

LA PLANIFICACION DE RECURSOS EN LA U.N. DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE RENFE.

Antonio Lozano del Moral

Director Técnico de la UN Mantenimiento Infraestructura de Renfe

Si el objetivo de la Planificación es la optimización de los recursos disponibles controlando el ¿QUE? , el ¿DONDE? y el ¿CUANDO?, esto es especialmente cierto en la planificación que se aplica sobre activos en servicio, para diferenciarla de la planificación estratégica o creadora de nuevos activos. Es el primer tipo de planificación el considerado en esta ponencia.

Asimismo, consideramos la planificación dividida en los clásicos niveles temporales:

- Operativa o en tiempo real. Actuaciones urgentes.
- Corto plazo. Presupuestos de explotación y planes de inversión anuales.
- Medio plazo. *Plan de renovaciones o rehabilitaciones integrales, plan de subestaciones en los núcleos de cercanías.*
- Largo plazo. *Plan de sustitución de desvíos, Plan de digitalización de las telecomunicaciones.*

Antes de analizar la planificación de los distintos subsistemas que conforman el globalizador término de la infraestructura ferroviaria, haré un breve comentario de las estrategias modernas de mantenimiento, ya que condicionan las herramientas precisas para la planificación.

La imperiosa necesidad de reducción de costes de mantenimiento, (no olvidemos que este gasto va a la cuenta de resultados de cualquier compañía restando de la cifra de ingresos), ha obligado a prescindir en la medida de lo posible del mantenimiento PREVENTIVO, cíclico o metódico por excesiva-

mente caro, así como del mantenimiento CORRECTIVO, ya que en este caso se admite el fallo de parte o de la totalidad de la funcionalidad del elemento o subsistema considerado, lo que en principio, no es admisible en un ferrocarril moderno, siendo la alternativa a estos dos clásicos sistemas el mantenimiento PREDICTIVO o según estado. En este caso, las intervenciones deben realizarse no antes, pero tampoco después de lo necesario.

Este tipo de mantenimiento obliga a conocer de forma sistemática el estado de las instalaciones, equipos o elementos, lo que no siempre es posible, condicionando esta posibilidad las técnicas de planificación.

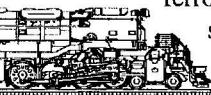
La planificación que desarrolla la *Dirección Técnica* se aplica a la red convencional de *Renfe* (cuadro 1), quedando excluida por tanto la línea de *Alta Velocidad* Madrid-Sevilla; fruto de esta planificación son no solamente los planes financiados con los fondos de *Renfe*, tanto por Explotación como por Inversiones, sino también, las propuestas de actuación al *MOPT MA* en sus programas que actúan sobre vías en explotación, como por ejemplo el de Renovaciones o Rehabilitaciones integrales, culminación de las actuaciones sobre los activos en servicio, y por tanto, inicio de un nuevo ciclo de vida útil de los mismos una vez concluidas dichas obras.

Como anejos se incluyen los recursos económicos puestos a disposición de la *U.N. de Mantenimiento de Infraestructura* en el presente año, así como las características cuantitativas principales de la red ferroviaria donde se aplican estos recursos

1. ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SUBSISTEMAS. VÍA.

En este caso, toda la estrategia del mantenimiento y de la planificación esta basada en la información suministrada por los vehículos de auscultación: el ultrasónico, el de desgaste ondulatorio y principalmente el de control geométrico. Es decir, en este caso tenemos los mecanismos adecuados para conocer el estado real de la vía y por tanto es aplicable el mantenimiento según estado.

Dado el reparto de competencias en las actuaciones en infraestructuras ferroviarias entre *Renfe* y el *MOPT MA*, que en términos globales y de forma simplificada se podrían resumir en que la primera actúa principalmente con planificación operativa, a corto plazo y solo puntualmente en



RED TOTAL DE RENFE A 31-12-1993	
RED CONVENCIONAL	LONGITUD
- EXTENSION TOTAL	12.130 Km.
- LINEA DOBLE ELECTRIFICADA	2.761 Km.
- LINEA UNICA ELECTRIFICADA	3.661 Km.
- LINEA SENCILLA SIN ELECTRIFICAR	5.685 Km.
- LINEA CON C.T.C.	3.166 Km.
- LINEA CON BLOQUEO AUTOMATICO BANALIZADO	83 Km.
- LINEA CON BLOQUEO AUTOMATICO	1.723 Km.
- LINEA CON BLOQUEO ELECTRICO MANUAL	891 Km.
- LINEA CON BLOQUEO TELEFONICO	6.267 Km.
LO QUE SUPONE: 53% L. ELECTRIFICADA	
26% L. CON C.T.C.	15% L. CON BLOQUEO AUTOMATICO
7% L. CON BLOQUEO ELECTRICO-MANUAL	52% L. CON BLOQUEO TELEFONICO
• RED APTA PARA CIRCULAR A 160 KM./H	18%
• RED APTA PARA CIRCULAR A 140 KM./H	16%
• RED APTA PARA CIRCULAR A 120 KM./H	66%
RED AVE	
- EXTENSION TOTAL	471 Km.
• LINEA DOBLE ELECTRIFICADA	
• LINEA CON L.Z.B.	
• RED APTA PARA CIRCULAR A 250 KM./H.	

Cuadro 1.- Ámbito de Actuación.

