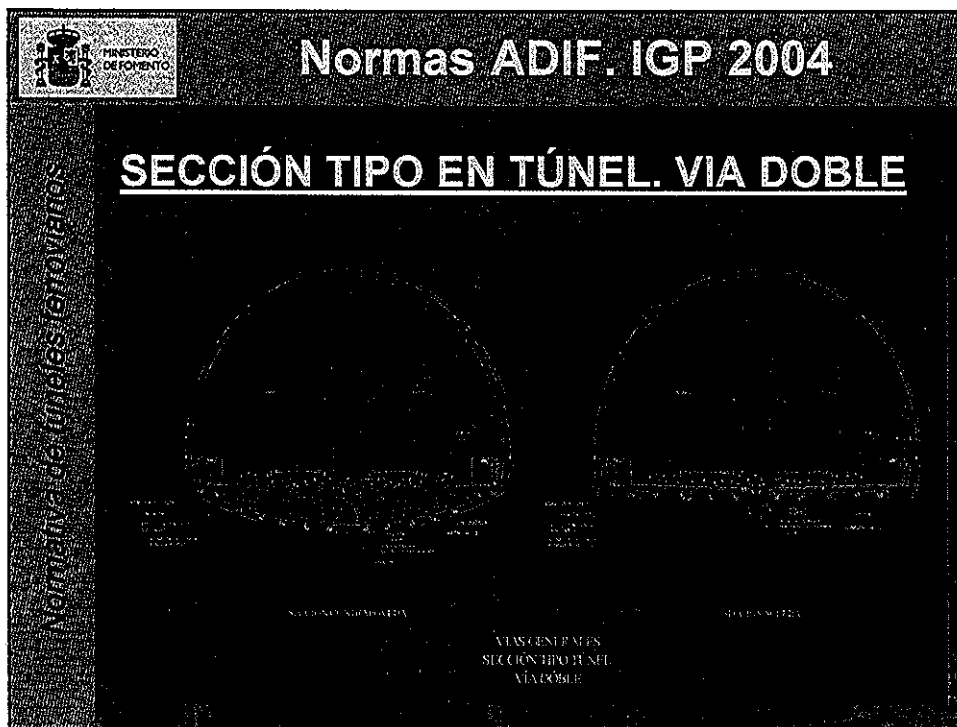
Normas ADIF. IGP 2004

TÚNELES

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA
IGP 2004

TÚNELES

- Sección libre
- Sección geométrica tipo
- Recomendaciones sobre excavación y sostenimiento



 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normas Mº Fomento

NORMATIVA CARRETERAS

- Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles
- Recomendaciones para el proyecto y construcción de drenaje subterráneo de obras de carreteras (O.C.17/03)
- Instrucción 5.2 I.C Drenaje superficial

39

 **MINISTERIO DE FOMENTO**

Normas Mº Fomento - Carreteras

INSTRUCCIÓN 5.2.I.C. Drenaje Superficial

TÚNELES

- Recogida por medio de caces.
- Separación de arquetas $50 < d < 100$ m.

40

Normas M° Fom. – Transpt. Terrtes

NORMATIVA DE FERROCARRILES

Normativa de túneles ferroviarios

- Recomendaciones para el control de calidad de instalaciones ferroviarias
- Recomendaciones para el proyecto de plataformas ferroviarias
- Instrucción inspecciones técnicas en puentes de ferrocarril (ITPF-05)
- **Recomendaciones para dimensionar túneles ferroviarios por efectos aerodinámicos de presión sobre viajeros**

Normas UIC

Seguridad en túneles de FC

Normativa de túneles ferroviarios

Ernst Basler + Partners

 MINISTERIO DE FOMENTO

1. Preámbulo

Objeto

- Establecer criterios de proyecto...
- ...proporcionar seguridad al usuario...
- ...y reducir riesgo de accidentes o consecuencias
- Especificaciones de construcción y explotación para mantener nivel de seguridad del proyecto.
- Indicaciones para elaboración Manual de Explotación y Plan Autoprotección.
- NO seguridad fase construcción.

