

# Nuevos modelos de gestión para la Conservación, Explotación y Mantenimiento de Carreteras

Madrid, 29 y 30 de enero de 2008

**Nuevos modelos técnicos para el desarrollo de programas de conservación de carreteras.**

***Conservación Integral de 2ª generación.  
Los nuevos indicadores contractuales adoptados  
por el Ministerio de Fomento***



**Carlos Casas Nagore**  
**Jefe del Servicio de Conservación y Explotación**  
**Unidad de Carreteras de Teruel**  
**Ministerio de Fomento**

Para tratar sobre los indicadores dispuestos en los nuevos Contratos de Concesión de Autovías de 1ª Generación del Ministerio de Fomento (*no se trata en puridad de Contratos de Conservación Integral de 2ª Generación, que son los contratos –no de concesión- que el Ministerio de Fomento viene gestionando desde hace más de 10 años*), se va a dividir la exposición en dos partes:

**1ª parte:** Se desarrollará la teoría general sobre indicadores, y se tratará sobre las operaciones que deben llevarse a cabo para la explotación de una carretera, la necesidad de programar óptimamente las mismas (y de analizar el servicio prestado al usuario), y cómo esta necesidad, encauzada por medio de diversos Sistemas de Gestión, requiere de una serie de indicadores. Se definirán estos indicadores y se tratará brevemente sobre los diversos tipos. Los indicadores nacieron en su día como instrumentos para la gestión.

La exposición de esta primera parte está basada en cuatro ponencias y una publicación, todas ellas del autor de este documento:

- “Programación de operaciones de conservación por indicadores. IX Jornadas de Conservación de Carreteras”. Salamanca, 2004.
- “Los indicadores como herramientas para la gestión de las operaciones de conservación”. Jornada Técnica sobre Indicadores en la gestión de la conservación de carreteras. Valencia 2006.
- “Indicadores”. X Jornadas de Conservación de Carreteras. Cáceres 2006.
- “La gestión de la explotación de carreteras mediante indicadores”. Publicada por la Asociación Técnica de Carreteras. 2006.
- “Definición y planteamiento general”. III Jornada Técnica sobre Seguridad Vial en Conservación: Atención de incidencias en tiempo real. Teruel 2007.

**2ª parte:** En los Contratos de Concesión de Autovías de 1ª Generación del Ministerio de Fomento, se utilizan diversos indicadores no solamente como instrumentos para la gestión de la explotación, sino como estándares del nivel de calidad que determinados elementos de la carretera deben mantener a lo largo del periodo de la citada Concesión. En esta segunda parte se analizarán estos indicadores.

# I

## 1ª parte: Teoría general de indicadores

### **I.1.- Actividades que se llevan a cabo para la explotación de la carretera.**

Bajo la denominación común de “explotación” se agrupan una serie de actividades que tienen por objetivo que la carretera esté permanentemente en servicio para los usuarios, en las mejores condiciones posibles.

Es clásica la división de estas actividades en una serie de bloques, que ayudan a organizar la gestión:

#### - **Actividades de Vialidad**

*Son actividades destinadas a facilitar, o en su caso hacer posible, la operación de los vehículos en la infraestructura existente, en condiciones adecuadas de seguridad y fluidez. Este grupo de actividades abarca desde la atención a accidentes o incidentes que hayan ocurrido en la carretera, hasta la reparación urgente de deterioros que puedan afectar a las condiciones normales de circulación o de la seguridad del usuario, pasando por las tareas propias de vialidad invernal o con motivo de circunstancias meteorológicas adversas y la gestión de túneles.*

*En general, para su ejecución se requieren equipos operativos de actuación rápida, capaces de llegar al lugar, señalar el peligro y efectuar las actuaciones más urgentes. En el caso de que el Órgano Gestor de la carretera no disponga de equipos específicos, estas operaciones son siempre prioritarias.*

#### - **Actividades de Conservación**

*Su función es **mantener los elementos que conforman una carretera en el mejor estado posible a lo largo del tiempo.** En este grupo se distinguen dos tipos diferenciados de operaciones:*

- **Operaciones de Mantenimiento, o Conservación Ordinaria:** *Son actividades destinadas a **retrasar todo lo posible el proceso de degradación de las características funcionales o estructurales de los elementos de la carretera.** Se trata de operaciones muy variadas, que se ejecutan continuamente en la*

carretera, con equipos generalmente dotados con maquinaria ligera.

- **Operaciones de Rehabilitación, o Conservación Extraordinaria:** Su objetivo es llevar a su situación inicial las características de los elementos de la carretera cuando han agotado su vida útil o están próximos a hacerlo. Suelen requerir equipos especializados, y no se ejecutan de manera continua en el tiempo.

- **Actividades de Mejora**

Son actividades destinadas a **mejorar las condiciones de seguridad, a corregir funcionamientos o situaciones anómalas, o a mejorar las condiciones del entorno y del medio ambiente.** Suelen estar relacionadas con programas de seguridad vial o con actuaciones medioambientales.

- **Actividades de uso y defensa de la carretera.**

Son actividades destinadas a regular, controlar y **defender la carretera** y sus zonas de influencia ante actuaciones de terceros. Entre estas actividades se encuentran algunas directamente relacionadas con el tráfico, y cuya competencia no suele ser del Organismo Gestor de la Carretera.

- **Actividades que abastecen los sistemas de gestión.**

La programación de la Conservación y Explotación requiere la implantación de una serie de Sistemas de Gestión. Estos Sistemas se abastecen de un conjunto de datos, para cuya obtención es preciso ejecutar una serie de operaciones (auscultaciones, inspecciones visuales, etc), que integran este grupo.

**Si algo caracteriza a la explotación es la relación directa que tiene con el usuario de la carretera,** lo que conduce a que buena parte de las actuaciones (en general todas las de vialidad):

- Tengan carácter prioritario.
- Requieran ser gestionadas con suma rapidez.
- Lleven siempre implícito el concepto de seguridad.

**De todas las actividades clasificadas anteriormente, las de vialidad son siempre prioritarias.** De hecho, suele ser habitual que en los contratos de conservación se obligue a disponer de equipos propios y

exclusivos, se establezcan plazos muy cortos para iniciar la actuación en cualquier punto de la carretera, y consuman una parte importante del presupuesto.



Actividad de vialidad. Estas actividades abarcan desde la atención a accidentes e incidentes que ocurran en la carretera, hasta la reparación de deterioros que puedan afectar a la fluidez del tráfico o a su seguridad, además de tareas específicas como la vigilancia, la vialidad invernal o el mantenimiento de instalaciones. En la fotografía, un obstáculo en la calzada, localizado por el servicio de vigilancia, para ser señalizado y retirado.



Actividad de conservación ordinaria. Estas actividades pretenden retrasar todo lo posible el proceso de degradación de las características funcionales o estructurales de los

elementos de la carretera. En la fotografía, un equipo está ejecutando una reparación muy localizada del firme de la carretera.



Actividad de rehabilitación, o conservación extraordinaria. Su objeto es devolver a su situación inicial las características de los elementos de la carretera cuando han agotado su vida útil o están próximos a hacerlo. En la fotografía, una rehabilitación de firme.



Actividad de mejora. Son actividades destinadas a mejorar las condiciones de seguridad, a corregir funcionamientos o situaciones anómalas, o a mejorar las condiciones del entorno y

del medio ambiente. En la fotografía, construcción de una glorieta en una intersección en cruz, tras lo cual se eliminó un TCA.



Actividad de uso y defensa de la carretera. Son actividades destinadas a regular, controlar y defender la carretera y sus zonas de influencia ante actuaciones de terceros. En la foto, un vigilante emite un informe sobre la actividad en fincas colindantes con la carretera.



Actividad que abastece los Sistemas de Gestión. En la fotografía, un inspector se dispone a examinar el estado de una pequeña obra de fábrica.

## **I.2.- La gestión de la explotación de la carretera. Los Sistemas de Gestión. Indicadores.**

La conservación y explotación de una carretera requiere la **toma de decisiones** prácticamente de continuo.

La organización óptima del servicio de atención a la vialidad, la programación del mantenimiento ordinario y de las actuaciones importantes de conservación, la planificación de actuaciones de mejora, en especial de las destinadas a la seguridad vial, y en fin, las encaminadas a lo más importante, que es la mejora de la sensación que tiene el usuario al circular por ella, requiere que estas decisiones se basen en **criterios objetivos**.

Desde hace unos años se han venido implantando diversos **sistemas de análisis de la atención de la vialidad**, así como determinados **sistemas de gestión** para programar actividades de conservación, y se han establecido **programas de mejora de la seguridad vial**, así como **encuestas para conocer la opinión de usuarios y colindantes** de la carretera. Todos estos sistemas requieren análisis más o menos complejos, pero todos ellos están basados en datos objetivos. Es en este punto cuando entran en juego una serie de valores numéricos, obtenidos de la forma más rigurosa que sea posible, denominados **indicadores**.

**Así pues, la aplicación de indicadores en la gestión de la explotación de carreteras nace de la mano de la implantación de Sistemas de Gestión.**

El objetivo de los Sistemas de Gestión es generalmente la **programación óptima** de las actividades a que se refieren dichos Sistemas. En algunos casos, como por ejemplo en las actividades de vialidad, los indicadores sirven para analizar el **nivel de servicio** prestado al usuario de la carretera.

La estructura habitual de cualquier Sistema de Gestión se muestra a continuación:

### ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN

<b>NECESIDAD</b>	<b>SOLUCIONES DEL SISTEMA DE GESTIÓN</b>
Poder manejar muchos datos con facilidad.	<b>Informatización</b> del Sistema.
Conocer cuantitativa y cualitativamente <b>qué elementos hay</b>	Disponer de un <b>Inventario</b> de elementos.

<b>que conservar.</b>	
Conocer de forma periódica y sistemática <b>cómo están esos elementos.</b>	Efectuar <b>inspecciones o auscultaciones</b> periódicas, programadas y sistematizadas.
Poder <b>valorar numéricamente el estado de cada elemento</b> , para poder priorizar.	Traducir los datos obtenidos de las inspecciones o auscultaciones a un valor numérico: El <b>indicador</b> .
Tener en cuenta otros factores concurrentes: Externos, como son la localización del elemento, la importancia de la carretera, etc, o dependientes del tipo de elemento, si es que el sistema de gestión abarca varios distintos.	Obtener el <b>indicador ponderado</b> del elemento, multiplicando el obtenido anteriormente por una serie de factores externos (localización, tráfico, etc) o dependientes de la importancia del elemento.
Conocer <b>cómo debe repararse</b> o rehabilitarse el elemento deteriorado.	<b>Asociar</b> la necesidad o el deterioro detectado con una o varias <b>operaciones o actividades</b> .
Conocer los <b>recursos necesarios</b> para la reparación o rehabilitación del elemento.	Disponer de un <b>Catálogo de Operaciones</b> o actividades, que incluya rendimientos y recursos. El Sistema asocia a cada elemento el coste de la actuación necesaria y el conjunto de recursos precisos.
<b>Priorizar necesidades.</b>	<b>Ordenar los elementos según sus indicadores ponderados, de peor a mejor estado.</b>
<b>Programar: Priorizar actuaciones.</b>	<b>Ordenar las operaciones o actividades asociadas a los elementos anteriores, con su valoración y recursos necesarios, hasta el límite de la disponibilidad.</b>
<b>Seguimiento</b> de actuaciones.	Control y seguimiento. Partes. Informes periódicos.
Actualizar el Sistema y evaluar resultados	Actualizar el Sistema tras cada actuación y evaluar resultados.

Como puede observarse, cualquier sistema de gestión se basa en conocer **qué se tiene que gestionar** (Inventario), **cómo está lo que se tiene que gestionar** (inspecciones o auscultaciones programadas, periódicas y sistematizadas, que dan como resultado unos parámetros o valoraciones técnicas) **y en disponer de unos indicadores**, que deducidos de los parámetros obtenidos de las inspecciones y auscultaciones permitan trabajar **objetivamente** en el establecimiento de prioridades de actuación. Estos indicadores permiten además otros análisis, como más adelante se expone. **El trío inventario-inspecciones-indicadores es solidario y fundamental en la mayor parte de los Sistemas de Gestión.**

Sirva como ejemplo, dentro del Sistema de Gestión de Firms (GSF), la programación de actividades relacionadas exclusivamente con el coeficiente de rozamiento transversal (CRT), que da una idea de la adherencia neumático-pavimento de la rodadura de la carretera. Es un ejemplo sencillo,

pero que cuenta con todos los pasos indicados anteriormente. Se expone en las figuras siguientes:

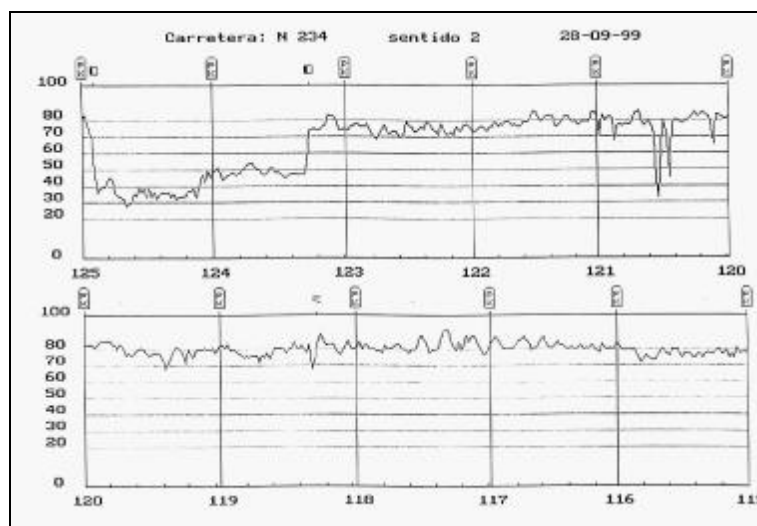
Microsoft Excel - inventario firmes

184	TERUEL	44	N00234	0	114.6	115.47	7	1.5	1.5	LB	15/08/1994	SF	15/08/1994
185	TERUEL	44	N00234	0	115.47	115.72	7	2.7	2.7	MB	15/11/1995	SF	15/11/1995
186	TERUEL	44	N00234	0	115.72	116.18	10.5	2.5	2.1	MB	15/11/1995	SF	15/11/1995
187	TERUEL	44	N00234	0	116.18	117.1	7	2.5	2.5	MB	15/11/1995	SF	15/11/1995
188	TERUEL	44	N00234	0	117.1	118.3	10.5	2.5	1.5	LB	15/06/1999	SF	15/10/1999
189	TERUEL	44	N00234	0	118.3	118.65	7	2.5	2.5	LB	15/06/1999	SF	15/10/1999
190	TERUEL	44	N00234	0	118.65	119.44	10.5	1.5	1.5	LB	15/06/1999	SF	15/10/1999
191	TERUEL	44	N00234	0	119.44	122.09	7	2.5	2.5	LB	15/06/1999	SF	15/10/1999
192	TERUEL	44	N00234	0	122.53	123.32	14	1.5	1.5	LB	15/06/1999	SF	15/10/1999

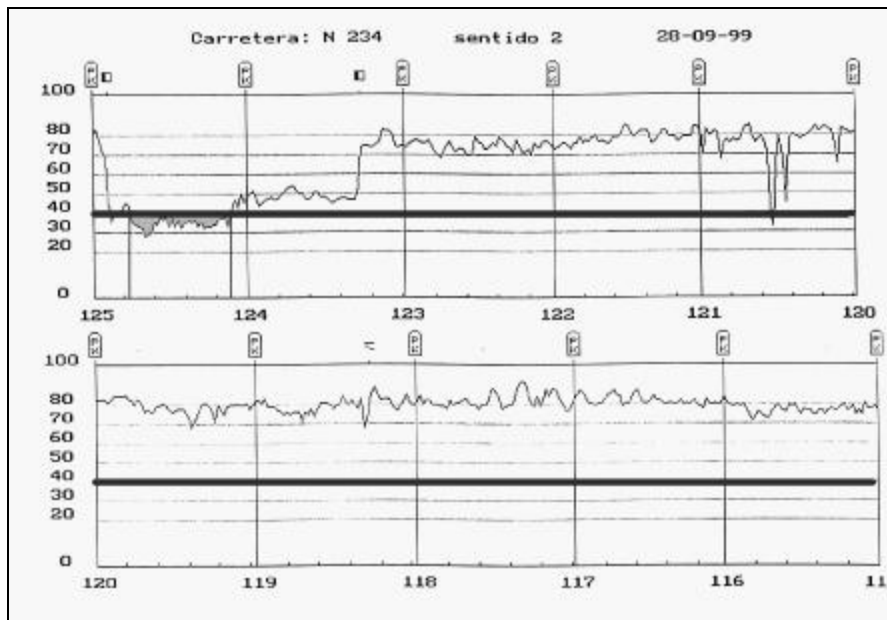
El Sistema de Gestión dispone de un Inventario de firmes, en el que constan las características geométricas de la carretera, las capas de firme, la rodadura de que dispone, el historial de actuaciones y otros datos. *En la imagen, vista parcial del listado-resumen en la carretera N-234, pk 115 a 125.*



Periódica y sistemáticamente (en la actualidad cada año en las carreteras estatales), se inspecciona la carretera. *En este caso se trata de una auscultación mediante el SCRIM (fuente: CEDEX; [www.cedex.es](http://www.cedex.es))*



De la auscultación se obtienen unos valores del Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT). Estos parámetros, numéricos, constituyen el indicador, oscilando su valor entre 0 (valor pésimo) y 100 (valor óptimo). *El gráfico muestra valores en la N-234, pk 115 a 125 (año 1999).*



El Sistema de Gestión establece los valores mínimos que admite para el indicador (en este caso el CRT), pudiendo ser variables en función de factores externos (IMD, pluviosidad en el tramo, trazado de la carretera, etc). También tiene en cuenta otros indicadores (deflexiones, IRI, etc), que pueden obligar a efectuar operaciones más importantes que una mera rehabilitación superficial.

De este modo, obtiene los tramos en los que es preciso actuar.

*En este caso, se supone que el Órgano Gestor de la carretera ha establecido como mínimo el valor de 40. Entre el pk 124,100 y 124,780 no se cumple el valor mínimo (probablemente debido a una actuación de conservación ordinaria puntual), por lo que el Sistema seleccionará ese tramo.*



El Sistema de Gestión asocia cada tramo deteriorado a una o varias operaciones de conservación (en el caso de firmes bituminosos, cabría desde el extendido de lechada bituminosa hasta la rehabilitación del firme con mezcla bituminosa discontinua en caliente, según la Norma 6.3.IC). Para cada tipo de operación, el Sistema de Gestión conoce los recursos necesarios (personal, maquinaria, materiales), así como el coste unitario que cabe esperar. Tras lo anterior, **el Sistema de Gestión programa las actuaciones precisas, en función de los recursos disponibles**, de una forma ordenada según el indicador. **La programación es el auténtico objetivo del Sistema de Gestión.**

Una vez programadas las operaciones, éstas se llevan a cabo y se controlan, obteniendo datos que reabastecen al Sistema (rendimientos, costes, etc). Tras ello, se procede a la evaluación de resultados y a actualizar el Sistema. *En la imagen, extendido de lechada bituminosa.*

### **I.3.- Los indicadores en los Contratos de Concesiones**

**Cualquier empresa concesionaria de la explotación de un tramo de carretera debe implantar los correspondientes Sistemas de Gestión, para analizar el servicio de vialidad que presta y poder programar de la manera más objetiva posible las actuaciones de conservación ordinaria, de rehabilitación y de mejora. Una buena gestión supone una economía.**

**Los propios Pliegos establecen la necesidad de implantar estos Sistemas de Gestión, lo que convierte en contractual lo que de por sí es necesario implantar si se quiere gestionar con calidad la infraestructura.**

Ahora bien, los indicadores han pasado a un primer plano, a raíz de la licitación de los Contratos de Concesión, por otro motivo: **La Administración ha establecido en los Pliegos unos valores mínimos para una serie de indicadores, como estándares de calidad que desea que se mantengan durante el periodo que dure la concesión.** De este modo, los indicadores, que en los Sistemas de Gestión son herramientas para optimizar la programación de actividades y el seguimiento de los servicios prestados al usuario, han pasado a ser una **“regla de medir” la calidad del servicio** ofrecido por la empresa Concesionaria, **así como el nivel de conservación mínimo que deben tener determinados elementos de la carretera.** Su introducción en los Pliegos de los Contratos supone la implantación de bonificaciones o sanciones, e incluso se puede llegar a la resolución del contrato, en determinadas circunstancias, si no se cumplen los valores exigidos.