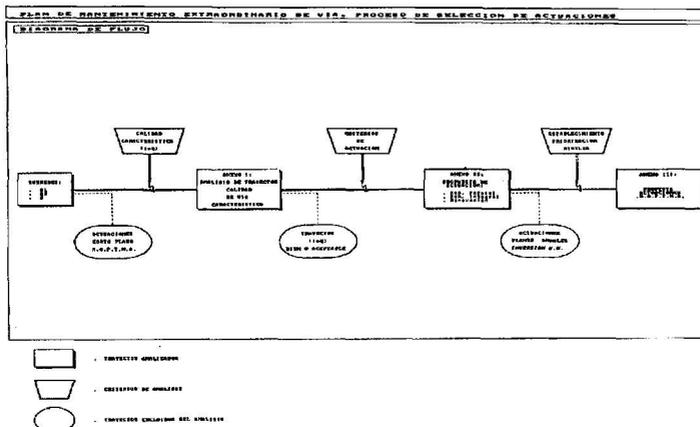


Figura 1.- Plan de mantenimiento extraordinario de vía. Proceso de selección de actuaciones. Diagrama de flujo.

actuaciones a medio y a largo, nos ha llevado a diseñar un flujoograma para la selección de actuaciones que garantice la compatibilización de las actuaciones de ambos Organismos evitando duplicaciones indeseables (figuras 1 y 2).

La información suministrada por el coche de control geométrico permite conocer cuantitativamente el estado de los parámetros fundamentales que definen la calidad de la vía (nivelación, alineación, alabeo, peralte y ancho), calificándose dicha calidad cada 125 m, así como la evolución de la misma (figuras 3 y 4).

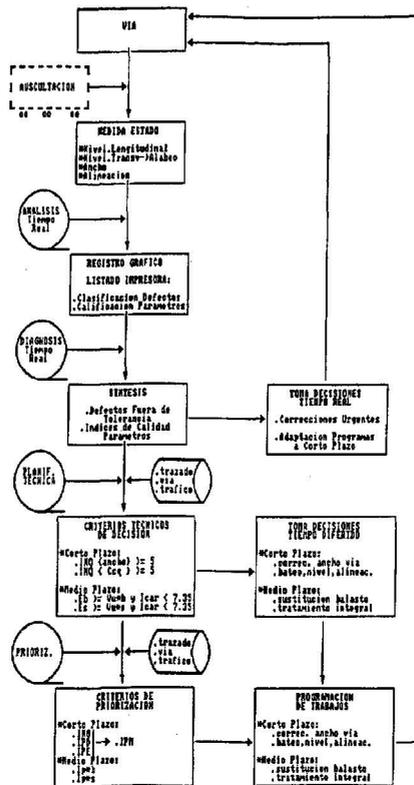


Figura 2.

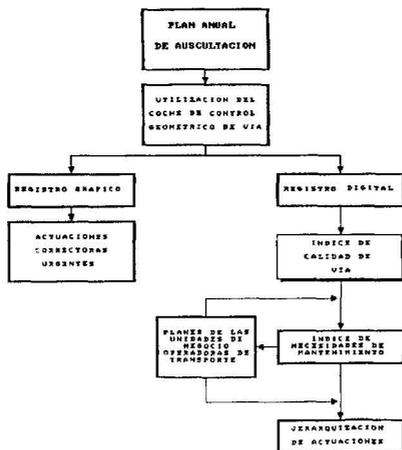


Figura 3.

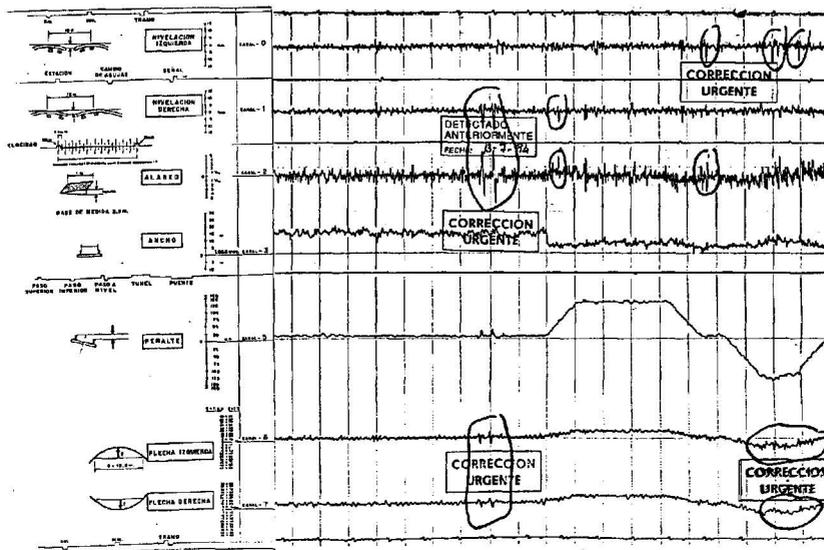


Figura 4.

Los parámetros básicos considerados para la planificación son:

- Geometría de la vía (en planta y en alzado).
- Antigüedad.
- Tráfico (cargas y velocidades).
- Tipo de armamento (tipo de carril, de traviesa, balasto etc.).
- Calidad de la vía actual y su evolución en los últimos años (calidad característica).
- Personal disponible.