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en líneas ferroviarias (SIT)

 MINISTERIO DE FOMENTO

1. Preámbulo

Contenido

1. Preámbulo
2. Estudio de Riesgos
3. Obra Civil
4. Instalaciones Ferroviarias
5. Instalaciones Generales
6. Manual de Explotación

Anejo I. Definiciones

Anejo II. Riesgos: Identificación y medidas de seguridad

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en líneas ferroviarias (SIT)

 MINISTERIO DE FOMENTO

1. Preámbulo

Ámbito de aplicación

- Ministerio de Fomento + organismos dependientes
- Túneles FC nuevos
- Especificaciones mínimas

Borrador de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISTF)

 MINISTERIO DE FOMENTO

1. Preámbulo

Principios generales de Seguridad (I)

- Identificar riesgos de explotación
- Eliminar o minimizar riesgos derivados de causas naturales o del tráfico → medidas preventivas
- Reducir consecuencias de los accidentes → medidas de protección (no detener trenes incendiados, evacuar < 10 min, comunicar con CCT)
- Implantar Plan Autoprotec. → Evacuac. rápida y seg.

Borrador de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISTF)

 MINISTERIO DE FOMENTO

Principios generales de seguridad (II)

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (SITF)

- Información a pasajeros de cómo actuar en emergencia
- Facilitar actuación de equipos de rescate: acceso y comunicaciones
- Organización asistencia sanitaria, logística y de orden
- Plan de mantenimiento → garantizar funcionamiento de instalaciones

 MINISTERIO DE FOMENTO

1. Preámbulo

Clasificación de túneles

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (SITF)

- Longitud
- Situación: urbano / no urbano

 MINISTERIO DE FOMENTO

1. Preámbulo

Organización de la seguridad (I)

➤ **Director de Explotación.** Responsable de:

- Elaborar y aprobar manual de explotación
- Correcto uso y funcionamiento túnel
- Dirigir C.C.Tráfico
- Seguridad de la circulación (operatividad y mantenimiento de instalaciones)

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISTH)

 MINISTERIO DE FOMENTO

Organización de la seguridad (II)

➤ **Director de Seguridad.** Responsable de:

- Elaborar y aprobar Plan autoprotección
- Gestionar las emergencias
- Organizar simulacros
- Analizar incidentes
- Supervisar la seguridad del túnel (periódicamente)
- Diagnósticos y propuestas de mejora de seguridad
- Auditorias de inspección del mantenimiento
- Actividades formativas

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISTH)

MINISTERIO DE FOMENTO

Comisión de Instrucción sobre medidas de seguridad en líneas ferroviarias (CISLIF)

2. Estudio de riesgos

Objeto:

- Identificar riesgos en la explotación y sus consecuencias...
- ...adoptar medidas (preventivas y de protección) para evitarlas o minimizarlas

Fases:

El, anteproyecto, proyecto básico y constructivo

MINISTERIO DE FOMENTO

Comisión de Instrucción sobre medidas de seguridad en líneas ferroviarias (CISLIF)

2. Estudio de riesgos (I)

a) Riesgos relacionados con proyecto y construcción:

- Empujes o movimiento del terreno
- Degradación de estructura (agua o ag. químicos)
- Inundaciones
- Seísmos
- Deslizamientos de tierra, aludes...

b) Riesgos relacionados con la explotación:

- Fallos de instalaciones de seguridad y energía
- Detenciones y accidentes de trenes
- Incendios e incidentes con mercancías peligrosas...

 **MINISTERIO DE DESARROLLO**

2. Estudio de riesgos (II)

a) Medidas de seg. asociadas a proyecto y construcción:

- En infraestructura
- En instalaciones

b) Medidas para minimizar riesgos de explotación:

- Operativas
- En instalaciones ferroviarias
- En vehículos
- En inspección y mantenimiento

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISITF)

 **MINISTERIO DE DESARROLLO**

3. Obra civil. Proyecto (I)

Condicionantes al trazado

➤ **Perfil longitudinal del túnel**

- Evitar cambios de pendiente
- Pendiente mínima (salvo en estaciones) del 0'5%

➤ **Ubicación de las bocas**

- Situar en zonas de mínimo riesgo
- Accesibles para los equipos de intervención

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISITF)

Consejo de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (CISIF)



MINISTERIO DE FOMENTO

3. Obra civil. Proyecto (II)

Condicionantes a la sección transversal

- **Monotubo / Bitubo**
 - Impedir el choque frontal de trenes causado por descarrilo o cargas desplazadas
 - Facilitar la evacuación y la actuación de los equipos de intervención por tubo sano
 - Favorecer la ventilación longitudinal
- **Drenaje y evacuación de vertidos líquidos**
- **Transitabilidad**