### **I.4.- Definición de indicador**

**Un indicador es un número, generalmente adimensional, comprendido entre una escala (casi siempre entre 0 y 100), que indica el nivel o el estado de algún aspecto de la carretera (servicio prestado, elemento de la carretera, satisfacción de los usuarios, afección al medio ambiente, etc).**

**En realidad, cualquier valor numérico, obtenido de una manera sensiblemente objetiva, que sea utilizado para adoptar decisiones o analizar determinadas fases de la gestión, tiene la consideración de indicador.**

**De acuerdo con lo indicado anteriormente, existen en la práctica infinidad de indicadores, y cada Organismo gestor define en la práctica aquellos que le son más útiles para sus fines.**

### I.4.1.- Origen de los indicadores. Clases de indicadores.

El origen de todo indicador es un **parámetro técnico** (obtenido generalmente mediante una auscultación mecánica o una medición concreta) **o un conjunto de valoraciones técnicas objetivas** (obtenidas casi siempre mediante inspecciones visuales efectuadas por personas con una mínima formación técnica). Ejemplos de lo anterior son el valor del CRT, el de la deflexión, la medición del tiempo que se ha tardado en atender a un accidente, el nivel de ruido del entorno, o los datos de una inspección de una obra de fábrica. En algunos tipos de indicadores, como son los funcionales (que se definirán más adelante), el origen puede ser un **conjunto de valoraciones aportadas por los usuarios** de la carretera, obtenidos en encuestas y tratadas con métodos estadísticos.

Para trabajar con indicadores se debe efectuar, en general, una transformación de los parámetros o valoraciones técnicas objetivas en un valor numérico, comprendido generalmente entre 0 y 100, y que constituye el **INDICADOR SIMPLE**, que habitualmente es **PUNTUAL**. Este paso puede llevarse a cabo:

- **Directamente** (por ejemplo, en determinadas inspecciones se exige otorgar una nota entre 0 y 100, o se obtienen valores de parámetros entre ese rango).
- **Mediante una ecuación simple** (casos en los que el parámetro obtenido de una auscultación sea un número).
- **Mediante una ecuación compuesta**, con diversas variables que se ponderan (por ejemplo, determinadas inspecciones de pequeñas obras de fábrica, que manejan una serie de valoraciones distintas, que van desde el estado estructural hasta el de la limpieza del cuenco; otro ejemplo son los datos de una encuesta, que precisan ser tratados ponderadamente).

TEREX -- Árbol --, 1.2.2

Pequeña Obra de Fábrica

PEFA

Puntual

## Pequeña Obra de Fábrica

Características    Inspección    Imágenes    Valoración

Id: 4

Fecha de Inspección: 30/05/03    Nombre del inspector: ENRIQUE CASTEL

Existencia de aterramientos o maleza en los emboquillamientos:	(Cada uno de estos apartados se valorará de 0 a 10 puntos, se puntuará con un 10 si el estado es perfecto, y con un 0 si requiere reparación de urgencia, dejando las puntuaciones intermedias para los casos que existan deterioros o aterramientos, pero que no requieran una actuación a tan cortoplazo.)	7
Existencia de aterramientos en el interior de la obra de fábrica:		7
Existencia de aterramientos aguas arriba o aguas abajo:		7
Existencia de descalces:		10
Acompañamientos (arquetas, aletas, pozos, etc) que requieren reparación:		7
Existencia de deterioros en la estructura de la obra de paso:		10

Observaciones de Estado:  
TIENE ROTA LA IMPOSTA AGUAS ARRIBA. TAMBIEN TIENE ATERRAMIENTOS EN SU INTERIOR Y EN SUS EMBOQUILLAMIENTOS.

**Índice de estado: (E45d)    13,5**

*Ejemplo de indicador estructural simple y puntual de una pequeña obra de fábrica, obtenido mediante una ecuación compuesta, a partir de las valoraciones técnicas resultantes de la inspección.*

*En este caso el indicador de estado resultante es 13,5, fruto de una valoración ponderada de las notas dispuestas por el inspector.*

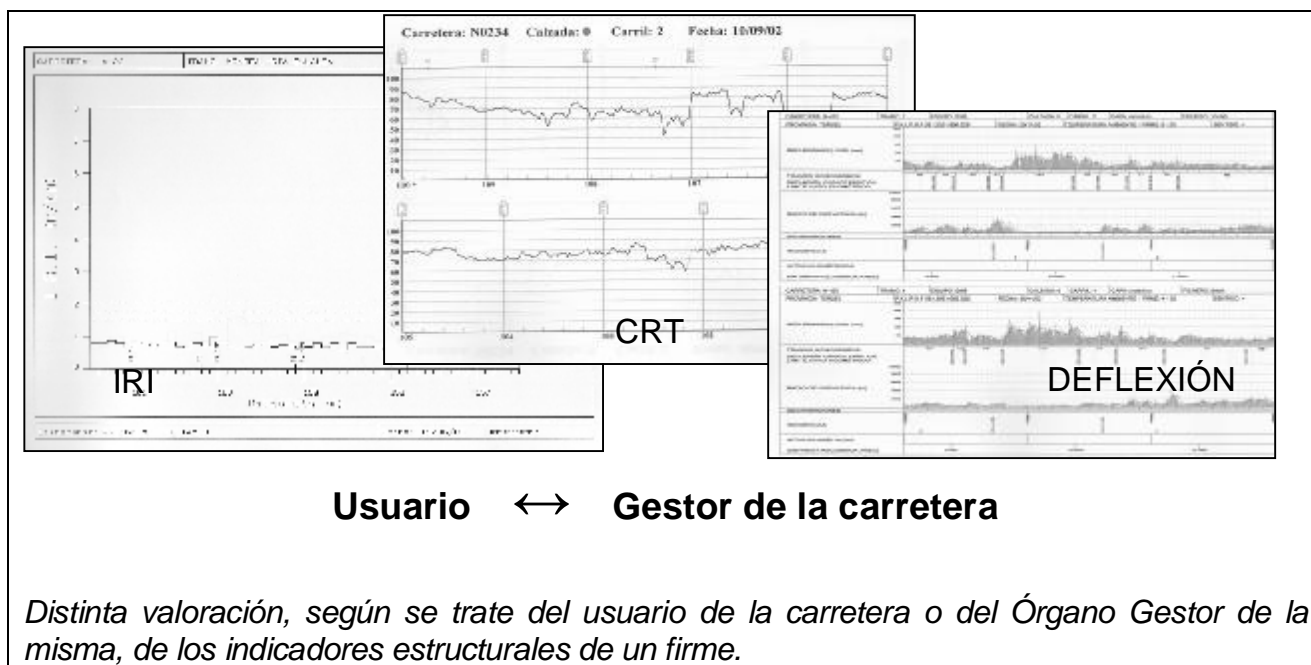
Un **indicador COMBINADO** es el resultado de mezclar varios parámetros o indicadores simples relacionados con un aspecto de la carretera que se desea evaluar.

Se lleva a cabo ponderando los diversos componentes simples, en función de la importancia que se desea dar a cada uno.

Sirva como ejemplo el indicador del estado del firme, obtenido mediante ponderación de los indicadores simples del coeficiente de rozamiento transversal (CRT), de la regularidad (IRI) y del estado estructural (deflexión).

Evidentemente, hay que tener en cuenta para qué va a utilizarse el indicador combinado, pues los índices de ponderación pueden variar. Así, por ejemplo, si se desea analizar con el indicador combinado cómo está el firme desde el punto de vista de un usuario, se otorgará mayor peso al indicador

simple del IRI y del CRT, pero si se desea analizar el estado del firme desde el punto de vista de su mantenimiento, adquirirá más peso el indicador simple de su estado estructural.



A partir de indicadores simples o combinados, de ámbito puntual, puede conocerse el **indicador SIMPLE o COMBINADO para un TRAMO o SECTOR** de carreteras. Puede calcularse en general de una de las dos formas siguientes:

- **Directa**, mediante una función matemática a partir de los índices puntuales. Por ejemplo, el indicador de estado (estructural) de los muros de un tramo puede obtenerse a partir de los indicadores simples, ponderándolos en función del tamaño o longitud de cada muro.
- **Indirecta**, dividiendo en varios niveles simples el indicador de cada elemento puntual, y ponderando posteriormente según longitudes de carretera que tienen el mismo nivel de indicador puntual.

Indicador	Elemento	Valor
E51m	Zona de seguridad	40,20
E51p	Plantaciones	71,85
E51zd	Zona de descanso	46,67
E55	Intersección	6,25
E55pf	Pista de frenado	
E45d	Pequeña obra de fábrica	6,27
E61o.jp	Puentes y pontones	1,96
E63m	Muros	3,07
E65t	Túneles	2,00
E7fv	Señalización vertical	9,43
E73l	Marcas viales longitudinales	0,84
E73t	Marcas viales transversales	2,05
E75b	Balizamiento	1,30
E77b	Elementos de contención	3,68
E77vc	Valla de cerramiento	14,86
E83i	Alumbrado	2,25

*Ejemplo de indicadores estructurales simples de determinados elementos, calculados para un tramo de carretera (en este caso, de la carretera N-234 en el Sector TE-1, Teruel). El valor 0 representa el estado perfecto, mientras que el valor 100 indica el nivel máximo de deterioro.*

*En este caso, los valores medios, calculados para el tramo de carretera, de los indicadores estructurales de los elementos, sirven para analizar la evolución del estado de los citados elementos a lo largo del tiempo, y para adoptar medidas de carácter general (por ejemplo, campañas de mejora concretas).*

*En general, estos valores representan la “fotografía” del estado de los elementos en un momento determinado (el de la inspección). Para programar, en el marco de la GSM (Gestión Sistematizada del Mantenimiento) se utilizan los indicadores simples y puntuales, y no estos valores medios.*

Un caso extremo de indicador combinado es el **INDICADOR DE CALIDAD DE UN TRAMO DE CARRETERA o de todo un Sector**, obtenido mediante la combinación ponderada de una serie de indicadores simples para todo el tramo.

Un ejemplo puede ser el indicador de calidad de la conservación ordinaria, obtenido mediante la ponderación de determinados indicadores

simples (en general, indicadores estructurales, o índices de estado de determinados elementos) para todo un tramo de carretera.

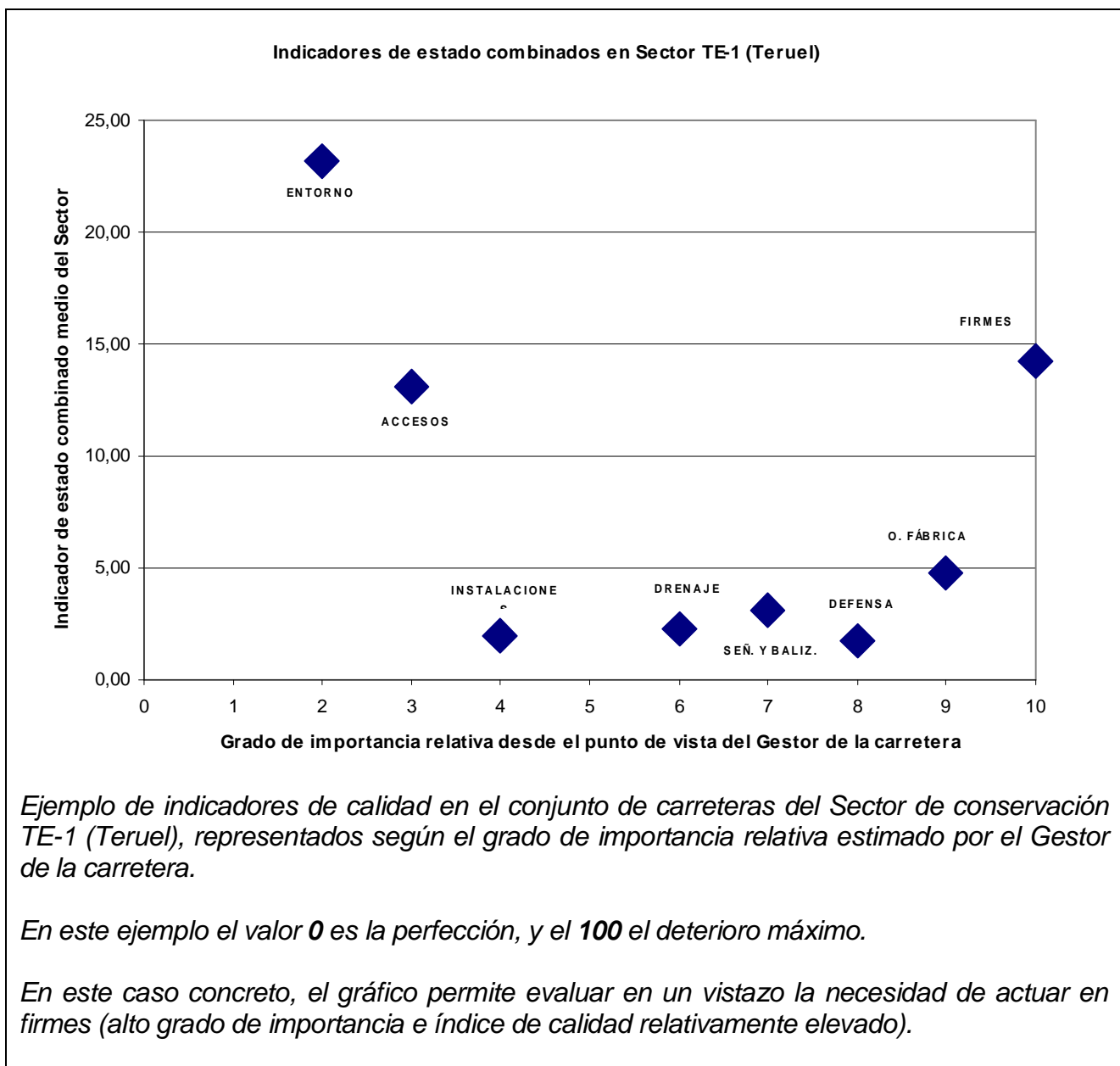
<b>INDICADORES DE CALIDAD</b>					
<b>SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y ELEMENTOS DE CONTENCIÓN Y CIERRE</b>					
<b>TRAMOS DE CARRETERA DEL SECTOR TE-1</b>					
INDICADOR SIMPLE	CARRETERA N-234	CARRETERA N-420	CARRETERA N-330	FACTOR DE PONDERACIÓN	
SEÑALIZACIÓN VERTICAL	9,43	1,82	14,21	0,25	
MARCAS VIALES LONGITUDINALES	0,84	0,00	2,86	0,15	
MARCAS VIALES TRANSVERSALES	2,05	4,07	26,75	0,15	
BALIZAMIENTO	1,30	1,50	0,41	0,15	
ELEMENTOS DE CONTENCIÓN	3,68	1,05	0,00	0,25	
VALLA DE CERRAMIENTO	14,88	4,02	0,00	0,05	
<b>INDICADOR DE CALIDAD</b>	<b>4,65</b>	<b>1,75</b>	<b>8,06</b>		

*Ejemplo de indicador de calidad aplicado a varios tramos de carretera.*

*En este caso, indicadores de calidad de la SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y ELEMENTOS DE CONTENCIÓN Y CIERRE de los tramos de las carreteras N-234, N-420 y N-330 integrados en el Sector TE-1, Teruel.*

*En este ejemplo, el valor 0 es la perfección, y el 100 el deterioro máximo.*

*El indicador de calidad obtenido en este caso permite comparar de una manera sencilla el estado de los elementos en las distintas carreteras que integran el Sector. Son herramientas que ayudan a adoptar decisiones de carácter global (por ejemplo, campañas concretas de reparación de la señalización y balizamiento en un determinado tramo, para conseguir homogeneizar el Sector).*



## I.4.2.- Grupos de indicadores

### I.4.2.1.- Grupos

De entre los infinitos indicadores que pueden utilizarse en la gestión de la explotación de una carretera, se distinguen en general cuatro conjuntos principales:

- **Indicadores operacionales**, generalmente relacionados con el nivel de un servicio prestado. Sirven de ayuda para analizar la estructura de los equipos de vialidad, el funcionamiento de estos o la suficiencia o carencias de los medios dispuestos.

- **Indicadores estructurales**, generalmente relacionados con el estado de los elementos de la carretera. A veces son llamados también ***indicadores o índices de estado de los elementos***. En general, **sirven para programar operaciones de conservación, en el marco de los Sistemas de Gestión**.

Los indicadores estructurales combinados, aplicados a un tramo de carretera (indicadores de calidad) sirven para analizar el estado de la carretera y su evolución en el tiempo (lo que permite determinar suficiencia o carencia de medios o la necesidad de llevar a cabo otro tipo de actuaciones) y para comparar el nivel de calidad entre varios tramos. Fundamentalmente, se trata de indicadores globales que orientan decisiones políticas de los Órganos de Gestión de la carretera.

- **Indicadores funcionales**, que recogen la sensación del usuario de la carretera, y están relacionados con el nivel de servicio, la calidad del viaje, las congestiones, la seguridad, la calidad de la información etc. Sirven para analizar el grado de satisfacción del usuario de la carretera, y son herramientas útiles para la adopción de decisiones políticas.
- **Indicadores de entorno**, vinculados con la percepción de la carretera por parte de los colindantes y con el medio ambiente: Niveles de ruido, contaminación del agua, polución, efecto barrera, etc. Orientan sobre la necesidad de adoptar medidas de protección del medio ambiente y de mejora de la relación entre la carretera y los colindantes.

Dejando al margen los de entorno, los otros tres grupos se ajustan bastante a los tipos de actividades que actúan sobre los elementos de las carreteras y que generalmente se distinguen en conservación y explotación:

Actividades de **vialidad** ↔ Indicadores **operacionales**.

Actividades de **conservación** (tanto ordinaria como extraordinaria o de rehabilitación) ↔ Indicadores **estructurales**.

Actividades de **mejora** (habitualmente relacionadas con la seguridad vial y con la opinión de los usuarios y colindantes) ↔ Indicadores **funcionales** e indicadores **de entorno**.

## **I.4.2.2.- Indicadores contractuales**

Tal como se ha indicado anteriormente, en determinados contratos de conservación y Pliegos de Concesiones, figuran incluidos una serie de indicadores **operacionales** y **estructurales**, y a veces **funcionales o de entorno**, de forma que se exigen unos valores determinados de los índices de calidad del servicio o de la conservación de la carretera, incluyendo **bonificaciones o sanciones** en función del grado de cumplimiento de los servicios o del mantenimiento de los elementos de la carretera.

Estos indicadores llevan el título complementario de "**contractuales**". Hablaremos, de este modo, de **indicadores operacionales contractuales**, **indicadores estructurales contractuales**, **indicadores funcionales contractuales** o de **indicadores de entorno contractuales**.

## **I.4.2.3.- La utilidad de los indicadores**

Como puede observarse, cada grupo de indicadores tiene su utilidad concreta en la gestión. Desde un punto de vista exclusivamente técnico, para mantener una carretera en el mejor estado posible, dos de los grupos son utilizados cotidianamente:

- Los **operacionales**, para **analizar el servicio prestado** en las operaciones de vialidad. Suelen ser incluidos habitualmente en los contratos de conservación.
- Los **estructurales**, utilizados en el marco de los **sistemas de gestión de la conservación** (el sistema de gestión de firmes fue pionero, pero también hay otros muchos). Algunos de ellos suelen estar también incluidos en los contratos de conservación.

En realidad, desde el punto de vista del gestor de la carretera el grupo que debería imponerse es el de los funcionales. La carretera constituye una oferta para una serie de clientes demandantes de movilidad segura y cómoda, que son los usuarios.

La opinión de estos usuarios, recogida en una serie de indicadores funcionales, es fundamental. Existen ya contratos de conservación que incluyen bonificaciones para el caso de que la opinión del usuario mejore durante el contrato.

## I.5.- Los indicadores operacionales.

**Los indicadores operacionales están en general relacionados directamente con las operaciones de Vialidad.**

Las operaciones de vialidad abarcan:

- La atención de **accidentes**.
- La atención de **incidencias**.
- La vialidad **invernal**.
- La **señalización ocasional**.
- El **mantenimiento de los elementos de la carretera** en condiciones que no puedan causar problemas a las condiciones **normales** de **circulación** ni afecten negativamente a las condiciones **normales** de **seguridad** de la misma.

En muchas ocasiones, se agrupan la atención de accidentes y la de incidencias bajo una misma denominación (a veces, como atención de “emergencias”, otras veces como de “incidencias” a secas).