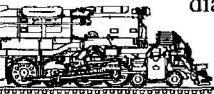
La utilización de la información anterior mediante unos algoritmos basados en criterios fijados por la *Unión Internacional de los Ferrocarriles (UIC)*, y mediante los adecuados programas informáticos, permiten establecer las necesidades de mantenimiento y sus prioridades en los distintos niveles temporales citados anteriormente, prácticamente metro a metro de cualquier línea de la red (cuadro 2).

$$IPM = INQ \cdot \ln [1,5 + 1,3 \cdot (IPD \cdot IPE)]$$

$$IPM = \begin{cases} \text{Calidad Vía} \\ \text{Armamento} \\ \text{Antigüedad} \\ \text{Tráfico (Cargas y } V_{\text{máx.}}) \\ \text{Trazado} \end{cases}$$

2. INSTALACIONES DE SEGURIDAD.

En este caso desgraciadamente no existen instrumentos capaces de diagnosticar el estado de las innumerables elementos y equipos que conforman la diversidad de las instalaciones de seguridad (solo recientemente alguna tecnología electrónica tiene equipos de autodiagnóstico), por lo



FASE	ACTUACIÓN	
A	Determinación de las necesidades de Mantenimiento (en horas/año)	Inventario físico de la vía (Ud. el distrito)
		Determinación longitudes de vía y aparatos virtuales. (Ud. el distrito).
		Determinación horas/año de mantenimiento teóricas por aplicación de estándares (Ud. el distrito)
		Determinación de las horas/año de mantenimiento ponderadas (por afectación de I.P.M.)
B	Comparación con las horas reales dedicadas al mantenimiento (Aplicación "Parte")	
C	Determinación del balance teórico de mantenimiento.	
D	Determinación de los coeficientes de déficit.	
E	Reparto de los recursos concedidos por Subredes proporcionales a los anteriores coeficientes.	

Longitud virtual de vía

$$L_v \text{ vía} = \text{Longitud vía general} + 0.50 * \text{Longitud vía apartado} + \\ + 0.15 * \text{Longitud vía secundaria} + 0.25 * \text{Longitud vía tunel} + \\ + 0.08 * \text{Longitud vía } R < 400 \text{ m} + 0.08 * \text{Longitud vía } P > 20\% + \\ + 0.10 * \text{Longitud vía } H > 700 \text{ m} + 0.40 * \text{Longitud vía } E_s > V \text{ util} - \\ - 0.60 * \text{Longitud vía } E_s < V \text{ util} / 2 - 0.10 * \text{Longitud vía doble}$$

Número virtual de aparatos

$$N_v \text{ aparatos} = N^\circ \text{ aparatos vía general recta} + \\ + 1.50 * N^\circ \text{ aparatos vía general curva} + \\ + 0.25 * N^\circ \text{ aparatos vía secundaria}$$

que su mantenimiento tiene que ser básicamente preventivo, y desgraciadamente en ocasiones correctivo, aunque conviene matizar que al ser las instalaciones de seguridad intrínsecamente seguras (*fail safe*), el fallo no representa una falta de seguridad aunque si puede representar un fallo en la regularidad.

Es precisamente su pérdida de funcionalidad, es decir el número de averías de la instalación uno de los parámetros básicos en la metodología de planificación. En síntesis, los parámetros considerados son:

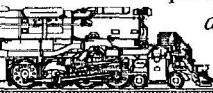
- N° de averías.
- Valor puntual de la instalación (indica la complejidad de la instalación, corresponde al n° de horas mensuales consideradas necesarias para su mantenimiento).
- Tráfico existente.
- Tiempo medio sin servicio (complejidad de las averías).

A través de la adecuada combinación de los parámetros anteriores mediante los denominados índices de Fiabilidad, Regularidad y Calidad, (cuadro 3), se definen los criterios y la prioridad de actuación entre los diversos tipos de instalaciones. La planificación en este caso es casi en exclusiva a corto plazo (planes de inversión anuales).

La práctica totalidad de las actuaciones en este campo son realizadas por la propia *Renfe*, aunque no descartamos que en el futuro planteemos al *MOPTMA* un programa de actuaciones de modo similar a los programas de *Renovaciones en Vía*.

Evidentemente, en este caso apenas se utiliza el mantenimiento predictivo, manteniéndose casi en exclusiva el mantenimiento cíclico.

Como es obvio, dependiendo la planificación de forma directa de las averías que sufre las instalaciones, ha sido necesario establecer un sistema de análisis y codificación de todas las averías que ocurren diariamente en *Renfe*, que denominamos estadística *SETRA* (*Sistema Estadístico para el Tratamiento de Averías*).



ÍNDICES I.S. (por tramos)	
ÍNDICE DE FIABILIDAD	$I_f = I / (0,1059 \cdot V_p)$ <p>$I = n^{\circ}$ incidencias año</p> <p>$V_p =$ Valor puntual</p>
ÍNDICE DE REGULARIDAD	$I_r = I \cdot T_{ss} \cdot C / (13,7 \cdot V_p)$ <p>$T_{ss} =$ Tiempo medio sin servicio</p> <p>$C =$ Circulaciones medias diarias</p>
ÍNDICE DE CALIDAD	$I_c = 0,5 \cdot (I_f + I_r)$

Cuadro 3.