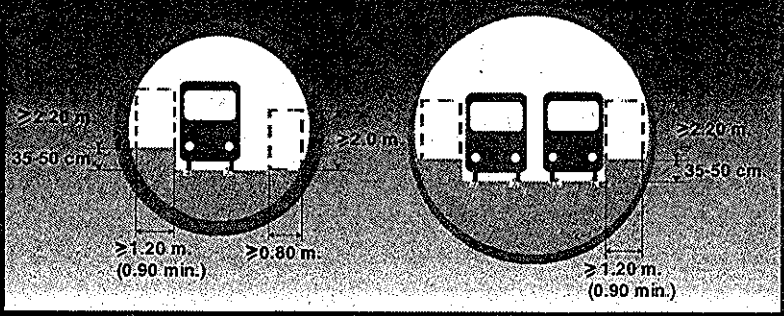
Consejo de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (CISIF)

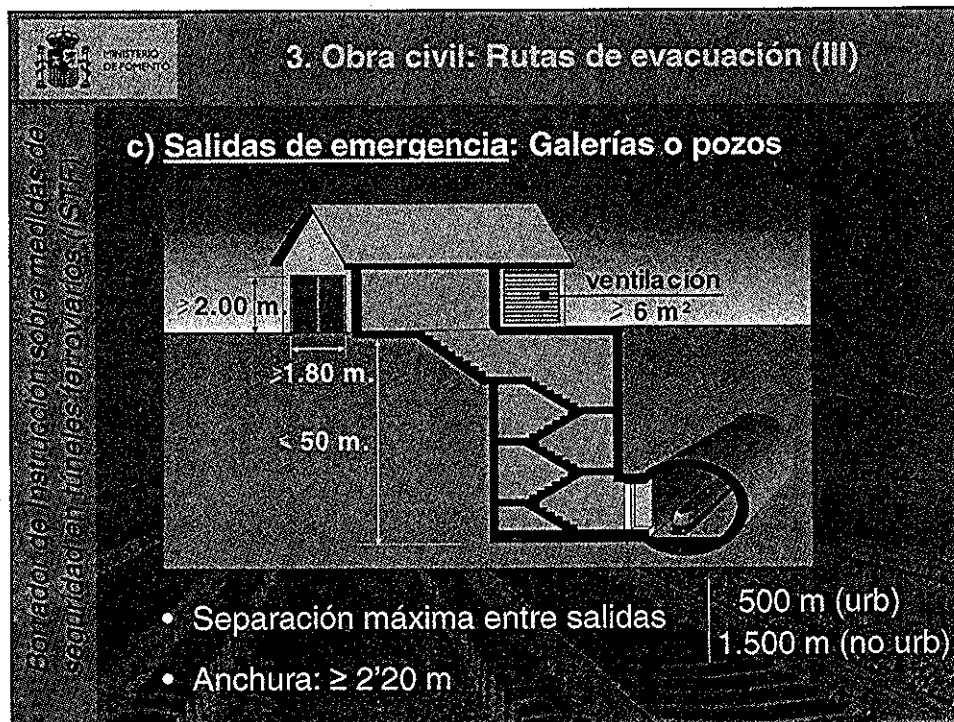
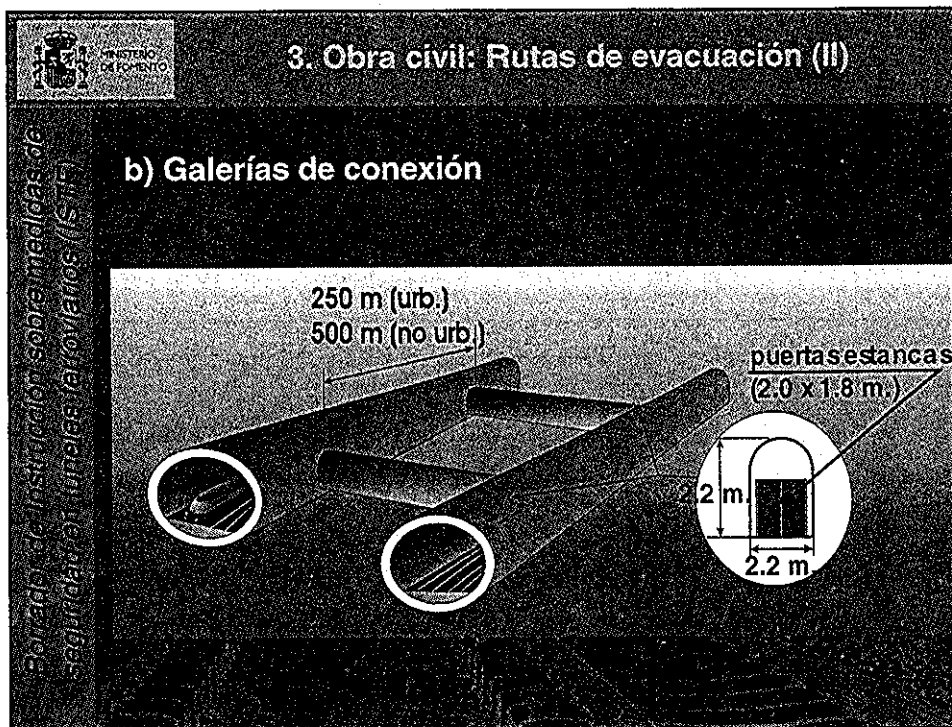