**Las operaciones de vialidad absorben una parte importante del coste de la explotación de una carretera**, si se excluye la rehabilitación extraordinaria.

La vialidad se caracteriza por la necesidad de llevar a cabo sus actuaciones en unos plazos de tiempo limitado, a veces muy breve. De las operaciones de vialidad, las de **atención de accidentes e incidencias** son precisamente las más urgentes.

A título de ejemplo, se expone a continuación los **plazos de actuación** fijados en el Sistema de Gestión de la Unidad de Carreteras de Teruel, para distintos tipos de operaciones de vialidad (Software Agcar 1.0):

<b>Tipo de incidencia o deterioro</b>	<b>Plazo para señalar o balizar, o para iniciar la operación</b>	<b>Actuación fundamental</b>	<b>Calificación de la actuación</b>
<b>METEOROLÓGICAS</b>			
Partes meteorológicos recibidos	1 hora	Comunicación y traslado	Incidencia meteorológica
Otro tipo de avisos recibidos sobre fenómenos meteorológicos	1 hora	Comunicación y traslado	Incidencia meteorológica
Lluvia intensa o tormenta	10 minutos	Comunicación interna	Incidencia meteorológica
Granizo	10 minutos	Comunicación interna	Incidencia meteorológica
Granizo	10 minutos	Comunicación interna	Incidencia meteorológica
Nieve	10 minutos	Comunicación y traslado	Incidencia meteorológica
Niebla intensa	10 minutos	Comunicación interna	Incidencia meteorológica
Vientos de gran intensidad	10 minutos	Comunicación interna	Incidencia meteorológica
Heladas	10 minutos	Comunicación y traslado	Incidencia meteorológica
Heladas	10 minutos	Comunicación y traslado	Incidencia meteorológica
<b>INCIDENCIAS</b>			
Circulación dificultada por exceso de tráfico	15 minutos	Comunicación interna	Incidencia de tráfico
Otras incidencias relacionadas con problemas de tráfico	15 minutos	Comunicación interna	Incidencia de tráfico
Obras en la calzada que obligan a mantener circulación alternativa	30 minutos	Comunicación y traslado	Incidencia de tráfico
Obras en calzadas o arcones, que aún afectando a la circulación no obligan a establecer circulación alternativa	30 minutos	Comunicación interna	Incidencia de tráfico
Animales muertos en la calzada	1 hora	Retirada de los animales de la calzada	Incidencia
Aceites, materiales granulares derramados en la calzada	1 hora	Señalización, limpieza y retirada de restos	Incidencia
Desprendimientos que afectan a la calzada	1 hora	Señalización y retirada	Incidencia
Ramas o árboles caídos en la calzada	1 hora	Señalización y retirada	Incidencia
Ramas o árboles caídos en la calzada	1 hora	Señalización y retirada	Incidencia

<b>Tipo de incidencia o deterioro</b>	<b>Plazo para señalizar o balizar, o para iniciar la operación</b>	<b>Actuación fundamental</b>	<b>Calificación de la actuación</b>
Presencia de objetos diversos en la calzada	1 hora	Señalización y retirada	Incidencia
Vehículos parados o averiados en la calzada	1 hora	Señalización y aviso a Tráfico	Incidencia
Vehículos parados o averiados en el arcén	1 hora	Señalización y aviso a Tráfico	Incidencia
Vehículos parados o averiados en otros puntos de los tramos de la carretera	3 días	Informe a Unidad y aviso a fuerzas de seguridad	Incidencia
Corte de carretera por manifestaciones, protestas, etc.	1 hora	Comunicación a Organismos	Incidencia
Corte de carretera por manifestaciones, protestas, etc.	1 hora	Comunicación a Organismos	Incidencia
Corte de carretera preventivo (voladuras próximas, etc)	1 hora	Comunicación a Organismos	Incidencia
<b>ACCIDENTES</b>			
Accidente con sólo víctimas	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
Accidente con sólo problemas en el tráfico	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
Accidente con sólo daños a instalaciones	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
Accidente con sólo daños a instalaciones	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
Accidente con víctimas y problemas de tráfico	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
Accidente con víctimas y daños a instalaciones	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
Accidente con problemas de tráfico y daños a instalaciones	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
Accidente con víctimas, problemas de tráfico y daños a instalaciones	1 hora	Señalización y limpieza	Accidente
<b>ANOMALÍAS O DETERIOROS</b>			
Deterioros o anomalías en pavimentos	2 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en obras de tierra	7 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en drenaje	7 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en entorno de la carretera	10 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en obras de fábrica	7 días	Reparación	Deterioro

<b>Tipo de incidencia o deterioro</b>	<b>Plazo para señalar o balizar, o para iniciar la operación</b>	<b>Actuación fundamental</b>	<b>Calificación de la actuación</b>
Deterioros o anomalías en señalización vertical	2 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en marcas viales	7 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en balizamiento	2 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en elementos de defensa	2 días	Reparación	Deterioro
Deterioros o anomalías en instalaciones	2 días	Reparación	Deterioro
<b>VIALIDAD INVERNAL</b>			
Tramo de calzada afectado por hielo	S/ Protocolo específico	Trabajo de equipos de vialidad invernal	Vialidad Invernal
Tramo con nieve en calzadas	S/ Protocolo específico	Trabajo de equipos de vialidad invernal	Vialidad Invernal
Necesidad de utilizar cadenas	S/ Protocolo específico	Trabajo de equipos de vialidad invernal	Vialidad Invernal
Tramo cerrado por nieve	S/ Protocolo específico	Trabajo de equipos de vialidad invernal	Vialidad Invernal
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SEMAFORIZACIÓN, SEÑALIZACIÓN VARIABLE</b>			
Averías detectadas en instalaciones	2 días	Reparación	Deterioro
Alarmas producidas en instalaciones	10 minutos	Seguimiento del protocolo específico	Incidencia
<b>TÚNELES CON INSTALACIONES</b>			
Averías detectadas en túneles con instalaciones	Actuación inmediata	Seguimiento del protocolo específico	Incidencia
Alarmas producidas en túneles con instalaciones	Actuación inmediata	Seguimiento del protocolo específico	Incidencia

Como puede observarse, determinadas actuaciones requieren un plazo muy breve, en general de una hora, o menos, en estos ejemplos. Los que permiten plazos mayores son en general los defectos o deterioros que pueden afectar a las condiciones normales de circulación o de seguridad, y que no son técnicamente “incidencias”.

La frontera entre incidencia y deterioro relacionado con la vialidad puede ser difusa. Un deterioro importante (por ejemplo, un bache de gran tamaño en el firme) puede dejar de ser tal deterioro para ser una incidencia.

A título de ejemplo, el Pliego de Prescripciones de los contratos de conservación integral del Ministerio de Fomento establece como deterioros de vialidad los siguientes, sin que la relación sea limitada:

- *Mantenimiento de la calzada libre de obstáculos.*
- *Limpieza de productos vertidos en la calzada.*
- *Asegurar la función de las señales y elementos de balizamiento, mediante limpieza, abrillantamiento, reposición de las desaparecidas o en mal estado, recolocación de las incorrectamente instaladas, eliminando obstáculos que perjudiquen su visibilidad, etc.*
- *Mantenimiento de las marcas viales en condiciones de correcta visibilidad.*
- *Borrado de pintadas que molesten a la circulación o afecten al decoro.*
- *Reparación de barreras, juntas, barandillas o pretilas que puedan suponer peligro.*
- *Reparación de roderas pronunciadas.*
- *Reparación de baches que puedan representar peligro para circular.*
- *Reparación de deformaciones del pavimento que puedan ocasionar peligro.*
- *Reparación de exudaciones en los firmes asfálticos que puedan ocasionar deslizamientos.*
- *Retirada de tierras o hierba en el borde de la calzada que puedan suponer acumulaciones de agua con peligro de hidroneo.*
- *Reparación de cunetas, bordillos o sumideros obstruidos que puedan suponer acumulación de agua en la calzada.*
- *Retirada de desprendimientos que puedan obstruir la cuneta o invadir la calzada.*
- *Reparación de muretes cuya rotura pueda afectar a la calzada.*
- *Reparación de vallas de cierre que puedan facilitar el acceso de animales a la calzada.*
- *Saneamiento de taludes que presenten peligro de caída de piedras.*

La **incidencia**, en todo caso, se caracteriza por:

- **Afectar directamente a la seguridad del tráfico (objetos en calzada, obstáculos, etc).**
- **Precisar una actuación urgente, en plazos muy breves.**
- **Ser en cierto modo imprevista.**

Normalmente, **todos los Pliegos de conservación o de explotación establecen una serie de plazos limitados para la atención de accidentes o incidencias:**

Pliego	Tiempo de atención a accidentes o incidencias
<i>Conservación Integral (Ministerio de Fomento)</i>	<i>1 hora para llegar y señalizar el peligro.</i>
<i>Concesiones (autovías radiales – Mº Fomento)</i>	<i>Atención, Señalización y balizamiento: 1 h. Reparaciones y sustituciones de la señalización, del balizamiento y de los elementos de contención: 24 h. Reparaciones y sustituciones que necesiten medios de construcción adicionales: 1 semana.</i>

<p><i>Madrid Calle 30</i></p>	<p><i>Tiempo requerido para acudir al punto de incidente (15 minutos a cielo abierto; 8 minutos en túnel)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Tiempo requerido para establecer la señalización o balizamiento necesario (10 minutos desde la llegada del equipo de intervención).</i></li> <li>- <i>Tiempo de resolución en caso de que no se requieran ayudas externas (15 minutos desde la llegada del equipo de intervención)</i></li> <li>- <i>Tiempo de aplicación de las medidas necesarias en caso de que se requieran ayudas externas (15 minutos para llegada de elementos requeridos grúa, achique, limpieza etc, desde la llegada del equipo de intervención y 15 minutos para resolución - 30 minutos para llegada en caso de medios extraordinarios, grúas de gran tonelaje etc. y 30 minutos para resolución).</i></li> </ul>
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

En las operaciones de vialidad, **el factor tiempo es fundamental.**

El instrumento merced al cual se articula la **gestión de las actividades de Vialidad**, y del que se obtiene la información sobre dichas actividades, suele ser la **Agenda de Información y Estado de la Carretera** (en lo sucesivo se denominará simplemente "**Agenda**"), por supuesto informatizada. Esta Agenda puede estar gestionada por la propia Empresa u Organismo encargados de la conservación del Sector de Carreteras, o bien por un tercer Organismo o Empresa, independiente del que debe atender las operaciones de Vialidad.

La Agenda se abastece normalmente de las siguientes fuentes de información:

**- El Servicio de COMUNICACIONES**

*El Órgano gestor de la carretera, o la empresa encargada de la conservación integral en su caso, mantienen un Servicio de Comunicaciones permanente, que en función de las características de la red a conservar puede ser presencial en el Centro de Conservación o basado en telefonía o mensajería móvil. En algún caso concreto, este Servicio está prestado por una empresa u Órgano independiente de la empresa u Organismo encargados de atender las operaciones de Vialidad.*

*A través del Servicio de Comunicaciones se reciben una serie de informaciones, propias o de terceros, que deben ser recogidas de forma estructurada y sistematizada.*

- **El Servicio de VIGILANCIA**

*Su doble función, como fuente de información y como ejecutor de pequeñas operaciones de Vialidad, dada su presencia continua en la carretera, es básica para la buena gestión de la explotación. Su actuación como fuente de información tiene diversas formas:*

- *Información directa al servicio de Comunicaciones, en casos urgentes o que requieren actuación inmediata. Es recogida y gestionada por el Servicio de Comunicaciones.*
  - *Información de su actividad diaria: Recogida en el parte de vigilancia específica.*
  - *Información concreta sobre incidencias: Se recoge en los partes de incidencias.*
- **Resto del personal de conservación**

*Sin perjuicio del funcionamiento de un servicio de vigilancia, cualquier persona ligada al Servicio de Conservación debe emitir un parte de incidencias si detecta alguna en la carretera.*

- **La información aportada por los reconocimientos de estado, en el marco de la Gestión Sistematizada del Mantenimiento**

*La sistematización de los reconocimientos de estado de los elementos de la carretera ofrece información fundamental sobre el estado de los mismos. En ocasiones, es a través de estos reconocimientos cuando se detectan deterioros cuya reparación es urgente, y deben encauzarse como operaciones propias de Vialidad.*

A título de ejemplo, en el Sector TE-1, con sede en Teruel, la fuente de información de datos, en los últimos 4 años, ha sido la siguiente:

**Fuente de información de anotaciones de incidencias  
(sin vialidad invernal). Sector TE-1. Periodo julio 2003-junio 2007**

Vigilante de la empresa de conservación integral	6.446
Guardia Civil de Tráfico	687
Personal dependiente del Ministerio de Fomento	475
Otro personal de la empresa de C. integral	313
Policía Local	49
Otras personas, ajenas a la conservación	18
Otros Sectores de Conservación	4
Sin datos	19
<b>TOTAL registros de incidencias</b>	<b>8.011</b>

**Fuente de información de anotaciones de accidentes  
Sector TE-1. Periodo julio 2003-junio 2007**

Vigilante de la empresa de conservación integral	141
Guardia Civil de Tráfico	233
Personal dependiente del Ministerio de Fomento	40
Otro personal de la empresa de C. integral	54
Policía Local	20
Otras personas, ajenas a la conservación	5
Otros Sectores de Conservación	1
Sin datos	0
TOTAL registros de accidentes	494

**Fuente de información de anotaciones de deterioros de vialidad  
Sector TE-1. Periodo julio 2003-junio 2007**

Vigilante de la empresa de conservación integral	8.989
Guardia Civil de Tráfico	54
Personal dependiente del Ministerio de Fomento	914
Otro personal de la empresa de C. integral	1.459
Policía Local	22
Otras personas, ajenas a la conservación	3
Otros Sectores de Conservación	0
Sin datos	3
TOTAL registros de deterioros de vialidad	11.444

Como puede observarse, **la presencia del servicio de vigilancia específica en la carretera es fundamental**, ya que detecta el 80,5 % de las incidencias, y el 78,5% de los deterioros. Incluso, el 38,7% de los accidentes son avisados o detectados por el servicio de vigilancia.

**La Agenda suele ser una base de datos**, con determinadas aplicaciones. Las más modernas reúnen tecnologías de aviso a móviles o PDAs, y en todo caso recogen las actuaciones pendientes con sus plazos de actuación correspondientes.

De hecho, **la principal función de la Agenda es la de facilitar la información sobre incidencias y deterioros y la gestión del servicio de vialidad** (además de registrar una serie de actuaciones periódicas de mantenimiento).

Dado que la Agenda recoge toda la información sobre cada operación de vialidad, incluidos los tiempos de respuesta, una de sus aplicaciones clásicas es la obtención de una serie de **indicadores**

**operacionales, que definen el comportamiento del Organismo o Empresa encargada de la vialidad.**

Estos indicadores suelen venir definidos en los Pliegos de contratos y concesiones de una manera muy sencilla:

- Mediante un número, dentro de una escala. Este suele ser el caso más habitual, con valores del indicador que suelen oscilar entre 0 (servicio pésimamente ofrecido) a 100 (perfección en el servicio). **En la práctica, suelen definirse como el tanto por ciento de actuaciones llevadas a cabo dentro de un determinado plazo respecto al total de actuaciones precisas.** También puede definirse por el porcentaje de casos en los que se ha atendido el servicio en tiempos menores que los de una distribución pre-establecida. En cualquier caso, se obtienen fácilmente como informes de la base de datos que constituye la Agenda.
- Mediante una “nota de valoración” (B, R, M, por ejemplo), resultante de analizar el cumplimiento de plazos para ejecutar determinadas acciones y/o la calidad del servicio prestado.

Existen diversos tipos de indicadores operacionales, según las siguientes variables:

- **Tipo de servicio prestado:**

- Atención a **accidentes**.
- Atención a **incidentes**.
- (**Emergencias**, generalmente el conjunto de los dos anteriores).
- **Vialidad invernal**.
- **Deterioros** de la carretera relacionados con la vialidad (este indicador puede a su vez dividirse en otros, según la naturaleza del deterioro: Firmes, obras de tierra, señalización, entorno, etc).

- **Espacio temporal al que se refieran**

Los indicadores operacionales se refieren a un espacio temporal concreto que generalmente suele ser anual, pero que en casos de relación

contractual (conservación integral, por ejemplo) pueden referirse al ámbito temporal del contrato.

- **Contractuales**

Son **indicadores operacionales contractuales** los obtenidos comparando los establecidos en un contrato de conservación o de explotación para prestar determinados servicios (por ejemplo, atención a accidentes antes de una hora). En estos casos, se analiza el cumplimiento contractual de una empresa determinada, más que el servicio concreto prestado al usuario. A su vez, estos indicadores pueden servir para penalizar (caso de incumplimiento de los valores mínimos establecidos) o para bonificar (caso de cumplimiento de los indicadores establecidos con cierta holgura).

- **Según la fase del servicio prestado**

La mayor parte de los indicadores operacionales son calculados en función del tiempo que transcurre desde el conocimiento de una incidencia o deterioro **hasta que se llega al lugar** donde hay que prestar el servicio y se señala el posible peligro. No obstante, también los hay sobre el tiempo que se tarda en **iniciar realmente la actuación o el servicio**, o en **finalizar todos los trabajos**.

## **I.6.- Los indicadores estructurales**

### **I.6.1.- Concepto**

Los indicadores estructurales están relacionados generalmente con el **estado de los elementos de la carretera**. En este documento son llamados también ***indicadores o índices de estado de los elementos***.

Estos indicadores permiten de la manera más objetiva posible conocer, evaluar y comparar el estado de todos los elementos de la carretera. **Su principal objetivo es facilitar la programación de las operaciones de mantenimiento, generalmente en el marco del Sistema de Gestión del Mantenimiento.**

Al igual que sucede con los indicadores operacionales, estos indicadores estructurales pueden ser también contractuales, en los casos en los que los Pliegos de los contratos exigen unos valores mínimos, ofrecen un periodo máximo de respuesta para la reparación correspondiente y establecen unas cuantías como bonificación / penalización en función de la reacción de los equipos o empresas encargados del mantenimiento de la carretera.

## I.6.2.- Los indicadores estructurales en la gestión de la conservación.

Tal como se ha indicado con anterioridad, la programación de cualquier tipo de actividades requiere la implantación de un **sistema de gestión**. La conservación de carreteras no escapa a esta necesidad, y de hecho desde hace años se han implantado diversos sistemas de gestión en buena parte de sus actividades. Conocidos son los sistemas de gestión de firmes.

En general, cualquier sistema de gestión se basa en conocer **qué se tiene que gestionar (inventario)**, **cómo está lo que se tiene que gestionar (inspecciones o auscultaciones programadas, periódicas y sistematizadas, que dan como resultado unos parámetros o valoraciones técnicas)** y en **disponer de unos indicadores**, que deducidos de los parámetros obtenidos de las inspecciones y auscultaciones permitan trabajar **objetivamente** en el establecimiento de **prioridades de actuación**.

La estructura de los Sistemas de Gestión es casi siempre la misma. En el capítulo 2 de esta primera parte, se ha esquematizado un ejemplo del Sistema de Gestión de firmes. En el esquema que sigue se expone, con ejemplos concretos, el caso de la **GSM**, o **Sistema de Gestión de la Conservación Ordinaria**:

	<b>NECESIDAD</b>	<b>SOLUCIONES DEL SISTEMA DE GESTIÓN</b>
<b>1</b>	<i>Poder manejar muchos datos con facilidad</i>	<i>Informatización del Sistema</i>

2

Conocer cuantitativa y cualitativamente qué elementos hay que conservar

Disponer de un Inventario de elementos

The screenshot shows the 'Pequeña Obra de Fábrica' software interface. The main window displays a form for entering data for a structure. The form is divided into several sections:

- Referenciación:** Longitudinal (Carretera N-234), PK Situación (63,819), Transversal (Cubada Ramal), Margen (Todas la plataforma).
- Características esenciales:** Uso (Desagüe), Tipología (Caño ó tubo (sección circular)), Nº de Ojos (1), Longitud (obra cubierta) (9,20).
- Características adicionales:** Solera (Naturaleza: Hormigón, Pendiente media (%): 01,50%), Embocadura de aguas arriba (Margen, Protección: Si, aletas, Superficie Cuenca (m²): 0,51), Embocadura de aguas abajo (Margen, Protección: Si, aletas, Superficie Cuenca (m²): 0,54).
- Observaciones:** LO ATRAVESA UN TUBO DE 50cm DE DIAMETRO. NO PRECISAMOS MARGEN PORQUE SE ENCUENTRA EN EL RAMAL (OJO VIEJO), NO ATRAVESA LA CARRETERA.