El sistema *SETRA* es un sistema informático centralizado, alimentado diariamente por los responsables del mantenimiento de la línea a través del envío de unos partes específicos al centro informático *SETRA*, donde las averías son analizadas y codificadas diferenciando las que son por causas propias de las ajenas, así como el tiempo que ha durado su reparación, y la afectación al tráfico que la misma ha producido.

3. TELECOMUNICACIONES.

En este subsistema se realizan básicamente dos tipos de Planificación, una a corto plazo tendente fundamentalmente a la reposición de los activos existentes y otra a medio-largo que, mediante la utilización de tecnologías actuales pretende satisfacer la demanda exponencial de servicios de telecomunicaciones que la explotación y gestión que un ferrocarril moderno impone.

La Planificación a corto plazo se efectúa, fundamentalmente, sobre los medios de transmisión convencionales (cables de pares o cuadrados) de los que existen en *Renfe* mas de 8.000 km, así como de los pupitres telefónicos de estaciones (1.260). El conjunto de estos recursos configura lo que internamente se llama "telefonía de explotación" y su única pero fundamental finalidad es

facilitar las comunicaciones y soporte de transmisión para la regulación del tráfico ferroviario.

En los medios de transmisión (cables convencionales) la planificación inversora y de asignación de recursos de explotación, se hace en base al *Índice de Calidad* de los cables, parámetro que se obtiene de la medida semestral del aislamiento de los hilos y de la aplicación de un tratamiento informático posterior.

La planificación de las actuaciones sobre el equipamiento de estaciones ya no es posible hacerlo mediante parámetros numéricos, sino que es preciso recurrir de nuevo al conocimiento de las pérdidas de funcionalidad de los equipos, es decir, a las averías, a través del sistema estadístico *SETRA*.

Complementarias a la de explotación existen en el ferrocarril unas necesidades de comunicaciones de gestión (voz, imágenes y datos) que se planifican a medio-largo plazo condicionada a los recursos disponibles.

Estos recursos de transmisión soportan una red de telefonía interna de 18.000 usuarios distribuida en 90 centrales de conmutación en proceso de digitalización, estando prevista su total conclusión a mediados del 1.996.

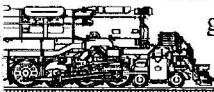
Otro sistema soportado por la red de transmisión anteriormente citada lo constituye la red de transmisión de datos que permite la conexión de aproximadamente 5.000 terminales distribuidos por toda la geografía ferroviaria.

La utilización intensiva de estos recursos propios de telecomunicaciones está suponiendo ahorros de bastantes cientos de millones.

4. ELECTRIFICACIÓN.

En este subsistema diferenciamos la catenaria de las subestaciones de tracción.

Para la planificación de la primera utilizamos el vehículo de auscultación de geometría de catenaria que nos informa sobre los parámetros geométricos esenciales (figura 5) para garantizar una adecuada calidad de



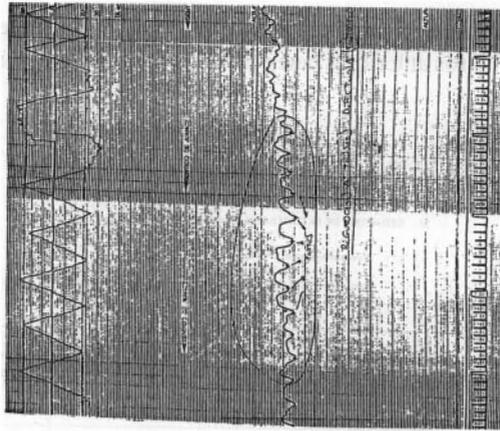


Figura 5.

CASTELLÓN (←) TORIOSA										Pag:		
PUNTO Km.	POSTE	DEFECTO	ALTURAS			PEND ‰	DESCENTRAMIENTO X/1000	CURVA			CATEGORIA DEL DEFECTO	PUNTO SINGULAR
			A	B	C			RECT-SUSP-VIARO	°	′		
		A-B-C-D-E-F								A-B-C-D-E-F		
192.56	2334	X					26.7				1	
192.66	2336	X					27.0				1	
192.75	2338	X					29.6				1	
192.83	2340	X					29.6				1	
192.91	2342	X					26.3				1	
192.98	2344	X					23.2				1	
193.06	2346	X					26.0				1	
193.12	2348	X					24.0				3	
193.17	2350	X				5.3					3	
193.27	2351	X					28.9				1	
193.27	2352	X				7.5					1	SEC. AGJ
193.31	2353	X				8.4					2	
193.33	2354	X					31.0				4	
193.38	2357	X				4.50					1	
193.40	2358	X				4.50					4	
193.41	2359	X				4.50					4	
193.42	2360	X				4.47					4	ESTR SUP
193.44	2361	X				4.47					4	ESTR SUP
193.45	2362	X				4.47					4	
193.46	2363	X				4.47					4	
193.46	2364	X				4.45					4	ESTR SUP
193.49	2365	X				4.47					4	
193.51	2366	X				4.48					4	
193.53	2367	V				4.53					3	
193.55	2368	X					20.5				1	
193.58	2369	X					8.3				1	
193.61	2370	X					4.3				1	
193.67	2372	X					6.4				2	
193.73	2375	X					2.6				1	
193.75	2376	X									1	SEC. AGJ
193.76												LLEGAR

Figura 6.

captación de corriente (altura, descentramientos, pendientes, funcionamiento de las compensaciones etc.).