MINISTERIO DE FOMENTO

3. Obra civil: Rutas de evacuación (I)

a) Aceras de túnel

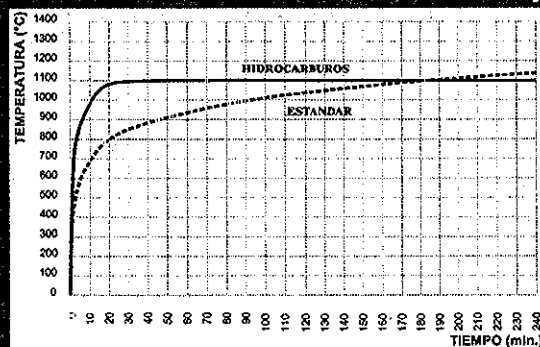




Zonas seguras

- Zonas exteriores al túnel:
 - * $S \geq 1.500 \text{ m}^2$
 - * Accesibilidad viaria
- Túneles o galerías paralelas:
 - * Ventilación
 - * Sist. interrupción tráfico ($t \leq 5$ minutos)
- Estaciones subterráneas
- Refugios con acceso directo al exterior

- Curvas calentamiento: UNE-EN 1363 - 1 y 2 / 2000



- Resistencia al fuego:
 - Elem. estructurales: EF-120
 - Elem. separadores: RF-120
- Reacción al fuego de materiales: MO (M1). No emisión de gases tóxicos

Borrador de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (SITF)



3. Obra civil

Construcción

- Mantener criterios y niveles de seguridad del proyecto
 - ¡OJO a modificaciones!
- Controles y verificaciones a realizar:
 - Recepción de materiales y equipos
 - Certificados de ensayo, homologación...
 - Adecuación al proyecto e Instrucción
 - Identificación de puntos de vigilancia especial
- Plan auscultación elementos estructurales

Borrador de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (SITF)



3. Obra civil

Explotación

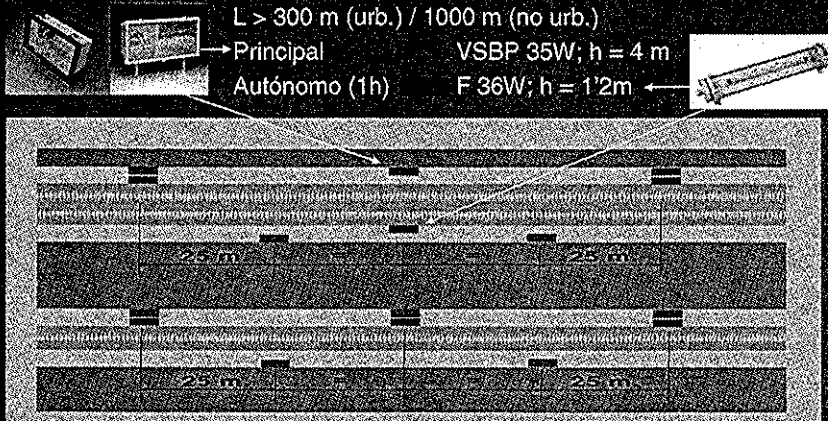
- Mantener criterios y niveles de seguridad del proyecto
 - ¡OJO a modificaciones!
- Manual Explotación → Plan de Mantenimiento
- Inspecciones, verific. y operaciones rutinarias de mantenimiento:
 - Elem. Estructurales: fisuras, humedades, deformaciones...
 - Drenajes, pozos bombeo...
 - Rutas de evacuación: ¡ojo obstáculos!...
- Valoración de deficiencias
- Priorización de actuaciones