The interface includes a navigation pane on the right with options like 'Filtro de elementos', 'Informes', 'Documentos relacionados', 'Historial', 'UTM', 'Imágenes', 'Editar', and 'Borrar'. The bottom status bar shows 'Registro: 14 de 732' and 'Vista Formulario'.

3

Conocer de forma periódica y sistemática cómo están esos elementos

Efectuar inspecciones o auscultaciones periódicas, programadas y sistematizadas.



4

Poder valorar numéricamente el estado de cada elemento, para poder priorizar.

Traducir los datos obtenidos de las inspecciones o auscultaciones a un valor numérico: El indicador.

TEREX -- Árbol --, 1.2.2

Pequeña Obra de Fábrica

PEFA

Puntual

Pequeña Obra de Fábrica

Características Inspección Imágenes Valoración

Id: 4

Fecha de Inspección: 30/05/03 Nombre del inspector: ENRIQUE CASTEL

Existencia de aterramientos o maleza en los emboquillamientos:	(Cada uno de estos apartados se valorará de 0 a 10 puntos, se puntuará con un 10 si el estado es perfecto, y con un 0 si requiere reparación de urgencia, dejando las puntuaciones intermedias para los casos que existan deterioros o aterramientos, pero que no requieran una actuación a tan cortoplazo.)	7
Existencia de aterramientos en el interior de la obra de fábrica:		7
Existencia de aterramientos aguas arriba o aguas abajo:		7
Existencia de descalces:		10
Acompañamientos (arquetas, aletas, pozos, etc) que requieren reparación:		7
Existencia de deterioros en la estructura de la obra de paso:		10

Observaciones de Estado:  
TIENE ROTA LA IMPOSTA AGUAS ARRIBA. TAMBIEN TIENE ATERRAMIENTOS EN SU INTERIOR Y EN SUS EMBOQUILLAMIENTOS.

Índice de estado: (E45d) 13,5

5

Tener en cuenta otros factores concurrentes: Externos, como son la localización del elemento, la importancia de la carretera, etc, o dependientes del tipo de elemento, si es que el sistema de gestión abarca varios distintos

Obtener el indicador ponderado del elemento, multiplicando el obtenido anteriormente por una serie de factores externos (localización, tráfico, etc) o dependientes de la importancia del elemento.

TEREX -- Árbol --, 1.2.2

TEREX -Árbol-

Mantenimiento de Tablas básicas

Fichas de Elementos

Informes de Cuantías

Informes de Índices de estado

Ponderación

Valoración

Factor de ponderación entre Carreteras

Factor de ponderación

Ponderación entre Elementos de carretera

Índices de Elementos de carretera		fpe
E11m	Mediana	0,60
E2s (Calzada)	Deterioros superficiales del pavimento - Calzada	1,00
E2crt (Calzada)	Rozamiento transversal del pavimento - Calzada	1,00
E2rii (Calzada)	Regularidad superficial del firme - Calzada	1,00
E21e (Calzada)	Índice de estado estructural de firmes con pavimento de aglomerado - Calzada	1,00
E2s (Arcén)	Deterioros superficiales del pavimento - Arcén	0,40
E21e (Arcén)	Índice de estado estructural de firmes con pavimento de aglomerado - Arcén	0,40

**6***Establecer los umbrales de necesidad de actuación**Establecer los **valores máximos** (o mínimos en su caso) de los indicadores, por encima de los cuales es necesario intervenir en el elemento.*

INSTRUCCIONES PARA PLAN ANUAL 2006 - Microsoft Word

Objetivos para 2006:

Reparación de elementos, de forma que su índice ponderado mínimo sea:

Acera: <15  
 Ballizamiento: <10  
 Bordillo: <15  
 Colector: <15

---

Dren profundo: <15  
 Elemento de contención: <15  
 Alumbrados, etc: <15  
 Marcas viales transversales: <20  
 Muros: <15  
 Obras de defensa: <15  
 Obras de fábrica: <15  
 PEFAs: <25  
 Pista frenado: =0  
 Valla de cerramiento: <20

**7***Conocer cómo debe repararse o rehabilitarse el elemento deteriorado**Asociar la necesidad de actuar o el deterioro detectado con una o varias operaciones o actividades.*

Pequeña Obra de Fábrica

PEFA

Puntual

Características Inspección Imágenes Valoración

ID: 4

Medición	Unidad	Concepto:	Precio	Parcial
1	Ud	Limpieza - reparación de caños, tajeas y alcantarillas	70,91 €	70,91 €
1	Ud	Reparación de paramentos defectuosos de obras de fábrica	90,15 €	90,15 €
12	m <sup>2</sup>	Encofrado vertical recto	10,21 €	122,52 €
8	m	Tubo-colector hormigón prefabricado, de 100 cm de diámetro, colocado	28,25 €	225,98 €
*				

509,56 €

8

Conocer los recursos necesarios para la reparación o rehabilitación del elemento

Disponer de un Catálogo de operaciones o actividades, que incluya rendimientos y recursos. El Sistema asocia de esta manera el coste de la actuación necesaria y el conjunto de recursos precisos a cada elemento.

The screenshot shows the 'InfoSeg 2005' application window. The main content area displays details for 'OPERACIÓN 24007 Limpieza - reparación de caños, tajos y alcantarillas'. It includes a table for 'UNIDADES DE OBRA ASOCIADAS' and a table for 'PERSONAL EMPLEADO'.

CÓD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDIDA	MEDICIÓN TOTAL	MED. UD. OBRA / MED TOTAL OP.	PRECIO UNITARIO	COSTE UNITARIO
2031	Aglomerado asfáltico zonas parchadas	t	2,00	1,00	43,09	43,09
6005	Acero en armaduras	Kg	150,00	75,00	0,69	51,75
6009	Hormigón en masa colocado en soleras	m <sup>2</sup>	6,00	3,00	51,13	153,39
6011	Encofrado vertical recto	m <sup>2</sup>	6,00	3,00	11,60	34,80
<b>Coste Total Unidades de Obra</b>					<b>106,51</b>	<b>283,03</b>

CATEGORÍA	HORAS TOTALES	IL PERSONAL / M. OPERACIÓN	COSTE UNITARIO (COMO GII)	COSTE UNITARIO EMPRESA
Oficial 1ª	25,00	12,50	151,63	146,50
Oficial 2ª	12,50	6,25	61,81	73,25
<b>Coste Total Personal</b>	<b>37,50</b>	<b>18,75</b>	<b>213,44</b>	<b>219,75</b>

9

Priorizar necesidades

Ordenar los elementos en función de sus indicadores ponderados.

The screenshot shows the 'Indices de estado' application. It features a navigation panel on the left with 'Elemento seleccionado' and 'Todos los Elementos' buttons. The main area displays a table for '[E45d] - Pequeña obra de fábrica' with columns for 'Código', 'ID', 'INDICE DE ESTADO', 'Carretera', 'PK Situación', and 'C'. The table contains 11 rows of data, all with checkboxes in the first column.

Código	ID	INDICE DE ESTADO	Carretera	PK Situación	C	
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	604	48,00	N-330	282,25	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	610	44,50	N-330	283,31	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	594	43,50	N-330	278,60	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	620	42,50	N-330	284,54	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	600	41,50	N-330	281,15	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	603	40,50	N-330	282,02	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	679	40,50	N-330	292,18	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	596	38,50	N-330	279,20	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	624	38,50	N-330	285,32	T
<input checked="" type="checkbox"/>	PEFA	619	38,00	N-330	284,31	T

10

**Programar: Priorizar actuaciones**

Ordenar las operaciones o actividades asociadas a los elementos anteriores, con su valoración y recursos necesarios, hasta el límite de las disponibilidades. **Es el auténtico objetivo del Sistema: Programar actuaciones.**

Ponderación y valoración de desperfectos en elementos de la carretera

Elementos de carretera		Carretera: [Todas]	
... [TODOS LOS ELEMENTOS]		Pk Inicial: 0,000	Pk Final: 999.999,000

Elemento	Índice	Id	Carretera	PK Inicial	PK Final	Índice de estado	Índice ponderado
SEÑA	E71v	1562	N-234	143,223	143,223	51,20	46,08
SEÑA	E71v	3090	N-330	292,394	292,394	72,50	45,68
SEÑA	E71v	3712	N-223a	0,461	0,461	62,50	45,00
SEÑA	E71v	3710	N-223a	0,461	0,461	62,50	45,00
INTE	E55i	3	N-420	595,100	595,100	50,00	45,00
CALZ	E21e (Calzada)	184	N-420	596,000	597,000	50,00	45,00
CALZ	E21e (Calzada)	185	N-420	597,000	598,000	50,00	45,00
INTE	E55i	4	N-420	599,280	599,280	50,00	45,00
INTE	E55i	5	N-420	600,150	600,150	50,00	45,00
CALZ	E21e (Calzada)	191	N-420	603,000	604,000	50,00	45,00
CALZ	E21e (Calzada)	192	N-420	604,000	605,000	50,00	45,00
INTE	E55i	12	N-420	606,500	606,500	50,00	45,00

11

**Seguimiento de actuaciones**

Control y seguimiento. Partes e informes periódicos.

12

**Actualizar el Sistema y evaluar resultados**

Actualizar el Sistema tras cada actuación, y evaluar resultados.

### I.6.3.- La obtención de los indicadores estructurales

El origen de los indicadores estructurales, o de estado de los elementos, suelen ser determinadas **auscultaciones mecánicas** y las **inspecciones visuales**, llevadas a cabo estas últimas por personal con determinada formación técnica.

De estas auscultaciones o inspecciones visuales suelen obtenerse una serie de parámetros o valoraciones sensiblemente objetivas, de las que puede deducirse el correspondiente indicador.



*Auscultación mecánica.*



*Inspección visual*

En el caso de **auscultaciones mecánicas**, la obtención del indicador suele ser sencilla, pues los datos obtenidos suelen ser numéricos, y adaptados a las necesidades concretas del Sistema de Gestión.

En el caso de **inspecciones visuales**, resulta necesario definir claramente los aspectos del elemento que deben analizarse, así como la forma de obtener el indicador. Debe intentarse que el resultado sea lo más objetivo que sea posible.

Sirva como ejemplo concreto el caso de la inspección visual del estado de los muros, en el marco de la GSM, según la aplicación *Terex Árbol*. En este caso el indicador es el denominado *E63m* (“muros”). Las instrucciones para la inspección se resumen en lo siguiente, obtenido del **Manual de Gestión**:

*“El inspector valorará el tanto por ciento de deterioros o defectos, entre el 0 (estado perfecto, sin deterioros) y el 100 (estado pésimo, con el 100% de defectos o deterioros) sobre las siguientes cuestiones:*

*Respecto a la cimentación:*

- *Descalces o socavaciones (A)*
- *Asentamientos o giros (B)*

*Respecto al muro:*

- *Golpes o roturas. (C)*
- *Existencia de fisuras o grietas. (D)*
- *Existencia de armaduras vistas o someras. (E)*
- *Filtraciones, humedades o eflorescencias. (F)*
- *Existencia de vegetación perjudicial en la estructura o en el entorno. (G)*
- *Abombamientos. (H)*
- *Basculamiento o vuelco del muro. (I)*
- *Existencia de coqueras o nidos de grava. (J)*

*Respecto a las juntas:*

- *Juntas degradadas (K)*

*Respecto al drenaje:*

- *Drenaje ineficaz (L)”*

Por su parte, la definición del indicador estructural, a partir de los datos ofrecidos por el inspector, es la siguiente:

$$E63m = 0,20 \times (\text{máximo entre } A, B) + 0,05 \times C + 0,35 \times (\text{máximo entre } D, I, H) + 0,08 \times E + 0,07 \times F + 0,04 \times G + 0,04 \times J + 0,10 \times K + 0,07 \times L$$

Evidentemente, cada Organismo Gestor de la carretera puede establecer distintas valoraciones o ponderaciones, en función de la importancia que le quiera dar al elemento o a determinados aspectos del mismo.

En el marco de los Sistemas de Gestión son utilizados, como se ha visto anteriormente, los indicadores simples y puntuales de los elementos de la carretera. **Los Sistemas de Gestión tienen como objetivo prioritario la programación de actividades**, razón por la cual el Sistema busca poder ordenar todos los elementos según su propio indicador de estado, de forma decreciente (de mayor a menor deterioro), para poder asociar a cada uno de los que requieren reparación la operación de conservación correspondiente.

## **I.7.- los indicadores funcionales**

### **I.7.1.- Concepto. La sensación del usuario de la carretera.**

Tal como se ha indicado anteriormente, los indicadores funcionales **están directamente relacionados con la sensación que el usuario tiene de la carretera.** Se trata por ello de una serie de **indicadores muy importantes, ya que no hay que olvidar que la finalidad principal del Órgano Gestor de una carretera debe ser la satisfacción de sus clientes, que son los usuarios de la misma.**

En cierto modo, algunos de estos indicadores funcionales están relacionados con los operacionales y estructurales que ya se han analizado. **No cabe duda que una buena atención a las incidencias y un buen estado de los elementos que constituyen una carretera colaboran a que la sensación del usuario-cliente sea buena.** Pero hay otros factores que **intervienen exclusivamente en este tipo de indicadores,** como son por ejemplo:

- La **seguridad.**
- El **trazado** de la carretera.
- La **correcta señalización** (independientemente de que las señales o marcas viales se encuentren en perfecto estado).
- El **buen balizamiento,** que permita una “lectura” eficaz de la carretera.
- La **afección de las obras** que afecten a la calzada, y su correcta señalización.
- La **congestión del tráfico.** Los atascos.
- La **información** ofrecida al usuario.
- Los **servicios** ofrecidos, áreas de descanso o de servicio.
- El **entorno** cuidado y agradable.

## I.7.2.- Tipos.

Al igual que sucede con otros grupos de indicadores, los funcionales pueden ser:

**Simples**, cuando analizan un aspecto determinado de la carretera. Son utilizados para la programación de determinadas **operaciones de mejora**. Por ejemplo, el Sistema de Gestión de la Seguridad Vial analiza una serie de indicadores con objeto de mejorar las características de la carretera. Estos indicadores simples son obtenidos en muchas ocasiones a partir de datos concretos (auscultaciones, como el IRI; datos de accidentes, etc), o bien mediante inspecciones visuales (análisis de la seguridad de márgenes de la carretera). En otras ocasiones, se deducen de datos de encuestas efectuadas a los usuarios y tratadas por métodos estadísticos.

**Combinados**, cuando se consigue un indicador a partir de otros simples, cuyos valores son ponderados. Suelen utilizarse para programar operaciones de mejora en un sentido amplio (determinadas campañas) y para dirigir políticas de actuaciones globales, que buscan mejorar la satisfacción del usuario de la carretera.

Un caso extremo entre los indicadores funcionales combinados es el **indicador de calidad del servicio percibido por el usuario**. Por ejemplo, el artículo "*La calidad del servicio al usuario, punto de partida de todo Organismo Gestor de Infraestructuras*", de Juan José Jarillo y Ana Arranz Cuenca, publicado por la revista "*Carreteras*" en marzo/abril de 2002 desarrolla un caso concreto de proceso de cálculo del indicador de calidad del servicio en carreteras de la Comunidad de Madrid.

Por medio de las encuestas es posible conocer el indicador funcional de calidad del servicio en cada carretera. **Existe a su vez otro reto atractivo: Conseguir una correlación entre una serie de características de la propia carretera fáciles de medir (radios de curvatura, anchos, CRT, IRI, visibilidad de la señalización, etc) y la valoración ofrecida por los usuarios. Si se consiguiera, se podrían adoptar decisiones desde la fase de planificación o de proyecto, para mejorar la calidad ofrecida al usuario.**

## **I.8.- Indicadores de entorno**

### **I.8.1.- Concepto. Carretera y medio ambiente.**

Tal como ya se ha indicado, este grupo de indicadores están vinculados con la percepción de la carretera por parte de los **colindantes** y con el **medio ambiente**.

En las fases de planificación de una carretera, este tipo de indicadores se integran en la metodología habitual para la evaluación del impacto ambiental, y sirven para adoptar decisiones sobre el trazado o las características de la carretera que se pretende construir.

En la **fase de explotación**, buena parte de los impactos previsibles ya se han producido, si bien se modifica la intensidad de otros debido a la circulación de vehículos. En esta fase, el seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental, de acuerdo con lo que haya establecido la Declaración de Impacto Ambiental, resulta obligada.

Además del seguimiento obligado del Plan, el Órgano encargado de la gestión de la carretera plantea habitualmente la programación de una serie de operaciones de Mejora (al igual que programa actuaciones de conservación ordinaria o de rehabilitación). Estas Operaciones o actuaciones de Mejora suelen estar vinculadas a la seguridad vial (ya vista en el capítulo anterior), pero también a las relaciones de la carretera con su entorno. De nuevo, el Sistema de Gestión requiere la mayor objetividad, para poder priorizar las actuaciones.

**La aplicación de la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental para estos casos, en la fase de explotación de la carretera, es también posible, utilizando alguno de los medios de evaluación clásicos.**

En la tabla que sigue se recoge una serie de “medidas correctoras y posibles **indicadores de impactos** para las distintas alteraciones clasificadas por medios”, en la **fase de explotación** de la carretera. Buena parte de ella está basada en la tabla de idéntico título publicada en la *Guía Metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental (1989)*, de la Dirección General de Medio Ambiente.

<b>MEDIO</b>	<b>ALTERACIÓN</b>	<b>POSIBLES INDICADORES DE IMPACTO</b>	<b>MEDIDAS CORRECTORAS - ACTUACIONES DE MEJORA</b>
<b>Calidad del aire</b>	Aumento de niveles de inmisión (partículas, metales pesados, NOx, CO, Hc, SO2)	Superficie Territorial afectada por los distintos niveles de inmisión.	Señalización para mantener un tráfico fluido y constante. Plantaciones.
<b>Ruidos</b>	Incremento de niveles sonoros	Líneas isófonas y de datos de la población expuesta, en mapas estratégicos de ruido	Firmes menos ruidosos. Limitación de velocidad en determinadas zonas. Barreras acústicas sólidas. Desvíos de tráfico nocturno. Incremento de la fluidez del tráfico.
<b>Clima</b>	Cambios microclimáticos. Cambios mesoclimáticos por circulación de vientos.	Número de puntos en que se interseca o favorece los recorridos del aire. Longitud de los tramos de vegetación arbórea intersecados.	Creación y mantenimiento de setos en los lugares adecuados.
<b>Geología y geomorfología</b>	Aumento de inestabilidad de laderas	Porcentaje de taludes con arrastres o sin proteger.	Medidas para evitar riesgos de deslizamiento de laderas (plantaciones, redes metálicas, drenes y cunetas de cabecera de talud).
<b>Hidrología superficial y subterránea</b>	Pérdida de calidad de aguas. Efecto barrera y riesgo de inundaciones.	Número de cauces interceptados. Caudales afectados por cambios en la calidad de las aguas. Superficies afectadas por riesgo de barrera – presa.	Uso de medidas contra la erosión. Impedir el vertido de aceites y grasas directamente a cauces. Utilización de balsas de decantación. Formular planes y medidas de emergencia para los vertidos accidentales. Regular la aplicación de sales antihielo, herbicidas e insecticidas. Efectuar plantaciones en zonas adecuadas.
<b>Suelos</b>	Aumento de la erosión. Disminución de la calidad edáfica por salinización y aumento de Pb.	Superficies de suelos de distintas calidades afectadas. Volumen de tierras perdidas por erosión.	Recubrir de vegetación taludes y terraplenes, y mantenerla en buen estado de conservación. Recubrir las zonas sin suelo de una capa productiva. Regular la aplicación de sales en vialidad invernal.
<b>Vegetación</b>	Degradación de las comunidades vegetales. Acúmulo de metales pesados por deposición de Pb. Pérdidas en productividad por aumento de los niveles de inmisión de partículas. Aumento del riesgo de incendio. Transmisión rápida por el corredor de enfermedades para las plantas.	Superficie de distintas formaciones afectadas por el riesgo de incendios. Superficie de distintas formaciones sensibles a la contaminación atmosférica o hídrica. Variación de la productividad o de la calidad de la producción.	Evitar cultivos y zonas de pasto muy próximas a la carretera. Evitar plantaciones sensibles cerca de la carretera. Efectuar plantaciones o siembras en zonas denudadas. Cuidar efectuar plantaciones en medianas o zonas longitudinales de la carretera capaces de transmitir enfermedades para las plantas.