El tratamiento informático posterior (figura 6) permite listar los defectos de los parámetros anteriores categorizados por niveles según su importancia (figura 7).

32. GEOMETRÍA DE LA CATENARIA (Puntos negativos 6) B = 6

32.1. Descentramiento (Puntos negativos 4)

Partiendo de los datos obtenidos por el vagón auscultador de catenaria, se tendrá en cuenta la siguiente clasificación:

PARAMETRO	NIVEL CERO CORRECTO	DEFECTO			
		NIVEL 1 PASABLE	NIVEL 2 INCORRECTO	NIVEL 3 PELIGROSO	NIVEL 4 INADMISIBLE
Descentramiento recto o curva $R \geq 1.500$ m. en suspensión.	20 cm.	20 + 30 cm.	30 + 40 cm.	40 + 45 cm.	45 cm.
Descentramiento curva $R < 1.500$ m. en suspensión.	30 cm.	30 + 35 cm.	35 + 40 cm.	40 + 45 cm.	45 cm.
Descentramiento curva $R < 1.500$ m. máximo entre suspensiones.	20 cm.	20 + 30 cm.	30 + 40 cm.	40 + 45 cm.	45 cm.

32.2. Altura (Puntos negativos 4)

Partiendo de los datos obtenidos por el vagón auscultador de catenaria se tendrá en cuenta la siguiente clasificación:

PARAMETRO.	NIVEL CERO CORRECTO	DEFECTO			
		NIVEL 1 PASABLE	NIVEL 2 INCORRECTO	NIVEL 3 PELIGROSO	NIVEL 4 INADMISIBLE
Altura en más	6 m.	6 + 6,05 m.		6,05 + 6,10 m.	6,10 m.
Altura en menos.	4,89 m.	4,6 + 4,55 m.		4,55 + 4,50 m.	4,50 m.

32.3. Pendiente (Puntos negativos 4)

Se tendrá en cuenta la siguiente clasificación:

PARAMETRO	NIVEL CERO CORRECTO	DEFECTO			
		NIVEL 1 PASABLE	NIVEL 2 INCORRECTO	NIVEL 3 PELIGROSO	NIVEL 4 INADMISIBLE
Pendiente (cada 20 m.).	2 ‰	2 + 2,5 ‰	2,5 + 3 ‰	3 + 3,5 ‰	3,5 ‰

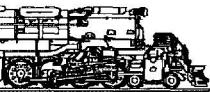


Figura 7.

Como complemento de la información anterior en este año hemos puesto en servicio un sistema para la medida del desgaste del hilo de contacto, primicia mundial en este tipo de medidas, y que ha sido desarrollado por la *Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid* gracias a un convenio de colaboración financiado íntegramente por *Renfe*. Este sistema permite obtener la medida del desgaste del hilo cada 20 cm mediante la fotografía de la reflexión especular de su imagen. (Figuras 8 y 9).

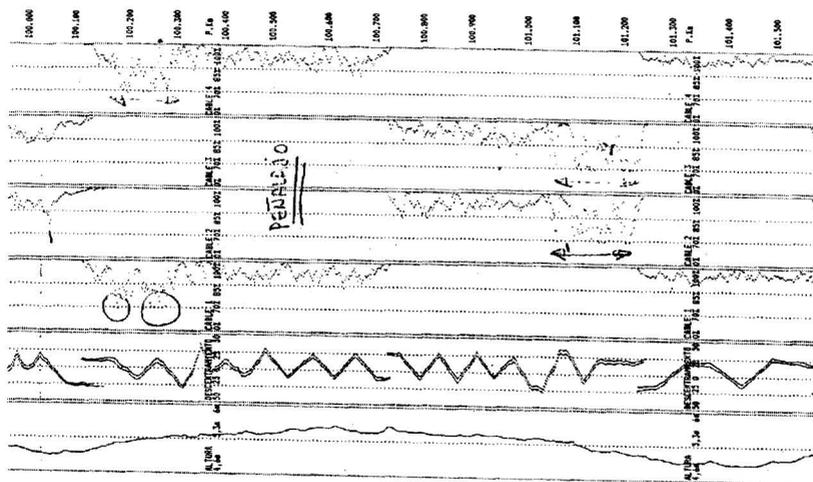


Figura 8.

Con estos datos, se puede planificar las actividades, de nuevo, en los diversos niveles temporales: operativa o urgente, a corto-medio e incluso largo, en este último caso en lo que respecta a la sustitución de un elemento tan costoso como el hilo de contacto, ya que conociendo la evolución de su desgaste y el número de pantógrafos que pasarán en el futuro, se puede predecir el momento de su sustitución.