4. Instalaciones ferroviarias

- Catenaria:
 - Sectorización: salida trenes
 - No afección a rutas evacuación
- Sist. detección cajas calientes
- Sist. detección caída objetos vía
- Instalación de seguridad y control de tráfico
 - Facilitar gestión de incidencias
 - Doble alimentación telemandos

5. Instalaciones Generales

Alumbrado de emergencia



- Salidas emergencia, galerías conexión:
 - F 36 W, doble balasto (220/12V), 50/5 lx

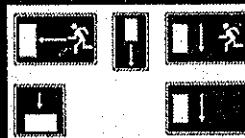


MINISTERIO DE FOMENTO

5. Instalaciones Generales

Señalización de evacuación

- $L > 300$ m (urb.) / 1000 m (no urb.)
- Indican dirección de salida
- Separación: ≤ 25 m (en 2 hastiales)
- Coincidiendo con sección de alumbrado





Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISIT)



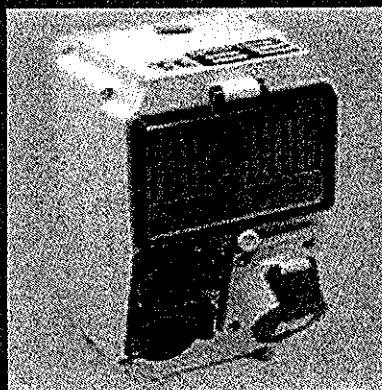
MINISTERIO DE FOMENTO

5. Instalaciones Generales

Tomas de corriente

$L > 300$ m (urb.) / 1000 m (no urb.)

- 3 P + N + T; 220 / 380 V
- Separación: ≤ 125 m (tresbolillo)
- Líneas independientes en cada hastial: 10 KVA



Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISIT)

Borrador de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISF)



5. Instalaciones Generales

Red hidrantes

- $L > 1.000 \text{ m}$ (urb.) / 5.000 m (no urb.)
- Tubería en presión (1 hastial)
- Separación hidrantes: $\leq 125 \text{ m}$
- $Q = 2000 \text{ l/min}$; 1 hora; 6 bar
- Presión insuficiente → Equipos bombeo
- Caudal insuficiente → Depósito 120 m^3
- Analizar: rociadores agua nebulizada



Borrador de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (ISF)



5. Instalaciones Generales

Ventilación (I)

- Rutas de evacuación de $L > 1000 \text{ m}$ (urb.) / 5000 m (no urb.) + Loc. Téc. con desprendimiento de gases (baterías, ...)
- Criterios proyecto:

PARÁMETRO	CONDIC. NORMALES (VALORES MÁXIMOS)	SIT EMERGENCIA incendio (VALORES MÁXIMOS)
Contenido de CO	50 ppm (valor medio en un intervalo de 30 min)	Se cumplirá la limitación: $\sum_{i=1}^n \text{CO}_i^{1,088} \cdot t_i < 3 \cdot 10^4$ (CO concentración % en intervalo tiempo t_i) ($\sum t_i$ tiempo de expos.)
Contenido medio en NOx (en un intervalo de 1 h)	$0,4 \text{ ppm}$	-----
Coeficiente extinción (k) (partículas negras)	$0,005 \text{ m}^{-1}$	$0,4 \text{ m}^{-1}$
Temperatura del aire	$50 \text{ }^\circ\text{C}$	$60 \text{ }^\circ\text{C}$
Velocidad del aire	10 m/s	10 m/s



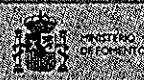
5. Instalaciones Generales

Ventilación (II)

➤ Criterios de proyecto (continuación)

TIPO DE VEHÍCULO INCENDIADO	POTENCIA MÁX. DEL INCENDIO (MW)	DURACIÓN DEL INCENDIO (horas)	CAUDAL DE HUMOS PRODUCIDOS (m ³ /s)
Coche de viajeros	15	1	60
Vagón de mercancías y Locomotora Diesel	30	2	80
Vagón mercancías peligrosas	300	4	460