<b>Fauna</b>	Efecto barrera para la dispersión o movimientos locales. Afección a lugares de nidificación o enclaves sensibles. Incremento de caza y pesca. Furtivismo. Incremento del riesgo de atropello.	Población de especies endémicas protegidas o de interés afectadas. Número de zonas colindantes especialmente sensibles. Especies y poblaciones afectadas por el efecto barrera. Especies y número de animales atropellados.	Establecer pasos de fauna. Instalación de vallas para evitar atropellos. Instalación de elementos disuasores de fauna para evitar atropellos. Limitaciones de velocidad. Medidas correctoras de vegetación y ruidos.
<b>Paisaje</b>	Cambio de la estructura paisajística.	Intervisibilidad de la vía y obras anejas: Superficies afectadas.	Plantaciones de vegetación. Instalación de barreras visuales. Diseño cromático de estructuras o elementos de la carretera.
<b>Accesibilidad.</b>	Efecto barrera entre diversas zonas del territorio. Peligrosidad de los accesos a la carretera.	Aumento de tiempo en desplazamientos entre zonas (mapas de isocronas). Número de accesos a la carretera por km e intensidad de tráfico.	Construcción de pasos. Control de accesos. Construcción de caminos o vías de servicio.
<b>Luminosidad</b>	Contaminación lumínica. Variación de las condiciones de luminosidad nocturna.	Superficie afectada. Especies y poblaciones de animales afectadas.	Regulación de la iluminación de la carretera. Efectuar plantaciones en zonas adecuadas.
<b>Limpieza</b>	Contaminación con residuos y basura en zonas colindantes a la carretera.	Superficie afectada e intensidad de tráfico.	Limpieza periódica de las zonas próximas a la carretera. Vallado longitudinal.
<b>Seguridad</b>	Coincidencia de peatones y tráfico en travesías o tramos urbanos.	Longitud de travesías o tramos urbanos. Longitud de tramos no vallados.	Aumento del balizamiento en los accesos a las travesías. Disposición de zonas protegidas para peatones, y pasos en zonas adecuadas y con visibilidad. Medidas correctoras habituales en estudios de seguridad vial.

**Los indicadores de impacto relacionados en la tabla anterior pueden utilizarse también de manera individual para programar determinadas actuaciones de mejora.** La contaminación acústica es un ejemplo:

A raíz de la aprobación de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental y de la Ley 37/2003, del Ruido, se están confeccionando los mapas estratégicos de ruido, con dos partes diferenciadas: Mapas de niveles sonoros y mapas de exposición al ruido. Los ejes de carreteras con más de 3 millones de vehículos al año deben disponer de estos mapas estratégicos antes de 2012.

Con estos mapas se dispondrá de líneas isófonas y de datos de la población expuesta, que podrán funcionar como indicadores.

En la fase de explotación de carreteras, las actuaciones de disminución del ruido, que pueden ser medidas en comparación con la situación anterior, pueden ser planificadas óptimamente en virtud de estos indicadores. En general, estas actuaciones suelen tratarse de disposición de rodaduras adecuadas y pantallas anti-ruido.

**Finalmente, al igual que sucede con los indicadores funcionales, la opinión de los colindantes de la carretera puede ser obtenida mediante encuestas, valorando una serie de variables y ponderando el peso de cada una de ellas, para obtener un indicador combinado de entorno.**

El seguimiento en el tiempo de este indicador combinado de entorno permite analizar si las actuaciones de Mejora llevadas a cabo durante la explotación de la carretera son bien valoradas por los vecinos de la misma.

## II

### **2ª parte: Indicadores en los contratos de Concesión de Autovías de 1ª generación, del Ministerio de Fomento (2007)**

#### **II.1.- La retribución del concesionario en los Contratos de Concesión de autovías de 1ª generación, del Ministerio de Fomento.**

Según los Pliegos, la Administración concedente abonará mensualmente una retribución económica al concesionario calculada en función de la utilización y calidad de la autovía, denominado “canon de demanda”.

Para obtener esta cantidad se parte de:

- **El número de vehículos x kilómetro que han circulado por la autovía durante el mes**, distinguiendo los **pesados** (en realidad, los largos, de más de 6 m) de los **ligeros** (o cortos).
- **La tarifa ofertada aplicable a cada tipo de vehículos** (la de los largos es un 40% superior a la de los cortos). Debe tenerse en cuenta la actualización para el mes en cuestión, en su caso, de la tarifa, según las condiciones del Pliego y la variación del IPC.
- El Pliego (y la oferta) establece un **volumen máximo de tráfico, por encima del cual las tarifas son mucho menores** (máximo, un 10% de la normal).
- **Las tarifas pueden resultar modificadas, al alza o a la baja, en función de una serie de “indicadores”**.
- **Finalmente, la cantidad mensual obtenida puede verse disminuida en función de una serie de “penalizaciones”** (así se denominan en el Pliego), resultantes del incumplimiento de unos umbrales para los “indicadores” o de los tiempos de respuesta para actuar si no se han cumplido los citados umbrales.

Como puede observarse, los “indicadores” que figuran en el Pliego (en el anejo número 7), tienen en estos contratos una doble función:

- **Establecen un nivel de calidad** de la prestación del servicio o del estado de los elementos, y regulan los umbrales de esta calidad y el tiempo de respuesta en el caso de no alcanzarse los umbrales.
- **Inciden directamente en la cantidad que el concesionario va a percibir mensualmente**, de dos maneras distintas:
  - o **Corrigiendo la tarifa base aplicable (al alza o a la baja)**, en función del resultados de determinadas auscultaciones o inspecciones.
  - o **Estableciendo unas “penalidades”**, cuya cuantía se resta directamente de la cantidad a abonar al concesionario, en el caso de incumplimiento de determinados umbrales de calidad o del tiempo de respuesta del concesionario para subsanar el defecto.

En la tabla que sigue se ha recogido un resumen de los “indicadores” que están establecidos en los Pliegos de las Concesiones del Ministerio de Fomento (año 2007). En dicha tabla figura:

- El código del “indicador”, según el Pliego.
- La denominación, según el Pliego.
- El tipo de inspección que, en su caso, se lleva a cabo para obtener un número, o indicador, o bien si se definen solamente una serie de “cláusulas de calidad” como objetivo a cumplir.
- Si se establecen unos valores-umbral, tanto de los valores numéricos (auténticos indicadores) o de las cláusulas de calidad. En estos casos, el hecho de no alcanzar los valores-umbral definidos en el Pliego supone directamente la imposición de penalidad.
- Si lleva implícito factor corrector (al alza o a la baja) de la tarifa, en función del resultado de la auscultación o inspección llevada a cabo.
- Si existe penalidad por el incumplimiento de las condiciones establecidas en la ficha del indicador (anejo 7 de los Pliegos). En este caso, se ha dispuesto la fórmula aplicable para el cálculo de la penalidad. Hay que hacer constar que el Pliego señala que una penalidad es grave “si afecta a la seguridad vial”, y leve en los demás casos.

Indicador	Asunto controlado	Plazo para actuar	Auscultaciones y umbrales				Factor de corrección		Penalidad	
			Indicador numérico	Solo se fijan cláusulas de calidad	Umbral penalizable	Al alza	A la baja	leve	grave	
Por Auscultación o cálculo de datos objetivos	Por Inspección visual									
I1	Firmes. Resistencia al deslizamiento	1-2 meses	X			X	X		-1,50 (*)	
I2	Firmes. Macrotextura	1-2 meses	X			X	X		-1,50 (*)	
I3	Firmes. Regularidad superficial longitudinal (IRI)	6 meses	X			X	X	-2,00 (*)	-4,00 (*)	
I4	Firmes. Capacidad estructural (flexibles, semiflexibles y semirrígidos)	6 meses-1 año	X			X	X	-7,50 (*)		
I5	Firmes. Regularidad superficial transversal (roderas)	1 mes	X			X			-1,25 (*)	
I6	Firmes. Fisuración y otros defectos superficiales (flexibles, semiflexibles y semirrígidos)	1-6 meses		X		X	X	-0,40 (*)		

I7	<b>Firmes. Fisuración en firmes de hormigón</b>	1-6 meses		X		X		X	<b>-6,25 (*)</b>	
I8	<b>Firmes. Transferencia de cargas en firmes de hormigón no continuo</b>	6 meses	X						<b>-0,40 (*)</b>	
I9	<b>Firmes. Asentamiento</b>	Señalización 1 h Reparación 24 h		X		X		X		<b>-1,00 (**)</b>
I10	<b>Firmes. Baches</b>	24 horas			X					<b>-1,00 (**)</b>
I11	<b>Firmes. Limpieza de firmes drenantes</b>	No fija. Obliga a limpiar cada 2 años			X					<b>-1,40 (*)</b>
I12	<b>Taludes</b>	1hora-2 días			X				<b>-0,70 (**)</b>	<b>-3,00 (**)</b>
I13	<b>Siegas, podas, desbroce</b>	48h-3 meses		X		X			<b>-0,10 (*)</b>	<b>-0,30 (*)</b>
I14	<b>Mantenimiento de plantaciones</b>	2 semanas			X				<b>-0,10 (*)</b>	<b>-0,30 (*)</b>
I15	<b>Limpieza de calzada y arcenes</b>	1 hora			X				<b>-0,10 (*)</b>	<b>-0,30 (*)</b>
I16	<b>Puentes</b>	"inmediato" - 3 meses			X	X			<b>-0,20 (**)</b>	<b>-1,00 (**)</b>
I17	<b>Vialidad Invernal</b>	Duración nevada + 2 horas			X	X				<b>-15,00 (**)</b>
I18	<b>Seguridad vial. Índice de Peligrosidad</b>	No hay	X				X	X		

I19	<b>Seguridad Vial. Índice de mortalidad</b>	No hay	X				X	X		
I20	<b>Seguridad Vial. Tramos TCA</b>	6 meses			X					<b>-15,00 (**)</b> (actuaciones en TCA); <b>-7,5 (**)</b> (IP transcurrido un año)
I21	<b>Marcas Viales. Retrorreflexión</b>	1-2 semanas	X			X	X	X		<b>-1,00 (*)</b>
I22	<b>Marcas viales. Resistencia al deslizamiento</b>	1 semana	X			X	X	X		<b>-1,25 (*)</b>
I23	<b>Marcas viales. Luminancia</b>	1 semana	X			X	X	X		<b>-1,00 (*)</b>
I24	<b>Señalización vertical y balizamiento</b>	"inmediata" - 1 semana	X		X	X	X	X		<b>-1,00 (**)</b>
I25	<b>Limpieza de márgenes y áreas de descanso</b>	1h-24 h		X			X	X	<b>-0,30 (*)</b>	
I26	<b>Limpieza y reparación del drenaje</b>	Inmediata-7 días			X				<b>-1,00 (**)</b>	
I27	<b>Funcionamiento de la iluminación</b>	48 horas- 1 mes	X	X		X		X	<b>-0,80 (**)</b>	
I28	<b>Estado de elementos estructurales de túneles</b>	2 semanas- 1 mes		X	X	X	X	X	<b>-7,50 (**)</b>	<b>-15,00 (**)</b>

129	<b>Estado de los revestimientos de túneles</b>	3 días-1 mes			<b>x</b>				<b>-3,50 (**)</b>	
130	<b>Funcionamiento de iluminación de túneles</b>	24 h-1 mes	<b>x</b>			<b>x</b>		<b>x</b>		<b>-1,25 (**)</b>
131	<b>Funcionamiento de ventilación en túneles</b>	1 hora-3 días			<b>x</b>					<b>-7,50 (**)</b>
132	<b>Equipos de extinción de incendios en túneles</b>	"inmediata" – 1 día			<b>x</b>					<b>-3,50 (**)</b>
133	<b>Estado de instalación eléctrica en túneles</b>	24 h			<b>x</b>					<b>-3,50 (**)</b>
134	<b>Funcionamiento del sistema de comunicación en túneles</b>	"inmediata" – 5 horas			<b>x</b>					<b>-1,25 (**)</b>
135	<b>Funcionamiento del sistema de vigilancia en túneles</b>	"inmediata" – 24 horas			<b>x</b>					<b>-1,25 (**)</b>
136	<b>Despeje de zonas de emergencia en túneles</b>	"inmediata"			<b>x</b>					<b>-1,25 (**)</b>
137	<b>Barreras y elementos de contención no afectadas por accidentes o incidentes</b>	1 hora – 5 días			<b>x</b>					<b>-1,25 (*)</b>

138	<b>Atención a incidentes y accidentes</b>	Señalización 1 hora; reparaciones señalización, balizamiento y elementos de contención: 24 h; otras reparaciones 1 semana			X					<b>-15,00 (**)</b> (atención, señalización y balizamiento); <b>-5,00 (**)</b> (reparaciones y sustituciones)
139	<b>Ocupación de carriles</b>	No fija.			X					<b>-4,00 (**)</b>
140	<b>Nivel de servicio</b>	No fija	X				X	X		
141	<b>Vigilancia</b>	No fija. Se limita a fijar las condiciones de la vigilancia			X				<b>-3,50</b> (recorridos, control); <b>-1,00</b> (registro, informes, etc)	<b>-15,00 (**)</b> (recorridos, control); <b>-5,00 (**)</b> (registro, informes, etc)

**(\*) Importe penalidad = (tarifa base) \* (corrección/100) \* (veh-km totales del mes) \* (longitud de calzada afectada)**

**(\*\*) Importe penalidad = (tarifa base) \* (corrección/100) \* (veh-km totales del mes)**

## **II.2.- Análisis global de los indicadores dispuestos en los Pliegos**

Varias cuestiones se plantean al analizar los indicadores dispuestos en los Contratos de Concesión de Autovías de 1ª generación:

### **II.2.1.- ¿Son necesarios?**

El Organismo que efectúa una concesión **debe garantizar al usuario de la carretera que van a mantenerse unos determinados niveles de calidad durante todo el periodo de la concesión.**

Por ello, resulta **absolutamente necesario** fijar esos niveles de calidad en el Pliego. Viene a ser la “**carta de calidad del servicio**” que se ofrece al usuario de la carretera (al cliente).

### **II.2.2.- ¿Son realmente indicadores?**

Si se analizan los indicadores dispuestos en los Pliegos (un resumen de este análisis figura en la tabla expuesta en el apartado II.1 anterior), cabe deducir que **no todos los denominados “indicadores” lo son en realidad. Cabría hablar más de estándares o niveles de calidad, muchos de ellos más descriptivos que numéricos, que de indicadores propiamente dichos.**

Tal como se ha definido en la 1ª parte de este documento, **un indicador es un número que indica el nivel o el estado de algún aspecto de la carretera (servicio prestado, elemento de la carretera, satisfacción de los usuarios, afección al medio ambiente, etc).**

En **22 casos** de los 41 “indicadores” que recoge el Pliego de Concesiones de Autovías de 1ª generación, lo que se exige directamente es el cumplimiento de una serie de estándares, condiciones o protocolos, estableciendo una penalidad si no se cumplen dichas condiciones o si no se cumplen los tiempos de respuesta para subsanar los defectos que pudieran detectarse.

*Por ejemplo, se reproduce a continuación el indicador I37 (barreras y elementos de contención), tal como figura en el Pliego.*

*Si se analiza la ficha, se puede observar cómo se establecen una serie de condiciones o estándares de calidad, y se fija un plazo para efectuar las*

reparaciones que se detecten. Se incurre en penalidad si no se cumplen los tiempos de respuesta. En realidad, **el Pliego recoge para las barreras y elementos de contención el aspecto “operacional” de las mismas** (es decir, el relacionado con la vialidad), ofreciendo unos plazos muy cortos para actuar, y **exigiendo el 100% en el cumplimiento de estos plazos. Implícitamente, el único indicador que existe en esta ficha es el operacional, exigiéndose el valor 100.**

BARRERAS Y ELEMENTOS DE CONTENCIÓN	
IDENTIFICADOR	NOMBRE
I37	Barreras y elementos de contención no afectadas por accidentes o incidentes
<b>NORMATIVA DE REFERENCIA</b>	
Se seguirá la normativa marcada por el PG3, por otra normativa o por recomendaciones	
<b>MÉTODO MEDIDA</b>	
Inspección visual	
<b>FRECUENCIA DE MEDIDA</b>	
Diaria. Anualmente se realizará una inspección detallada.	
<b>TIEMPOS MÁXIMOS PARA PENALIDAD</b>	
	<b>Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce</b>
<p>Debe estar libre de defectos estructurales.</p> <p>Postes y conexiones en perfecto estado. No existirán perfiles IPN como postes y se cumplirá la Orden Circular 18/2004 "Criterios de empleo de sistemas de protección para motociclistas"</p> <p>Todos los elementos estarán exentos de oxidación.</p> <p>Barreras de hormigón: Perfecto estado sin pintadas, ni desprendimientos. Bien alineadas</p> <p>Tipo, situación, altura y separación de obstáculos de barreras: según normativa</p>	<p>Si los defectos o daños detectados suponen un peligro y pudieran afectar a la seguridad vial se señalizarán y balizarán en 1 h y se repararán en 24 h.</p> <p>En caso contrario se repararán en 5 días</p> <p>No se admiten incumplimientos de normativa.</p>
Se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple cualquier tiempo de respuesta o la frecuencia de medida. Para el cálculo del importe de las penalidades por incumplimiento del tiempo de respuesta se redondearán al alza, a km enteros, cada una de las longitudes continuas afectadas en las que se haya incurrido en incumplimiento.	



En el resto de casos (19 en total) se puede hablar propiamente de indicadores, obtenidos mediante auscultaciones o inspecciones visuales. Un ejemplo de estos es el indicador I1, sobre el coeficiente de rozamiento transversal de la rodadura de los firmes:

FIRMES. RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO			
IDENTIFICADOR	NOMBRE		
I1	Firmes. Resistencia al deslizamiento		
AFECTA A LA SEGURIDAD DE LA VÍA			
NORMATIVA DE REFERENCIA			
NLT-336. Determinación de la resistencia al deslizamiento con equipo de medida de rozamiento transversal.			
MÉTODO MEDIDA			
Se tomará como medida el equivalente al coeficiente CRT (Coeficiente de rozamiento transversal medido con el SCRIM o equipo equivalente). Para calzadas dobles, en el caso de que todos los carriles de una calzada tengan la misma capa de rodadura, se tomarán medidas en una de las rodadas del carril por donde circulen más vehículos pesados de cada calzada. Si fueran distintas las capa de rodadura, se medirán también los carriles por donde circulan los vehículos más rápidos. En calzadas únicas se medirá en los dos sentidos, y se considerarán a efectos de valores medios el del peor carril. Se dará una medida cada 20 m.			
FRECUENCIA DE MEDIDA			
Se tomarán 3 medidas en marzo junio y septiembre			
VALORES MÍNIMOS Y TIEMPOS MÁXIMOS PARA PENALIDAD			
Umbral de valores puntuales	Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce	Umbral de valores medios en 1 km, excluyendo túneles	Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce
35	1 mes	40	2 meses
En túneles 60	1 mes	----	-----
CORRECCIÓN AL ALZA		CORRECCIÓN A LA BAJA	
Valores medios en 1 km, excluyendo túneles	% de corrección de la tarifa base del año hasta próxima medida	Valores medios en 1 km, excluyendo túneles	% de corrección de la tarifa base del año hasta próxima medida
>60	0,03%	CRT<50	-0,5%
Se obtendrán los factores de corrección de la siguiente manera: Factor corrección (fc) = (% de corrección* longitud de calzada afectada) siendo:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de calzada afectada: la longitud de calzada afectada medida en km enteros redondeados al alza para correcciones a la baja y a la baja para correcciones al alza</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple cualquiera de los tiempos de respuesta, o de los valores umbrales o la frecuencia de medida.</li> <li>✓ Si se produjeran incumplimientos de valores puntuales y de valores medios en un mismo km, se considerará como un único incumplimiento y sólo se aplicará una única penalidad</li> </ul>			
Nota: Cuando el valor del indicador dé lugar a penalidad se aplicará también corrección a la baja.			