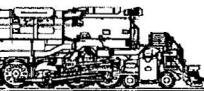
R.C.M.F.C. R.P.M. - E.I.C.I. INOVATIVAS - NIE		ALCANTAR		PROYECTO NIEBES	
Fecha:.....: 22 - 3 - 1995		Tiempo de Integr.: 3 ms		Nivel de corte: 70	
Tipo de Cable: Circular		Sección del N.C.: 167 mm ²		Pes. Ásneros: En Cabera	
REDIDA con SECCION DE EL IMPERFOR al 70%		Trazo: ALCANTAR DE SAN JUAN - LAS CONDESNAS (Vía Par)			
Incidencias: Cristal del techo rajado.					
Imperfor	Km. n.	Cable1	Cable2	Cable3	Cable4
501899	100 244	85.9		67.2	
501900	100 244	85.1		66.0	
501901	100 244	84.3		65.6	
501902	100 244	81.2		67.2	
501903	100 244	86.0		67.2	
501907	100 253	74.1		67.2	
501908	100 253	73.7		67.2	
501910	100 246	72.5		68.6	
501912	100 246	67.2		73.7	
501913	100 246	74.3		66.6	
501918	100 247	65.6		86.4	
501919	100 247	67.2		76.8	
501922	100 249	69.0		76.8	
501929	100 249	61.0		86.3	
501947	100 252	84.1		66.6	
501948	100 255	80.4		65.6	
501975	100 258	73.7		67.2	
501977	100 258	73.7		66.6	
502000	100 265	67.2		91.3	
502003	100 265	67.2		91.3	
502066	100 276	68.3		73.5	
502067	100 276	69.3		73.5	
502068	100 275	66.0		76.7	
502071	100 277	67.7		79.7	
502072	100 277	67.7		71.5	
502078	100 278	76.4		68.3	
502079	100 279	75.7		67.7	
502080	100 279	71.5		63.3	
502084	100 279	74.6		68.7	
502093	100 280	86.4		67.7	
502090	100 281	84.7		66.0	

Figura 9.

En aquellos elementos no auscultables mecánicamente, la inspección cíclica manual es precisa, utilizándose de nuevo la estadística *SETRA* para conocer estadísticamente los elementos menos fiables (p.e. los aisladores).

En el caso de las subestaciones son la estadística *SETRA* y las auscultaciones periódicas que realizan empresas especializadas las que proporcionan la información básica para la planificación operativa y a corto plazo.

Es de destacar la planificación a medio y a largo plazo del incremento preciso de nuevas subestaciones y refuerzo de potencia en las existentes en el área de cercanías de Madrid y de Barcelona que han permitido hacer frente al espectacular crecimiento de este tipo de tráfico en dichas ciudades. La construcción de las nuevas subestaciones ha sido y está siendo realizada por el *MOPT MA*.



5. INFRAESTRUCTURA.

Dentro del término infraestructura incluimos los puentes, túneles y explanaciones.

La importancia que de cara a la calidad del servicio ferroviario tiene la fiabilidad de estos elementos es obvia, pero tal vez para resaltar cuantitativamente aún más si cabe la misma, daré unas cifras:

- La *Renfe* tiene en servicio 1.213 túneles, con una longitud total de 374 km, siendo la mayor parte de ellos construidos a finales del siglo pasado o principios del actual, y por tanto con técnicas de construcción decimonónicas.
- En nuestras líneas, aun tenemos en servicio 857 puentes metálicos, con una longitud total de 32,5 km.
- La cuantificación de las trincheras y terraplenes existentes la considero innecesaria, ya que en la mente de todos está la visión de la complicada orografía y geotécnica de nuestro país, sometidas a intensas variaciones climáticas, las periódicas gotas frías en el litoral mediterráneo etc.

Todo ello, conforma un marco de actuación verdaderamente complejo, y de una importancia funcional crítica por la trascendencia que tanto para la regularidad del tráfico ferroviario como y principalmente para su seguridad pueden tener los fallos en la fiabilidad de la infraestructura.

Obviamente, en este subsistema no se puede plantear un mantenimiento cíclico, y no resulta admisible un planteamiento exclusivamente correctivo, y por otra parte, no existen vehículos de auscultación que nos den el estado de la infraestructura de forma sistemática. Para resolver esta problemática, se han desarrollado como instrumento de planificación los *ERGI* y en algunos casos los *ERA*. (Figura 10).

Un *ERGI* (*Estudios de Riesgos Geológicos en Infraestructura*), o el *ERA* (*Estudio de Riesgos de Avenidas*) de un línea o trayecto es un estudio realizado por empresas especializadas, que siguiendo una metodología precisa desarrolla-

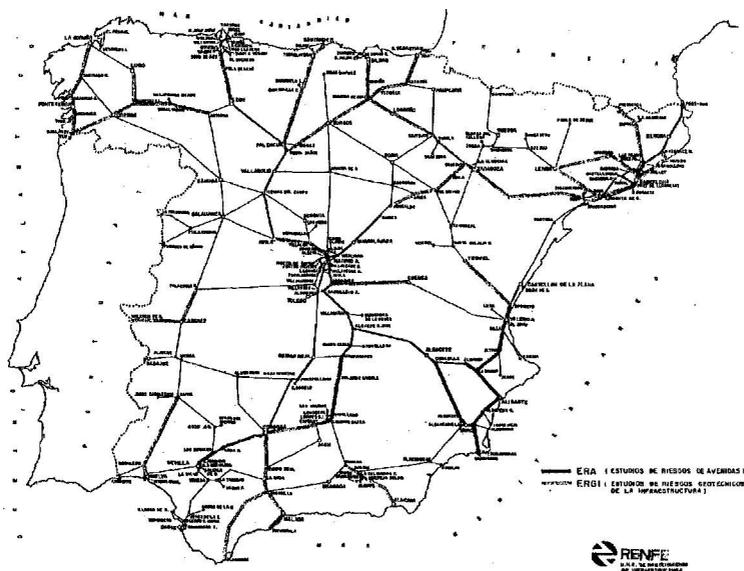
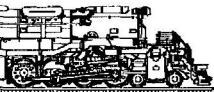


Figura 10.

da por nuestra *Jefatura de Geotécnica*, analiza todos los elementos de la infraestructura en dicha línea y trayecto. Un elemento puede ser desde una trinchera a un puente o un túnel. En el caso de los ERA se considera la fiabilidad de dichos elementos ante las eventuales avenidas.