No dimensionar con menos de 30 MW

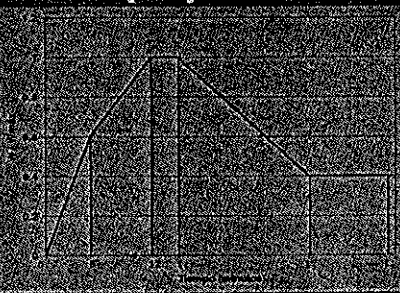


5. Instalaciones Generales

Ventilación (III)

➤ Criterios de proyecto (continuación)

POTENCIA MÁXIMA DEL INCENDIO (MW)	TIEMPOS CARACTERÍSTICOS (minutos)		
	t ₁	t ₂	t ₃
15	18	30	60
30	30	60	120
300	> 240	—	—



MINISTERIO DE FOMENTO

5. Instalaciones Generales

Comunicaciones

➤ $L > 1000$ m (urb.) / 2000 m (no urb.)

Diagram illustrating communication systems for tunnels, including a radiant cable, radio communication network, internal telephone network, and a traffic control center connected to police and firefighters.

MINISTERIO DE FOMENTO

5. Instalaciones Generales

Detección de incendios

➤ $L > 1000$ m (urb.) / 5000 m (no urb.) + Loc. Téc equip. eléctrico y electrónico

➤ Detectores térmicos y/o de humos

➤ Posición incendio con error máximo de 50 m

Diagram illustrating fire detection systems for tunnels, including optical smoke detectors, ultraviolet optical flame detectors, and a cable-embedded detector system.

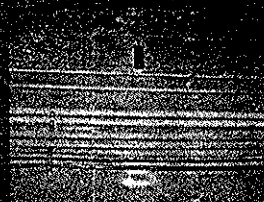


MINISTERIO DE FOMENTO

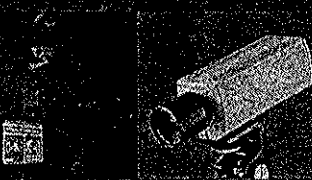
5. Instalaciones Generales

Antiintrusión

- En boquillas y salidas de emergencia de túneles de $L > 300$ m (urb.)
- Detectores de presencia: Barrera o volumétricos tecnología dual (IR + MO)
- Videocámaras: $h = 3'5$ m
- Megafonía



Detectores volumétricos



Videovigilancia

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (SITF)



MINISTERIO DE FOMENTO

5. Instalaciones Generales

Centro de Control Técnico

- Centraliza señales de funcionamiento y alarma de instalaciones no ferroviarias y sus telemandos
- Sistema de gestión centralizada de operaciones SCADA (Surveillance, Control and data Acquisition)

Boletín de Instrucción sobre medidas de seguridad en túneles ferroviarios (SITF)

Planeta de Instrucción sobre medidas de
seguridad en túneles ferroviarios (ISIT)



MINISTERIO DE TRANSPORTES

5. Instalaciones Generales

Construcción (I)

- Mantener criterios y niveles de seguridad del proy.:
 - OJO a modificaciones del proyecto
- Controles y verificaciones a realizar:
 - Adecuación al proyecto e Instrucción
 - Replanteo de las instalaciones
 - Recepción de materiales y equipos
 - Certif de ensayo, homologación...

Planeta de Instrucción sobre medidas de
seguridad en túneles ferroviarios (ISIT)



MINISTERIO DE TRANSPORTES

5. Instalaciones Generales

Construcción (II)

- Controles y verificaciones a realizar (cont.)
 - Comprobaciones de:
 - Geometría y aspecto externo
 - Caract. físicas y químicas (resistencia al fuego, ...)
 - Caract. mecánicas (rigidez, resistencia, ductilidad, ...)
 - Caract. eléctricas (potencia, rendimiento, iluminancias, ...)
 - Caract. hidráulicas (Q, estanqueidad, ...)
 - Solicitaciones mecánicas (cargas, interacc. dinámi, ...)
 - Caract. Funcionales
 - Niveles de comprobación:
 - N I: elementos
 - N II: compatibilidad entre elementos y con O. Civil
 - N III: global y situaciones degradadas



6. Manual de explotación

- Operaciones de mantenimiento periódicas (Plan de Conservación)
- Condiciones a respetar durante la explotación (Plan de Operaciones)
- Actuaciones inmediatas en caso de alerta, incidente o emergencia (Plan de Autoprotección)

Elaboración de instrucciones sobre medidas de seguridad en túneles (ISSST)