*En este caso, el valor del CRT viene a ser el indicador, obtenido de una manera objetiva (auscultaciones con el SCRIM). El Pliego exige unos valores para este indicador, estableciendo los umbrales de tolerancia y fijando correcciones de la tarifa y penalidades en caso de no alcanzar estos valores.*

### **II.2.3.- ¿Abarcan la totalidad de servicios y elementos de la carretera?**

A primera vista, los indicadores dispuestos abarcan buena parte de los servicios y elementos de la carretera. Ahora bien, varios indicadores se dirigen más hacia el aspecto operativo que hacia el estructural, y muchos de los indicadores son más bien una serie de condiciones que deben cumplirse, sin ninguna tolerancia.

Por elementos o servicios de la carretera, los **41 indicadores** se refieren a:

<b>Elemento o servicio</b>	<b>Nº</b>	<b>Observaciones</b>
Firmes	11	8 estructurales; 3 operacionales
Taludes	1	Operacional (fundamentalmente trata sobre la reacción ante desprendimientos o deslizamientos del terreno).
Siegas, podas, plantaciones, márgenes	3	
Limpieza calzada y arcenes	1	
puentes	1	
Vialidad invernal	1	Más que indicador, se trata de una serie de condiciones de Pliego y de cumplimiento de los protocolos.
Seguridad vial	3	Uno de ellos (actuación ante TCAs), más que un indicador son condiciones de Pliego.
Marcas viales	3	
Señalización vertical y balizamiento	1	Operacional.
Drenaje	1	Operacional (establece unas condiciones de limpieza y de estado que deben cumplirse siempre)
Iluminación	1	Operacional.

Túneles	9	8 operacionales (reparación de elementos o sistemas que no funcionen en plazos mínimos, según protocolos).
Elementos de contención	1	Operacional
Atención de accidentes e incidencias	1	
Afección al usuario	2	
Vigilancia	1	No es un indicador propiamente dicho (son condiciones de Pliego)

## **II.2.4.- ¿Pueden clasificarse según grupos clásicos de indicadores?**

Con los matices expuestos anteriormente (en especial el hecho de que muchos “indicadores” son en realidad una serie de condiciones o estándares de calidad, no numéricos), la mayor parte de los indicadores se pueden asimilar a los grupos clásicos (**operacionales, estructurales, funcionales y de entorno**).

Como se ha visto en la 1ª parte de este documento, los **operacionales** son los que se refieren a las actividades de vialidad, entendiendo por éstas las de atención a accidentes e incidencias, la vialidad invernal, y la subsanación de defectos o deterioros urgentes que puedan afectar a la vialidad.

Clasificaremos como **estructurales** los que se refieran al estado de los elementos de la carretera y no lleven implícito el carácter de urgente reparación por afectar a la seguridad vial.

Finalmente, los **funcionales** y los **de entorno** se referirán a la sensación del usuario de la carretera y de los colindantes, respectivamente.

Con estos criterios, resulta lo siguiente:

Indicador	Asunto controlado	Plazo de respuesta	Grupo				Observaciones
			Operación	Estructural	Funcional	Entorno	
I1	<b>Firmes. Resistencia al deslizamiento</b>	1-2 meses		x			
I2	<b>Firmes. Macrotextura</b>	1-2 meses		x			
I3	<b>Firmes. Regularidad superficial longitudinal (IRI)</b>	6 meses		x			
I4	<b>Firmes. Capacidad estructural (flexibles, semiflexibles y semirrígidos)</b>	6 meses-1 año		x			
I5	<b>Firmes. Regularidad superficial transversal (roderas)</b>	1 mes	x				Afecta a la seguridad vial
I6	<b>Firmes. Fisuración y otros defectos superficiales (flexibles, semiflexibles y semirrígidos)</b>	1-6 meses		x			
I7	<b>Firmes. Fisuración en firmes de hormigón</b>	1-6 meses		x			
I8	<b>Firmes. Transferencia de cargas en firmes de hormigón no continuo</b>	6 meses		x			
I9	<b>Firmes. Asentamiento</b>	Señalización 1 h Reparación 24 h	x				Plazos muy breves. Afecta a la seguridad vial (deterioros urgentes)
I10	<b>Firmes. Baches</b>	24 horas	x				Plazos muy breves. Afecta a la seguridad vial (deterioros urgentes)
I11	<b>Firmes. Limpieza de firmes drenantes</b>	No fija. Obliga a limpiar cada 2 años		x			
I12	<b>Taludes</b>	1 hora-2 días	x				En realidad, el Pliego regula casi en exclusiva la reparación urgente de desprendimientos o deslizamientos (incidencias)
I13	<b>Siegas, podas, desbroce</b>	48h-3 meses	x			x	Cuando la vegetación afecta a la visibilidad, se considera relacionada con la seguridad (incidencia), otorgando plazos muy cortos. El resto de los casos es un indicador de entorno.

I14	<b>Mantenimiento de plantaciones</b>	2 semanas					x	
I15	<b>Limpieza de calzada y arcenes</b>	1 hora	x					Típica operación de vialidad (actuación frente a incidencias, como son la presencia de obstáculos o suciedad en la calzada).
I16	<b>Puentes</b>	“inmediato” – 3 meses	x	x				En general, el Pliego establece una serie de condiciones de calidad (ausencia de deterioros) que debe mantenerse. En este sentido es un indicador estructural. No obstante, se considera que a veces puede afectar a la seguridad (deterioros de reparación urgente).
I17	<b>Vialidad Invernal</b>	Duración nevada + 2 horas	x					Típica operación de vialidad
I18	<b>Seguridad vial. Índice de Peligrosidad</b>	No hay				x		Típico indicador funcional.
I19	<b>Seguridad Vial. Índice de mortalidad</b>	No hay				x		Típico indicador funcional.
I20	<b>Seguridad Vial. Tramos TCA</b>	6 meses					x	Típico indicador funcional.
I21	<b>Marcas Viales. Retrorreflexión</b>	1-2 semanas					x	Si bien se establecen plazos muy cortos, se trata de un indicador estructural, utilizado para conocer cuándo debe rehabilitarse la marca vial.
I22	<b>Marcas viales. Resistencia al deslizamiento</b>	1 semana					x	Si bien se establecen plazos muy cortos, se trata de un indicador estructural, utilizado para conocer cuándo debe rehabilitarse la marca vial.
I23	<b>Marcas viales. Luminancia</b>	1 semana					x	Si bien se establecen plazos muy cortos, se trata de un indicador estructural, utilizado para conocer cuándo debe rehabilitarse la marca vial.
I24	<b>Señalización vertical y balizamiento</b>	“inmediata” – 1 semana	x	x				Prácticamente, el Pliego se refiere a una serie de reparaciones urgentes de este tipo de elementos. Se ha plantado como indicador operacional, salvo en el caso de retrorreflexión media.
I25	<b>Limpieza de márgenes y áreas de descanso</b>	1h-24 h				x	x	Afecta a los usuarios y a los colindantes. Funcional y de entorno.
I26	<b>Limpieza y reparación del drenaje</b>	Inmediata-7 días	x					Tal como lo plantea el Pliego, se trata de un indicador operacional (reparación de defectos en plazos muy breves).
I27	<b>Funcionamiento de la iluminación</b>	48 horas- 1 mes	x					El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.

128	<b>Estado de elementos estructurales de túneles</b>	2 semanas- 1 mes		x			
129	<b>Estado de los revestimientos de túneles</b>	3 días-1 mes		x			
130	<b>Funcionamiento de iluminación de túneles</b>	24 h-1 mes	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
131	<b>Funcionamiento de ventilación en túneles</b>	1 hora-3 días	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
132	<b>Equipos de extinción de incendios en túneles</b>	"inmediata" – 1 día	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
133	<b>Estado de instalación eléctrica en túneles</b>	24 h	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
134	<b>Funcionamiento del sistema de comunicación en túneles</b>	"inmediata" – 5 horas	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
135	<b>Funcionamiento del sistema de vigilancia en túneles</b>	"inmediata" – 24 horas	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
136	<b>Despeje de zonas de emergencia en túneles</b>	"inmediata"	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
137	<b>Barreras y elementos de contención no afectadas por accidentes o incidentes</b>	1 hora – 5 días	x				El Pliego plantea los deterioros de estos elementos como de urgente reparación, por afectar a la seguridad. Indicador operacional.
138	<b>Atención a incidentes y accidentes</b>	Señalización: 1 hora; reparaciones señalización, balizamiento y elementos de contención: 24 h; otras reparaciones: 1 semana	x				Típico indicador operacional.
139	<b>Ocupación de carriles</b>	No fija.			x		Típico indicador funcional.
140	<b>Nivel de servicio</b>	No fija			x		Típico indicador funcional.

141	<b>Vigilancia</b>	No fija. Se limita a fijar las condiciones de la vigilancia	X				Si bien no es realmente un indicador (se trata de unas condiciones del protocolo de la vigilancia), es una operación relacionada directamente con la vialidad, y por ello el presunto indicador sería operacional.
-----	-------------------	----------------------------------------------------------------	---	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A título de resumen de lo anterior, resulta:

Operacionales	21
Estructurales	16
Funcionales	6
De entorno	3
(*) Cuatro indicadores contemplan varios aspectos, y han sido clasificados en dos de los grupos)	

## **II.3.- Los factores de corrección y las penalidades**

Uno de los aspectos más importantes del Pliego, por la incidencia que tiene en el desarrollo del contrato de Concesión, son los factores de corrección de la tarifa mensual y las penalidades por incumplimiento de los umbrales de calidad dispuestos para los indicadores o de los tiempos de respuesta para la corrección de los deterioros o defectos detectados.

Tal como se ha indicado con anterioridad, los indicadores pueden provocar dos tipos de corrección en la cantidad a percibir:

### **II.3.1.- Factores de corrección de la tarifa**

Por una parte, algunos de los indicadores establecen, en función de los resultados de las auscultaciones, unos factores de corrección de la tarifa mensual (al alza o a la baja). Suele ser el caso de los auténticos indicadores, es decir, de aquellos casos en los que es posible evaluar numéricamente el aspecto que se controla, bien tras una inspección lo más objetiva posible, bien mediante una auscultación mecánica (son los casos de la mayor parte de los indicadores de firmes, de las marcas viales, etc).

Como se verá más adelante (muchos de estos indicadores son estructurales), los valores-umbral que se exigen para no incurrir en corrección a la baja son generalmente los que exige la normativa sectorial en cada caso para ejecutar una rehabilitación; es decir, **en un proceso de gestión de la conservación de la carretera, lo normal es que no llegue a**

estos valores del indicador, llevando a cabo la anteriormente la rehabilitación oportuna.

Mensualmente, deben calcularse los valores de los factores de corrección de cada uno de los indicadores que lo llevan dispuesto (fci). El factor de corrección total de la tarifa base viene dado por la fórmula:

$$F_t = 1 + \Sigma (fci/100)$$

Estos valores de fci pueden ser **positivos (corrección al alza)** o **negativos (corrección a la baja)**, en función de que superen unos umbrales de calidad excelente (al alza) o no alcancen unos umbrales de calidad deficiente (a la baja). **Generalmente se calculan multiplicando un valor porcentual que figura en la ficha del indicador por la longitud de calzada afectada.**

**Los factores de corrección pueden ser importantes.** La tabla que sigue muestra los valores porcentuales máximos de algunos tipos de indicador (L es la longitud de calzada afectada en km):

Elemento o servicio	Valor máximo al alza	Valor absoluto máximo a la baja
Firmes	+ 0,03% * L	- 1,25% * L
Marcas viales	+ 0,003% * L	- 0,50% * L
Márgenes		- 0,10% * L
Iluminación		-0,20% * L
Túneles	+ 0,3% * L	-2,00% * L
Nivel de servicio	Fórmula en función del tiempo con niveles E-F	Fórmula en función del tiempo con niveles E-F

*Por ejemplo, el indicador sobre retroreflexión de las marcas viales (I21) indica un factor de corrección a la baja de (-0,2% \* L) si los valores medios de 1 km descienden por debajo de 200 mcd/(lx\*m2). Un “descuido” en la conservación de las marcas viales, en un tramo de calzada de 50 km, conlleva un factor de corrección de la tarifa a la baja de un (-10%). Solo este factor corrector dejaría la tarifa mensual en un 90% de la correspondiente, afectando por ello a la cantidad total a abonar al concesionario en ese mes. Además, si el valor umbral estuviera por debajo de 175 mcd/(lx\*m2) habría que añadir una penalidad de un 50%.*

### II.3.2.- Penalidades

La práctica totalidad de los indicadores dispuestos en el Pliego recogen una serie de penalizaciones (llamadas en el Pliego “**penalidades**”) por:

- Incumplir unos valores – umbral de calidad que se describen en el Pliego.
- Incumplir el tiempo de respuesta para reparar el deterioro, en su caso.
- Incumplir la frecuencia de medida de las auscultaciones o inspecciones descritas en el Pliego para cada indicador.

**Estas penalidades se aplicarán simultáneamente con las correcciones a la baja descritas anteriormente.**

#### **61.1 Incumplimientos graves**

Constituyen incumplimientos graves:

- b) La existencia de tres faltas leves de incumplimiento del valor umbral mínimo o máximo, según sea el caso, o del tiempo de respuesta o de la frecuencia de medida de un indicador de los recogidos en el anexo 7 en un mismo tramo de 10 km o mes.
- c) El incumplimiento del valor umbral mínimo o máximo, según sea el caso, o de la frecuencia de medida de un indicador de los recogidos en el anexo 7, siempre que esté relacionado con la seguridad de la vía, de acuerdo con lo indicado en la descripción del mismo.
- d) El incumplimiento del plazo o tiempo de respuesta para la corrección de un incumplimiento del valor umbral mínimo o máximo, según sea el caso, de un indicador de los recogidos en el anexo 7, siempre que esté relacionado con la seguridad de la vía. Si transcurrido dicho plazo o tiempo de respuesta no se ha procedido a la corrección de dicha falta, el concesionario volverá a incurrir en la penalidad correspondientes y volverá a iniciarse el plazo o tiempo de respuesta para la corrección de dicha falta. Si volviera a transcurrir el plazo o tiempo de respuesta ~~sin~~ <sup>del Exo</sup> procederse a la corrección de dicha falta la administración podrá optar a la rescisión del contrato.

#### **61.2 Incumplimientos leves**

Constituyen incumplimientos leves durante la ejecución del contrato en sus diferentes fases los siguientes:

- a) El incumplimiento del valor umbral mínimo o máximo, según sea el caso, o de la frecuencia de medida de un indicador de los recogidos en el anexo 7, siempre que no esté relacionado con la seguridad de la vía, de acuerdo con lo indicado en la descripción del mismo.
- b) El incumplimiento del plazo o tiempo de respuesta para la corrección de un incumplimiento del valor umbral mínimo o máximo, según sea el caso, de un indicador de los recogidos en el anexo 7, siempre que no esté relacionado con la seguridad de la vía. Si transcurrido dicho plazo o tiempo de respuesta no se ha procedido a la corrección de dicha falta, el concesionario volverá a incurrir en la penalidad correspondientes y volverá a iniciarse el plazo o tiempo de respuesta para la corrección de dicha falta. Si volviera a transcurrir el plazo o tiempo de respuesta sin procederse a la corrección de dicha falta la administración podrá optar a la rescisión del contrato.

- d) Cada vez que las penalidades impuestas al concesionario superen el 5 por ciento (5%) del presupuesto total de las obras del Área 1, o del 5 por ciento (5%) del canon obtenido por la explotación de la Autovía durante el año anterior (durante la fase de explotación), el órgano de contratación estará facultado para proceder a la resolución del mismo o acordar la continuidad de su ejecución con imposición de nuevas penalidades.
- e) El límite máximo de las penalidades a imponer al concesionario no podrá exceder del 10 por ciento (10%) del presupuesto total de las obras del Área 1 durante la fase de construcción, o, del 20 por ciento (20%) de los ingresos obtenidos por la explotación de la Autovía durante el año anterior, durante la fase de explotación. En el supuesto de que fuese preciso superar estos límites, la Administración acordará la resolución del contrato de concesión.

Las cuantías de las penalidades se han recogido, de una manera resumida, en la tabla del apartado II.1 de esta 2ª parte de este documento.

En general, se trata de valores muy importantes.

*Por ejemplo, el indicador I38 se refiere a la atención de accidentes e incidentes, y además de otras tareas, obliga a llegar al lugar, para señalizar y balizar el peligro, antes de una hora. La ficha del indicador señala que se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple cualquier tiempo de respuesta. Es decir, si se llega después de transcurrida una hora en un solo caso en el mes, la penalidad es:*

$$\text{Penalidad} = (\text{Tarifa base}) * (-15/100) * (\text{veh.-km totales})$$

*Lo que viene a ser una penalización del 15% de la retribución mensual.*

## **II.4.- El nivel de exigencia de los indicadores dispuestos**

Tal como se ha visto, **los valores de la corrección a la baja de las tarifas, y de las penalidades, son muy elevados.** Cabe por ello plantearse analizar el nivel de exigencia de estos indicadores.

Este estudio se va a realizar según los distintos grupos de indicadores (operacionales, estructurales, funcionales y de entorno):

### **II.4.1.- Grupo de indicadores operacionales**

Tal como se ha indicado anteriormente, **en 21 casos puede considerarse que el tratamiento dado a los indicadores por el Pliego es el de considerarlos operacionales.** Ordenándolos por conceptos resulta:

Nº	Asunto controlado	Plazo de respuesta
<b>ATENCIÓN A ACCIDENTES O INCIDENCIAS</b>		
I38	<b>Atención a incidentes y accidentes</b>	Señalización: 1 hora; reparaciones señalización, balizamiento y elementos de contención: 24 h; otras reparaciones: 1 semana
I41	<b>Vigilancia</b>	No fija. Se limita a fijar las condiciones de la vigilancia
<b>ATENCIÓN DE OTRAS INCIDENCIAS</b>		
I12	<b>Taludes</b>	1 hora-2 días
I15	<b>Limpieza de calzada y arcenes</b>	1 hora
<b>VIALIDAD INVERNAL</b>		
I17	<b>Vialidad Invernal</b>	Duración nevada + 2 horas
<b>MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE SEGURIDAD</b>		
I27	<b>Funcionamiento de la iluminación</b>	48 horas- 1 mes
I30	<b>Funcionamiento de iluminación de túneles</b>	24 h-1 mes
I31	<b>Funcionamiento de ventilación en túneles</b>	1 hora-3 días
I32	<b>Equipos de extinción de incendios en túneles</b>	"inmediata" – 1 día
I33	<b>Estado de instalación eléctrica en túneles</b>	24 h
I34	<b>Funcionamiento del sistema de comunicación en túneles</b>	"inmediata" – 5 horas
I35	<b>Funcionamiento del sistema de vigilancia en túneles</b>	"inmediata" – 24 horas
I36	<b>Despeje de zonas de emergencia en túneles</b>	"inmediata"
<b>REPARACIÓN DE DEFECTOS O DETERIOROS DE VIALIDAD</b>		
I5	<b>Firmes. Regularidad superficial transversal (roderas)</b>	1 mes
I9	<b>Firmes. Asentamiento</b>	Señalización 1 h Reparación 24 h
I10	<b>Firmes. Baches</b>	24 horas
I13	<b>Siegas, podas, desbroce</b>	48h-3 meses
I16	<b>Puentes</b>	"inmediato" – 3 meses
I24	<b>Señalización vertical y balizamiento</b>	"inmediata" – 1 semana
I26	<b>Limpieza y reparación del drenaje</b>	Inmediata-7 días
I37	<b>Barreras y elementos de contención no afectadas por accidentes o incidentes</b>	1 hora – 5 días

Tal como se ha indicado anteriormente, si se analiza lo dispuesto en el Pliego de los Contratos de Concesión, **en la práctica totalidad de estos indicadores “operacionales” se establecen unos tiempos de respuesta que deben cumplirse para no incurrir en penalidad.**

**En la práctica, supone considerar implícitamente un indicador operacional clásico, definido como el % de veces en las que se atiende la obligación dentro del plazo establecido. El valor 100 sería perfecto, y el valor 0 el peor posible. Pues bien, en el Pliego de estos Contratos no se admite otro valor que el 100.**

¿Cuál es la realidad en otros contratos similares, como son los de conservación integral del Ministerio de Fomento?

En las figuras II.4.1.1 y II.4.1.2 se ha representado una gráfica con los tiempos de atención a accidentes e incidencias en el Sector TE-1 (Teruel), entre julio de 2003 y junio de 2007. Las gráficas exponen en ordenadas el logaritmo del tiempo transcurrido en minutos, y en abscisas los distintos casos, ordenados en función del tiempo. Solo se han representado los casos en los que el tiempo de atención ha superado los 10 minutos.