Entre otras informaciones relevantes, el ERGI asigna un nivel de riesgo asociado al estado de dicho elemento, clasificándolo de 0 a 3, siendo el 3 el que tiene más mayor probabilidad de ocurrencia, valor establecido mediante estimación profesionalizada y no de manera estadística por falta de datos históricos. (Figura 11).



EXPLANACIONES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31														
Y TRAZADO	TIPOLOGIA	[Shaded area]																																												
	LOCALIDAD	[Shaded area]																																												
	DOMINIO GEOMORFOLOGICO	DEPRESION DE CALATAYUD															VERTIENTE SURORIENTAL DE LOS RELIEVES PALEOZOICOS DE LA ZONA DE CALATAYUD																													
	TIPOLOGIA Y CARACTERISTICAS	Muebles de depresión y basas, elevación antrópica por colinas y otras formas.															Morfología de valle con estructura antrópica entre vertientes con pendientes del 40-45%																													
	PENDIENTES Y RASANTE	0,25%		2,2%		5,85%		0,62%								7,37%																														
	RADIO Y CANTIDAD	3000 m.																																												
	ORIENTACION DE TRAMOS RECTOS	N 30° E										N 10° E					N 30° E					N 15° E					N 40° E																			
	DOMINIO MORFOLOGICO	DEPRESION DE CALATAYUD																																												
	UNIDADES LITOLÓGICAS	ALMAJAL DEL RIO JALÓN Limas con niveles de gravas															Grupos MIOCENOS de RUMEROSO, Colomina y platabas					CAPAS DEL JALÓN Píramas y doleritas					Areniscas y breccias					Doleritas con rejas de granito					Píramas de granito					Cantos de granito				
	SEMELAJANCIAS	ALMAJAL DEL RIO JALÓN															ALMAJAL DEL RIO JALÓN					ALMAJAL DEL RIO JALÓN					ALMAJAL DEL RIO JALÓN					ALMAJAL DEL RIO JALÓN					ALMAJAL DEL RIO JALÓN					ALMAJAL DEL RIO JALÓN				
LITOLÓGICOS	Presencia de limos yesíferos en profundidad															Amenaza de ruptura con liberación de gases por hidratación y oxidación de sulfuros a la intemperie																														
GEOMORFOLOGICOS	Extensas áreas planas y deprimidas																																													
GEOTECNICOS	Pendientes débiles de capacidad reducida del suelo y formación por deslizamiento de terreno efectuado en las zonas anchas. Prolata por actividad de subsistencia y rotas por actividad de las líneas telefónicas															Caída de cofres y bloques. Escudo de cofres					Puede producirse rotura por liberación de gases					Caída de cofres					Caída de cofres y bloques					Caída de cofres y bloques										
HERMOLOGICOS	Problemas de drenaje de los terrenos planos con aguas de subsistencia. Puntos de acumulación de agua en las zonas bajas. Agua superficial a nivel de las líneas telefónicas.															Influencia de las aguas subterráneas					Nivel freático alto					Elevación de las aguas subterráneas					Nivel freático alto					Elevación de las aguas subterráneas										
ESTRUCO DE ALTERNACION DEL MAQUINADO	[Shaded area]																																													
MAQUINADO	[Shaded area]																																													
ALTURA DE TALLERES	[Shaded area]																																													
PENDIENTE	[Shaded area]																																													
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	[Shaded area]																																													
EXCEPCIONES	[Shaded area]																																													
NIVEL	[Shaded area]																																													
SEGURIDAD	[Shaded area]																																													
DEPENDENCIA DE LA SEGURIDAD	[Shaded area]																																													
UBICACION DE PUENTES	[Shaded area]																																													
UBICACION DE TUNELES	[Shaded area]																																													
LOCALIZACION TERMINOS GEOGRAFICOS	[Shaded area]																																													
UBICACION DE PUNTOS KILOMETRICOS	[Shaded area]																																													

PK 244,627
EST. CALATAYUD

CUADRO 6-1 - A CUADRO RESUMEN DE RIESGOS, CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y

Figura 11.

Esta información se complementa con el nivel de gravedad previsible en caso de ocurrencia, al considerar aspectos como visibilidad, nº de circulaciones, desnivel del perfil transversal etc.

El análisis conjunto del nivel de riesgo y el de gravedad define la prioridad de actuación.

El propio estudio, propone actuaciones inmediatas, soluciones a medio/largo plazo valoradas globalmente.

En el caso de los puentes, el *ERGI* fija prioridades de inspección o auscultación que son realizadas posteriormente llegando incluso a la prueba de carga en caso de estimarse necesario, son estas pruebas las que fijan las prioridades y por tanto definen la planificación de las actuaciones inversoras.

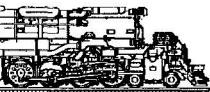
En los túneles, la prioridad del *ERGI* indica que el análisis visual del especialista debe ser complementado con estudios más profundos de cara al mejor conocimiento de su problemática global o de parte del mismo (para su análisis, los túneles se segmentan en secciones de 10 m de longitud) con técnicas de auscultación no destructiva por medio básicamente de georadar o termografía. (Figura 12).

Con estos estudios se definen las prioridades de actuación considerando aspectos como:

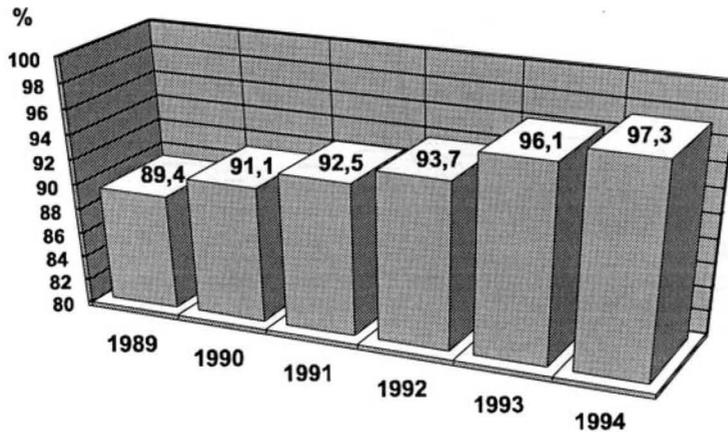
- Características geológicas-geotécnicas.
- Problemática derivada de la presencia de agua.
- Daños externos del revestimiento.
- Estado del trasdós.

Con toda esta información, independizando en su análisis los hastiales de la bóveda, se obtienen los niveles de riesgo (de leve a muy grave) que priorizan las actuaciones (desde urgente a largo plazo).

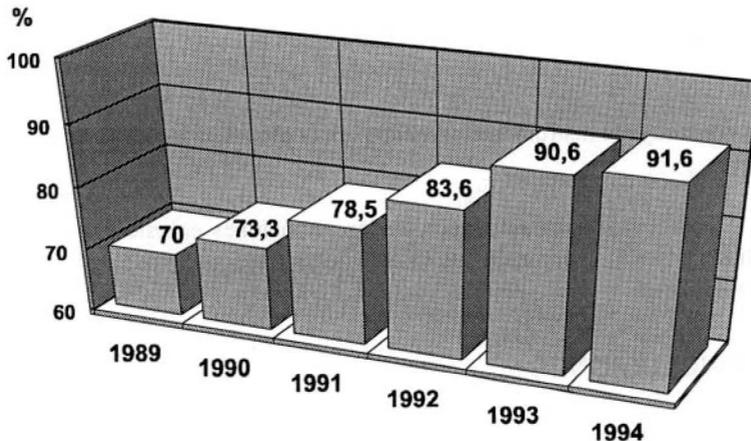
Toda la información suministrada por los *ERGI* y *ERA* adecuadamente informatizada, y actualizada cada 5 años por nuestros propios especia-



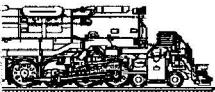
tancias locales por nuestro personal de línea, estamos cada vez más cerca del objetivo de garantizar que cada peseta que el Estado pone a nuestra disposición se gasta DONDE, CUANDO y en lo QUE sea más adecuado para los fines del MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURAS.

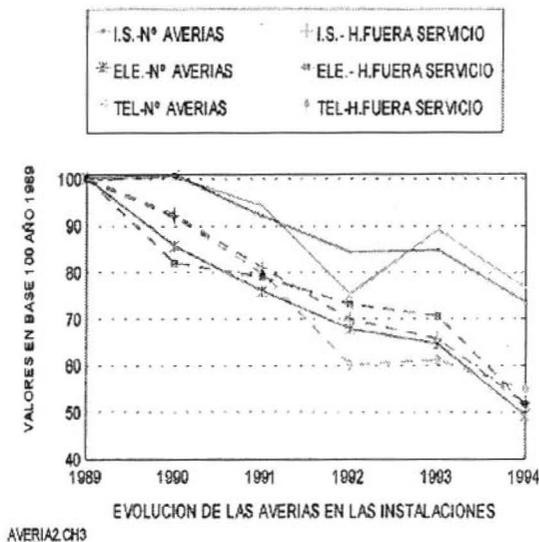
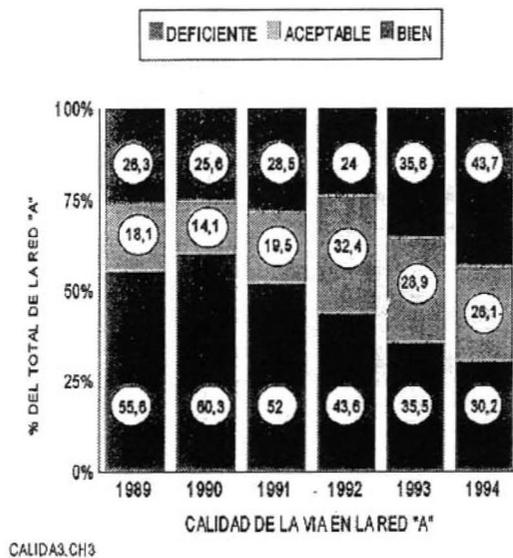


Evolución histórica de la puntualidad de los trenes de cercanías.



Evolución histórica de la puntualidad de los trenes regionales.





Principales rasgos económicos de la conservación de la infraestructura de Renfe. Evolución de la fiabilidad y calidad de las instalaciones.