A su vez, en la figura II.4.1.3 se ha representado una gráfica similar, relativa al tiempo transcurrido hasta finalizar la atención de incidentes, en el mismo Sector de conservación.

Puede observarse cierta similitud en estos gráficos. En todos ellos cabe destacar:

- La existencia de una serie de casos en los que el tiempo de atención es cero. Se trata de casos detectados por los propios equipos de conservación y explotación, al circular por la red de carreteras. No se han representado en las gráficas.
- La existencia en la zona central de una serie amplia de casos en los que los tiempos de atención se encuentran en un ámbito fácil de definir, generalmente lineal en escala logarítmica.
- La existencia de una serie de casos en los que los tiempos de atención al accidente o a la incidencia son notablemente superiores a los del resto de la serie, bien por haber sufrido dos incidencias a la vez, bien por falta de reacción adecuada, bien por ser zonas de difícil acceso desde el Centro de Conservación.

En todos estos gráficos resulta sencillo obtener **un primer indicador operacional, definido como el tanto por ciento de casos en los que se**

ha atendido el accidente o el incidente en menor plazo que uno fijado previamente por el Sistema de Gestión (o el Pliego correspondiente). Estos indicadores son los que habitualmente aparecen definidos en los Pliegos. Son sencillos, pero no llegan a representar fielmente la calidad del servicio prestado, pues ya se ha indicado que pueden darse circunstancias en las que sea muy difícil atender dentro de plazo la incidencia (caso de varias incidencias a la vez, que es más habitual de lo que parece en situaciones extremas de meteorología, por ejemplo, o casos en los que el acceso desde el Centro de Conservación es complicado).



Figura II.4.1.4  
Indicadores operacionales sencillos. Sector TE-3 (Montalbán). Periodo febrero 2003-junio 2007

En la figura II.4.1.4 se ha recogido el valor de estos indicadores operacionales sencillos en el Sector TE-3 (Montalbán, Teruel) en los últimos 4 años. **Puede observarse que entre el 1% y el 2% de los casos se ha llegado a atender el accidente o la incidencia en plazos superiores a una hora.** Estos valores suelen ser normales en otros Sectores de Conservación, por las razones ya expuestas (**habitual coincidencia de incidencias y accidentes en determinados momentos con meteorología adversa, localización lejana en algunos casos, etc**). Evidentemente, en estos casos, si se tratara de contratos de Concesión, existirían penalidades importantes, pues ya se ha indicado que el valor exigido por el Pliego es del 100%.

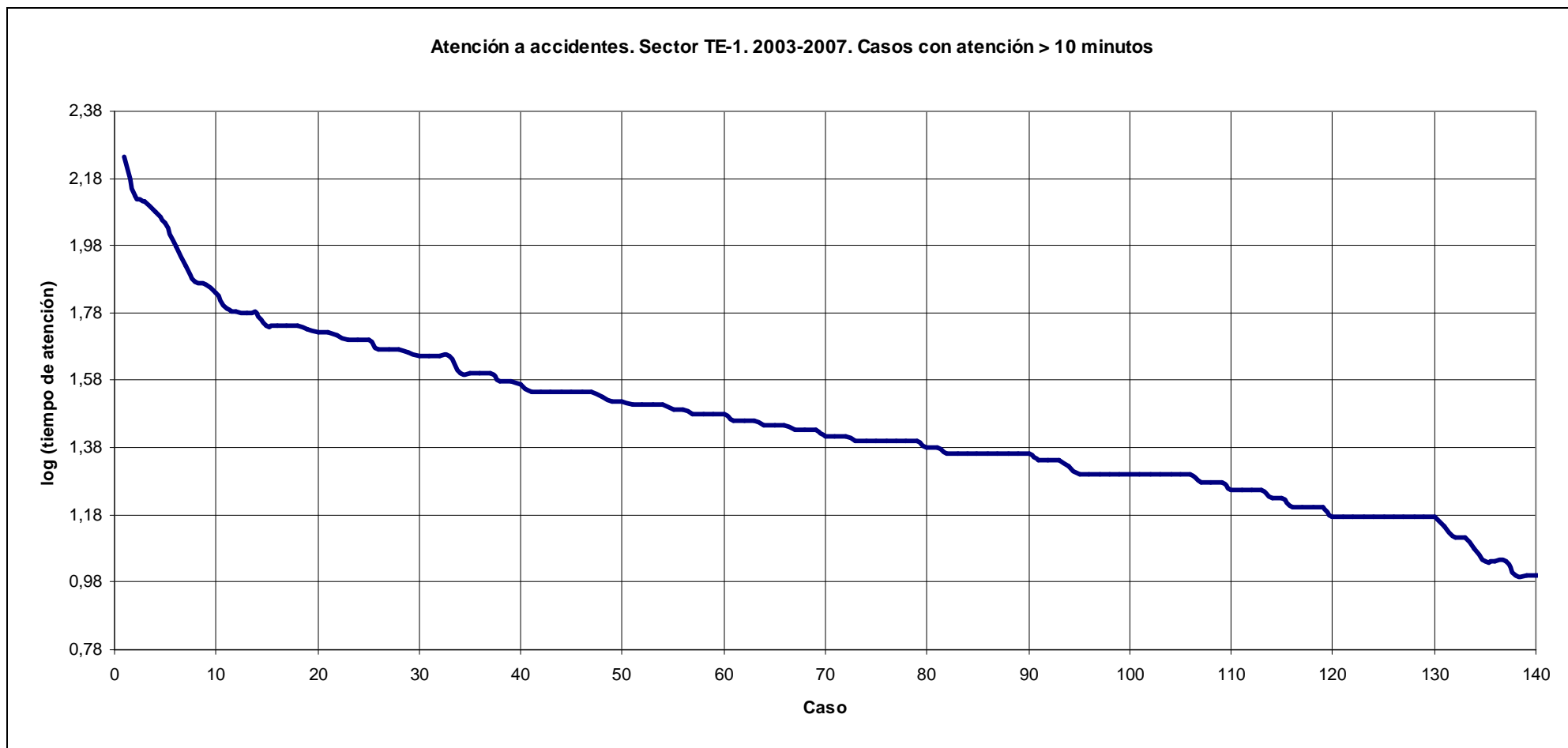


Figura II.4.1.1

Tiempo de atención a accidentes en el Sector TE-1, con sede en Teruel, entre julio de 2003 y junio de 2007.  
 La gráfica recoge solo los casos en los que el tiempo de atención ha sido igual o superior a 10 minutos.  
 En ordenadas se ha representado el logaritmo del tiempo, en minutos.

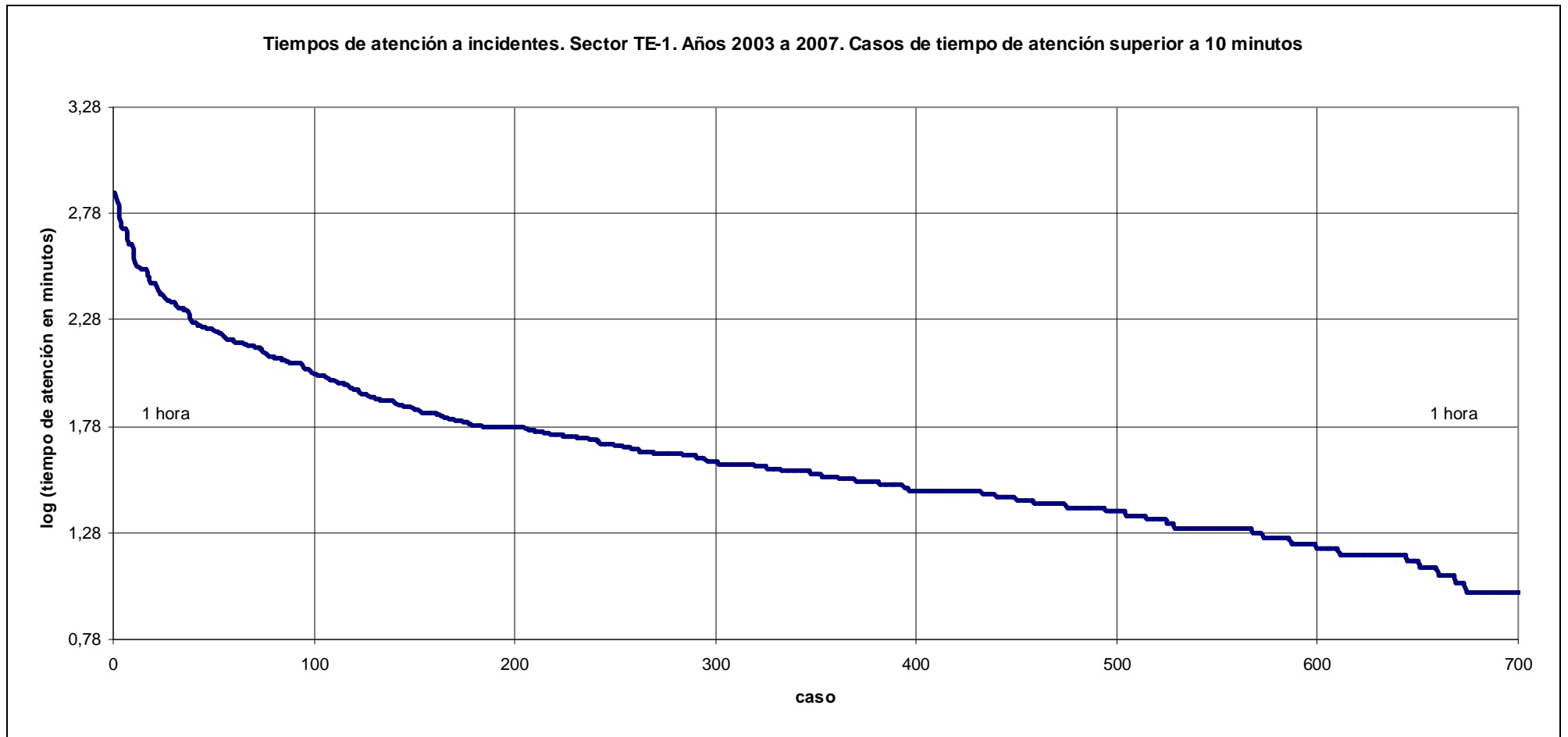


Figura II.4.1.2

Tiempo de atención a incidencias en el Sector TE-1, con sede en Teruel, entre julio de 2003 y junio de 2007.

La gráfica recoge solo los casos en los que el tiempo de atención ha sido igual o superior a 10 minutos.

En ordenadas se ha representado el logaritmo del tiempo, en minutos.

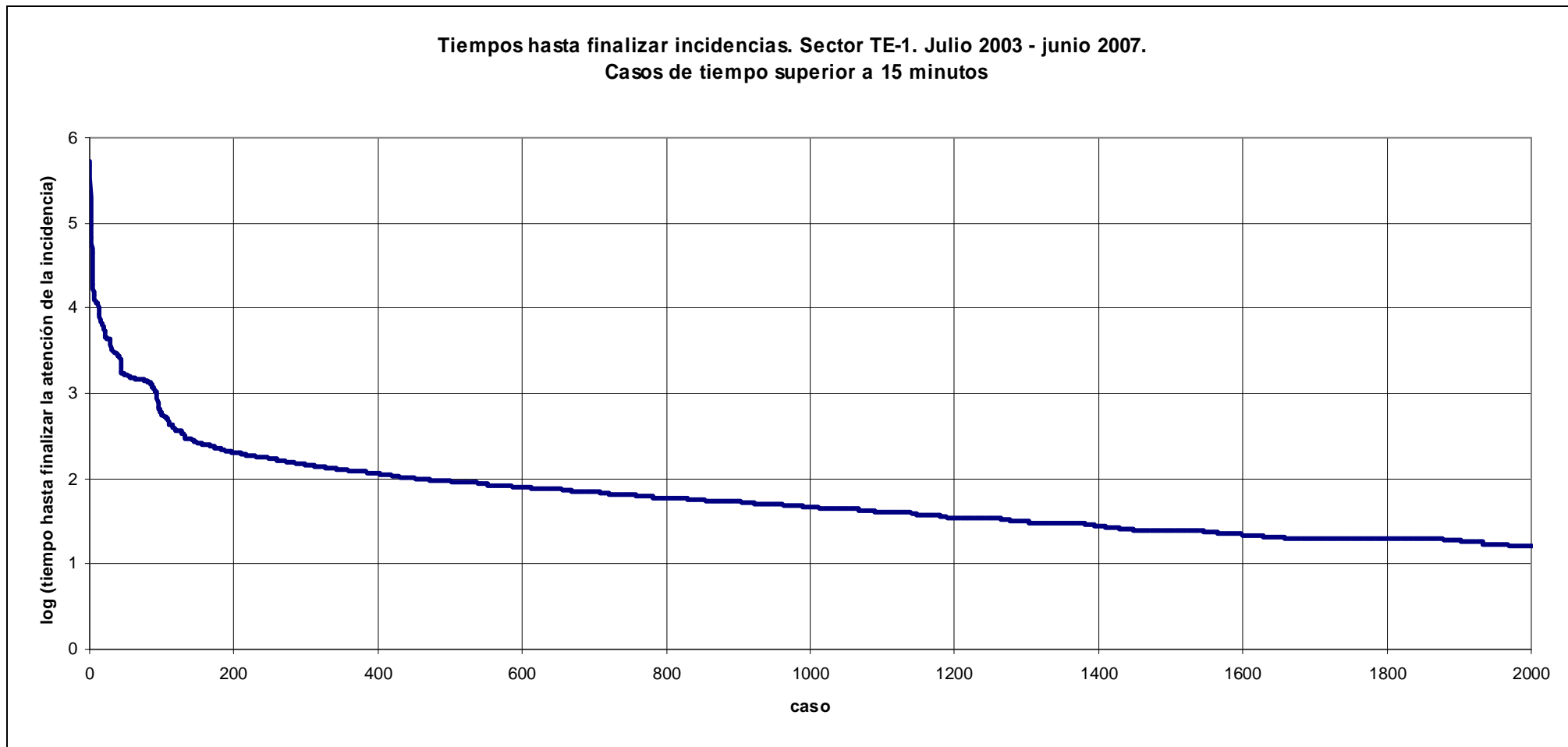


Figura II.4.1.3

Tiempo transcurrido hasta finalizar la atención de incidencias en el Sector TE-1, con sede en Teruel, entre julio de 2003 y junio de 2007.  
La gráfica recoge solo los casos en los que el tiempo transcurrido ha sido igual o superior a 15 minutos.  
En ordenadas se ha representado el logaritmo del tiempo, en minutos.

Para la atención urgente de defectos y deterioros que puedan afectar a la vialidad, el cumplimiento del tiempo de respuesta exigido en los Sistemas de Gestión de los contratos de Conservación Integral viene a ser de una media del 90%. Hay que indicar que el tipo de los defectos y deterioros urgentes es mayor que el recogido en los Pliegos de Concesiones (que se limitan a una serie de elementos concretos de la carretera, y no a la totalidad).

Por otra parte, cabe meditar sobre qué servicio es más adecuado: El de una empresa que atendiera todas las incidencias en 59 minutos (cuyo indicador, en el caso de contratos del Estado, sería 100) o el de otra que atendiera siempre en el menor tiempo posible todas las incidencias, pero en una ocasión haya tardado una hora y un minuto (cuyo indicador sería inferior a 100, y por ello podría tener penalización económica).

Por eso, resulta de interés analizar este tipo de gráficos de tiempos para profundizar más en la calidad de servicio ofrecida.

**Todas las gráficas, en escala logarítmica, suelen tener en la parte central, y con muy alta correlación, una recta.** En la parte izquierda (casos con mayor tiempo de respuesta) suele desplazarse la curva respecto a la recta central, sobrepasando en ocasiones el tiempo máximo establecido por el Sistema de Gestión. Por su parte, si se dibujaran en la gráfica todos los casos, se tendría en la parte derecha una serie de actuaciones con tiempo cero (la gráfica tendería a  $-\infty$ ), que son aquellas que son atendidas directa e inmediatamente por el equipo o trabajador que las detecta.

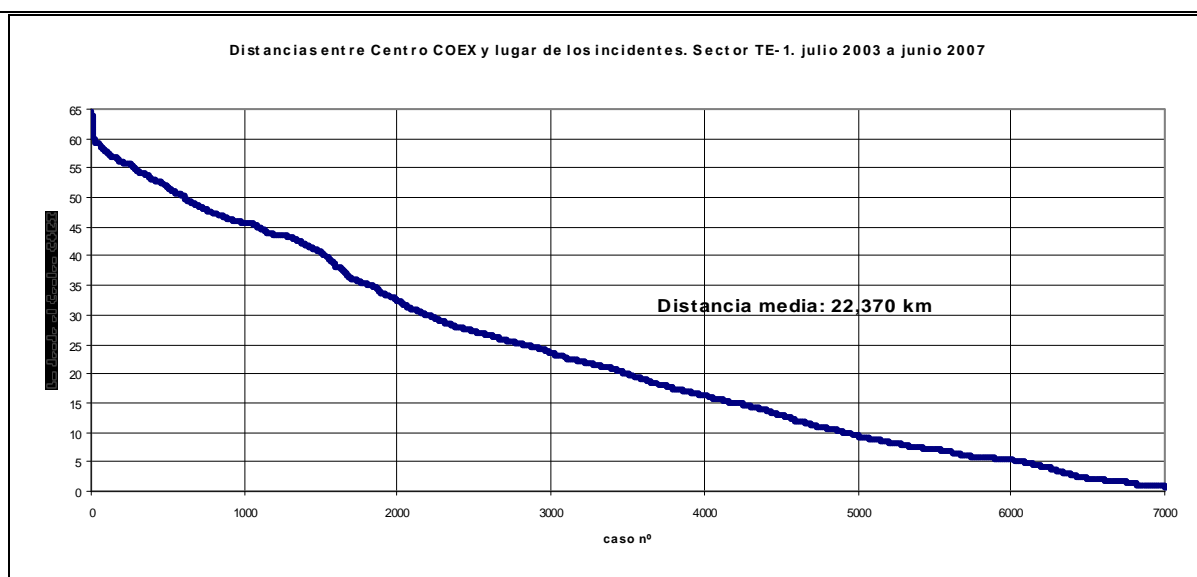


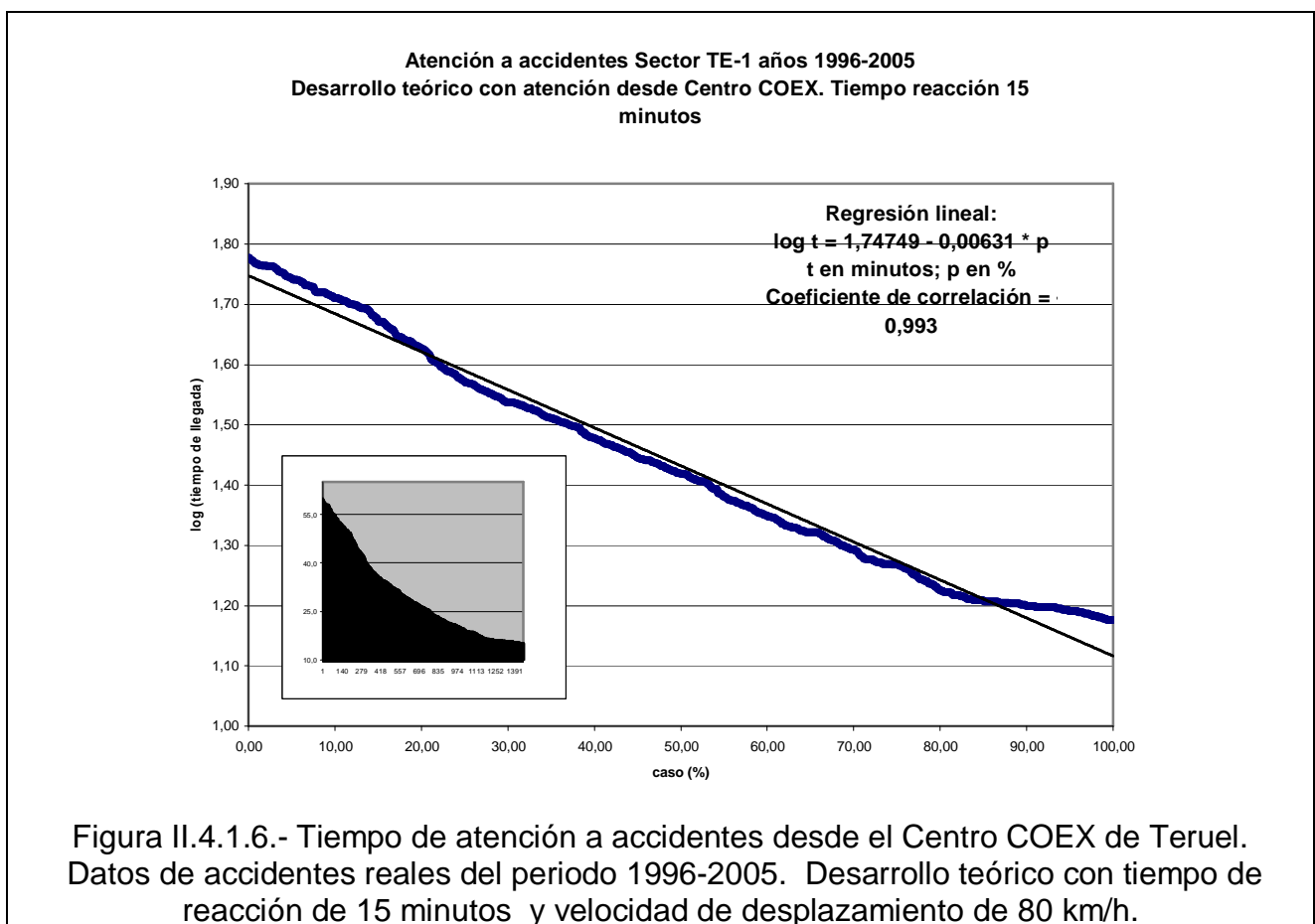
Figura II.4.1.5.- Distancia del Centro COEX de Teruel al lugar de las incidencias registradas en el Sector TE-1. Periodo julio de 2003 a junio de 2007

La localización, tanto temporal como espacial, de las operaciones de vialidad, es puramente aleatoria. Parecen lógicos por ello los resultados indicados en el apartado anterior, con gráficos de tiempo de atención que siguen curvas exponenciales.

Se desarrolla a continuación un caso **teórico**, basado en datos de accidentalidad reales, correspondientes a los años 1996 a 2005, en el Sector de carreteras TE-1, con sede en Teruel. Se han estudiado los datos de accidentes ocurridos en el periodo citado, y se ha supuesto un periodo de reacción de los equipos de 15 minutos, y una velocidad media de 80 km/h hasta el lugar del accidente. En un primer caso, se ha estudiado el gráfico resultante para atender a los accidentes desde el Centro de Conservación de Teruel (es decir, desde el auténtico Centro COEX). Este gráfico se muestra en la figura II.2.4.6, y como cabía esperar, resulta una función exponencial con una elevada correlación:

$$t \text{ (minutos)} = 55,91 * 10^{-0,00631 * p}$$

*(t = tiempo en minutos; p = % de casos con tiempo superior a t)  
(promedio de 29,59 minutos)*

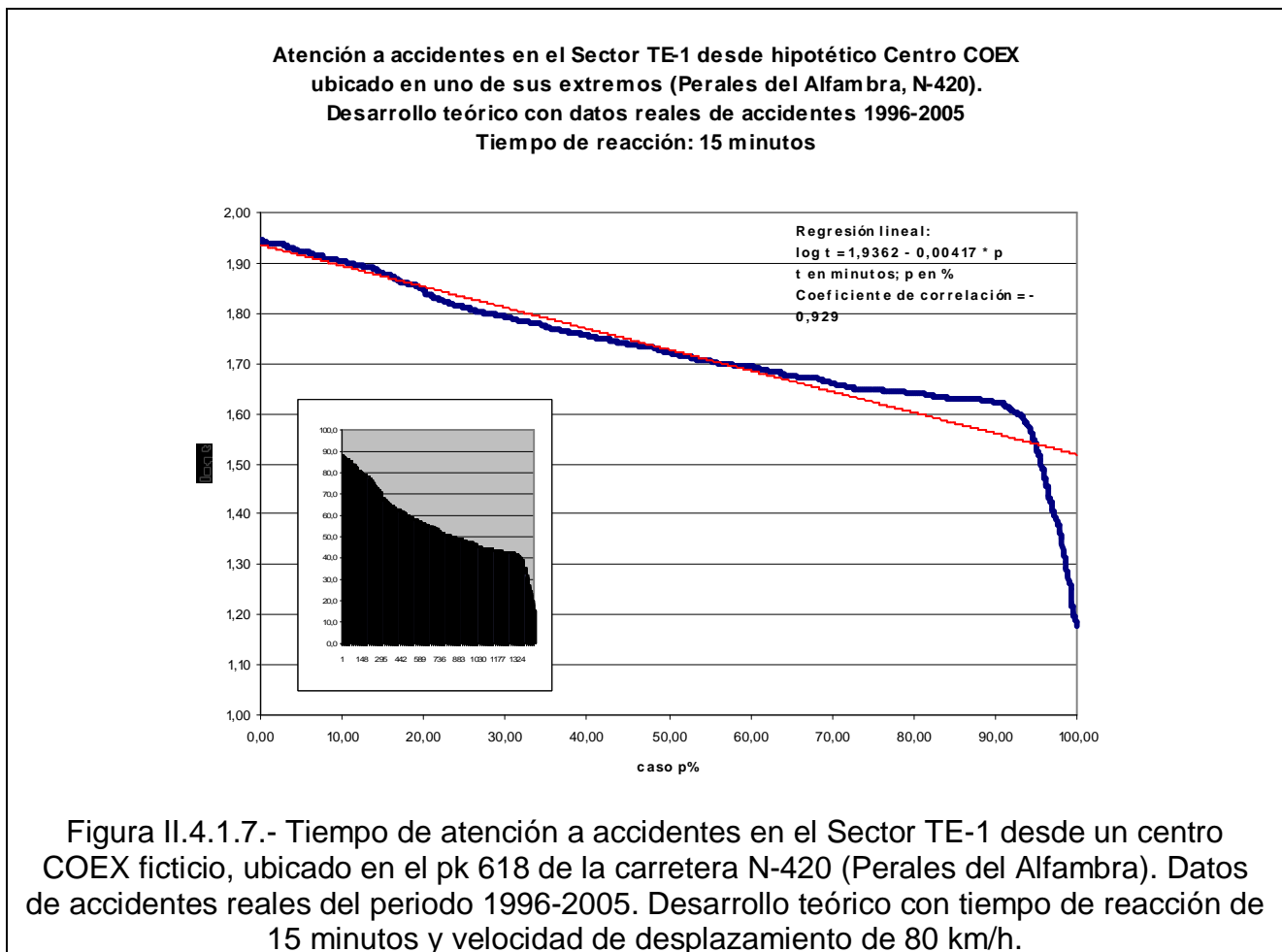


Según este estudio teórico, cabe esperar que el 100% de los accidentes puedan ser atendidos desde Teruel en menos de una hora, que es lo que establece el Pliego.

Se ha procedido también a analizar cuál sería el gráfico resultante si el Centro de Conservación no se encontrara donde está (en Teruel), sino en el pk 618 de la carretera N-420 (es decir, en uno de los extremos del Sector). En la figura II.4.1.7 se ha recogido el gráfico resultante, que se corresponde, con correlación menos elevada, con la curva:

$$t = 86,34 * 10^{-0,00417 * p} \quad (\text{promedio de } 55,60 \text{ minutos})$$

Está claro que en este caso, sin variar los criterios de tiempo de reacción y de velocidad de desplazamiento, cabe esperar un tiempo máximo de 86,34 minutos, que sería muy superior al contractual, e incluso el promedio, tan elevado, indica una mala ubicación del Centro de Conservación respecto a las zonas donde más accidentes se registran. Nótese en este sentido el brusco descenso de la gráfica de tiempos, respecto a la recta de regresión, en valores próximos a p=100%, y el alto valor absoluto de t<sub>1</sub>.



En la Jornada Técnica celebrada en Valencia el 22 de marzo de 2006, se continuó con este desarrollo teórico, suponiendo la existencia de más centros de conservación en el Sector TE-1 (dotados con equipos de atención de accidentes), deduciendo los tiempos máximos de atención resultantes y valorando el coste. El gráfico que se obtenía es el de la figura II.4.1.8.

Como cabe esperar, rebajar el tiempo máximo desde 55,9 minutos a 33,6 minutos supone un coste relativamente razonable. A partir de este punto, la rebaja de tiempos supone un incremento de costes muy elevado. Esto debería ser tenido en cuenta a la hora de establecer (o de ofertar) determinados indicadores operacionales contractuales.

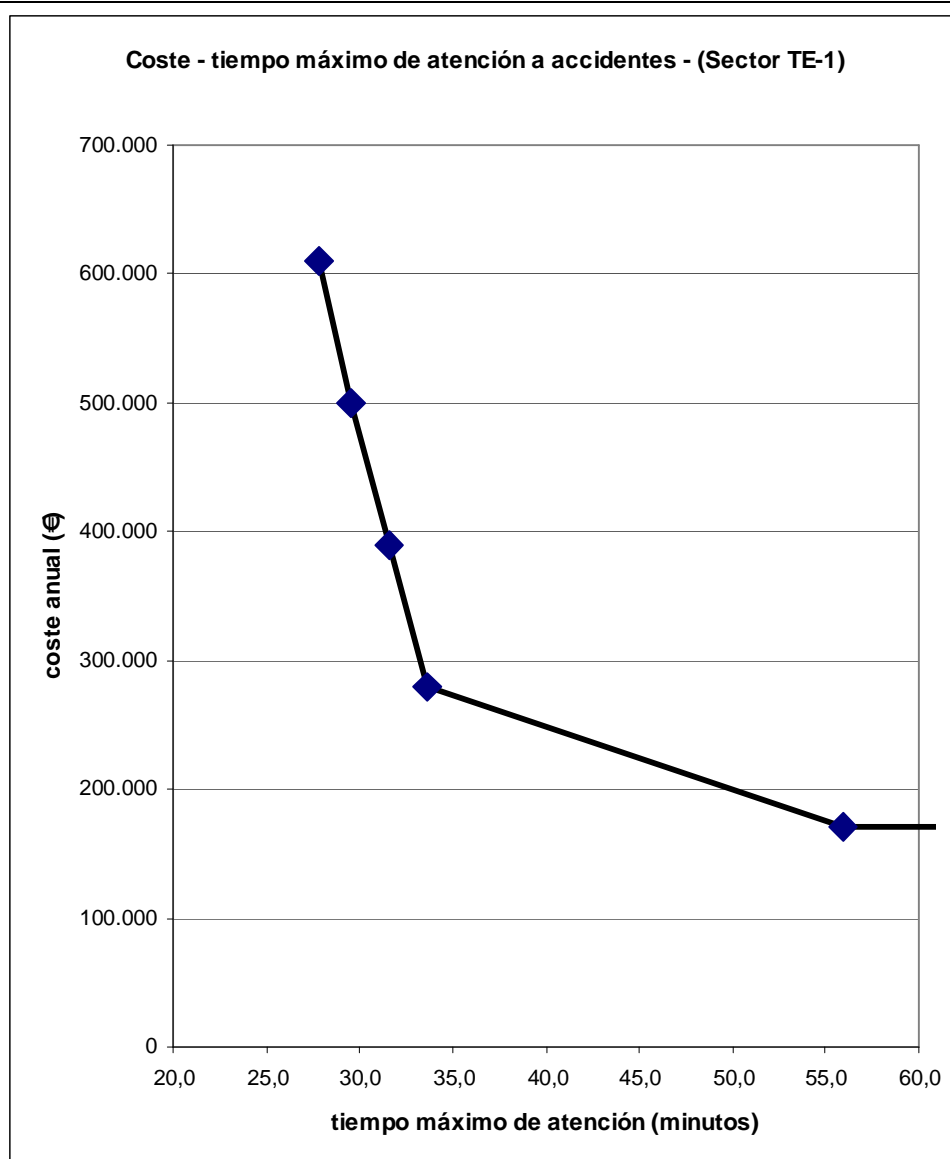


Figura II.4.1.8  
Coste anual de atención a accidentes en el Sector TE-1  
en función del tiempo máximo admisible para atender la vialidad.

Como ya se ha expuesto, lo normal es que en los contratos de Concesiones se establezca que el indicador operacional debe ser (implícitamente) de 100, ya que un solo fallo implica la imposición de penalidad. Un ejemplo es el ya citado indicador I38, cuya ficha se reproduce a continuación.

IDENTIFICADOR		NOMBRE	
I38		Atención a incidentes y accidentes	
NORMATIVA DE REFERENCIA			
MÉTODO MEDIDA			
FRECUENCIA DE MEDIDA			
Cada vez que ocurra un incidente/accidente.			
TIEMPOS MÁXIMOS PARA PENALIDAD			
		Tiempo de respuesta desde que se conoce	
Siempre ante cualquier incidente/accidente, una patrulla se personará en el lugar con la consiguiente señalización y balizamiento, labores de atención a heridos, encauzamiento de tráfico, advertencia a los usuarios, asistencia a la policía y cualquier otra necesaria.		<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Atención, Señalización y balizamiento: 1 h</li> <li>+ Reparaciones y sustituciones de la señalización, del balizamiento y de los elementos de contención: 24 h</li> <li>+ Reparaciones y sustituciones que necesiten medios de construcción adicionales: 1 semana</li> </ul>	
Se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple cualquier tiempo de respuesta.			

El resto de indicadores operacionales de estos Pliegos se refieren a la subsanación de deterioros relacionados con la vialidad. El esquema de estos indicadores es muy similar, penalizando el incumplimiento de los plazos de respuesta indicados, sin analizar el comportamiento global del concesionario.

Cabe deducir por ello que el nivel de calidad exigido por los Pliegos de los Contratos de Concesiones de Autovías de 1ª Generación del Ministerio de Fomento es muy alto.

## II.4.2.- Grupo de indicadores estructurales

Dentro de este grupo podemos considerar **15 de los indicadores** dispuestos en los Pliegos, agrupados en 5 bloques, como se expone en la tabla siguiente:

<b>Indicador</b>	<b>Asunto controlado</b>	<b>Plazo de respuesta</b>
<b>Firmes</b>		
I1	<b>Firmes. Resistencia al deslizamiento</b>	1-2 meses
I2	<b>Firmes. Macrotextura</b>	1-2 meses
I3	<b>Firmes. Regularidad superficial longitudinal (IRI)</b>	6 meses
I4	<b>Firmes. Capacidad estructural (flexibles, semiflexibles y semirrígidos)</b>	6 meses-1 año
I6	<b>Firmes. Fisuración y otros defectos superficiales (flexibles, semiflexibles y semirrígidos)</b>	1-6 meses
I7	<b>Firmes. Fisuración en firmes de hormigón</b>	1-6 meses
I8	<b>Firmes. Transferencia de cargas en firmes de hormigón no continuo</b>	6 meses
I11	<b>Firmes. Limpieza de firmes drenantes</b>	No fija. Obliga a limpiar cada 2 años
<b>Puentes</b>		
I16	<b>Puentes</b>	"inmediato" – 3 meses
<b>Marcas viales</b>		
I21	<b>Marcas Viales. Retrorreflexión</b>	1-2 semanas
I22	<b>Marcas viales. Resistencia al deslizamiento</b>	1 semana
I23	<b>Marcas viales. Luminancia</b>	1 semana
<b>Señalización vertical y balizamiento</b>		
I24	<b>Señalización vertical y balizamiento</b>	"inmediata" – 1 semana
<b>Túneles</b>		
I28	<b>Estado de elementos estructurales de túneles</b>	2 semanas- 1 mes
I29	<b>Estado de los revestimientos de túneles</b>	3 días-1 mes

Para estos indicadores, casi todos ellos obtenidos mediante auscultación mecánica, el Pliego establece una serie de valores-umbral, que deben ser cumplidos en todo momento, y unos plazos de respuesta para el caso de que no se alcancen los estándares establecidos.

**En general, se trata de unos valores-umbral similares a los que la normativa sectorial establece para tener que efectuar una rehabilitación del elemento de la carretera de que se trate. En definitiva, se trata de que el concesionario plantee la rehabilitación de los elementos de la carretera (al menos de los que se han indicado) con la suficiente antelación,**

**cumpliendo o siguiendo la normativa vigente. Hay que tener en cuenta que se produce penalidad si se alcanzan los valores de los indicadores para los que debería haberse planteado la rehabilitación.**

*Alguno de los indicadores puede ser repetitivo, como es el caso del I6 respecto al I4 (el índice estructural, regulado implícitamente por el indicador I6 suele estar muy relacionado con el agotamiento estructural del firme, regulado por el indicador I4). Esto puede dar lugar, en algún caso concreto, a acumulación de penalidades por una misma causa (de todos modos, el índice estructural contempla en la práctica más cuestiones, además del agotamiento estructural).*

**A título de resumen, cabe deducir que el nivel de exigencia del Pliego para los indicadores estructurales es adecuado, coincidente con el que exigiría una rehabilitación en cualquier sistema de gestión.**

### **II.4.3.- Grupo de indicadores funcionales**

Según la clasificación establecida con anterioridad, 6 de los indicadores del Pliego pueden considerarse como funcionales:

	<b>Asunto controlado</b>	<b>Plazo de respuesta</b>
I18	<b>Seguridad vial. Índice de Peligrosidad</b>	No hay
I19	<b>Seguridad Vial. Índice de mortalidad</b>	No hay
I20	<b>Seguridad Vial. Tramos TCA</b>	6 meses
I25	<b>Limpieza de márgenes y áreas de descanso</b>	1h-24 h
I39	<b>Ocupación de carriles</b>	No fija.
I40	<b>Nivel de servicio</b>	No fija

El tratamiento dado a estos indicadores es variado:

- Los indicadores I18 e I19 analizan la variación de los índices de peligrosidad y de mortalidad en los últimos 4 años, y establecen bonificaciones o penalizaciones en función de esta variación. Se computa y liquida anualmente (a partir del 4º año de contrato). La bonificación o penalización (según baje o suba el índice correspondiente) viene a ser de 20.000 euros/año por cada 1% de modificación del índice, si bien para que se produzca bonificación la variación debe ser superior al 25%.
- El I20 (tramos de concentración de accidentes, TCA), más que un indicador, viene a ser un conjunto de obligaciones para actuar en un plazo determinado cuando se haya detectado la existencia de un

TCA, y para hacerlo de manera eficiente. La penalización por no actuar es muy alta (15%), así como la no hacerlo eficazmente (7,5%).

- El I25 es un indicador funcional y de entorno, por la afección (positiva o negativa) que respecto al usuario o al vecino colindante con la autovía tiene el correcto mantenimiento de los márgenes de la carretera y de las áreas de descanso.
- El I39 (ocupación de carriles), más que un indicador, viene a ser un conjunto de condiciones impuestas al concesionario para evitar en lo posible la afección al usuario con retenciones debidas al corte voluntario de carriles (para efectuar trabajos programados). Incluye como penalidad la existencia de longitudes de retención mayores de 200 m con velocidad de los vehículos inferior a 40 km/h debidas al corte de carriles efectuado por el concesionario. La penalidad en este caso es del 4% mensual.
- El I40 (nivel de servicio) se liquida (al alza o a la baja) una vez al año, en función del número de horas con congestión (niveles E o F) que se hayan registrado. Puede llegar a ser importante, en especial en tramos con habituales problemas de congestión. Así, a título de ejemplo, si durante un 10% de las horas anuales se está en los niveles E o F, resulta una penalidad del 2% de la cuantía anual a percibir.

**En este tipo de indicadores debe ser tenido en cuenta que en ocasiones puede haber intervenciones ajenas al concesionario que pueden afectar a los valores del indicador** (por ejemplo, la construcción de una instalación que conlleve asistencia masiva de público, en las cercanías de la autovía, puede provocar una disminución del nivel de servicio durante algunas horas, o incluso un aumento de la peligrosidad; también habría, por el contrario, un aumento del número de vehículos x km que utilizarían la autovía).

#### **II.4.4.- Grupo de indicadores de entorno**

En este grupo se pueden clasificar tres indicadores, todos ellos relacionados con el mantenimiento de la vegetación y de las plantaciones, así como de la limpieza de márgenes y áreas de descanso. Se relacionan en la tabla siguiente:

	<b>Asunto controlado</b>	<b>Plazo de respuesta</b>
I13	<b>Siegas, podas, desbroce</b>	48h-3 meses
I14	<b>Mantenimiento de plantaciones</b>	2 semanas
I25	<b>Limpieza de márgenes y áreas de descanso</b>	1h-24 h

El I13 y el I25 tienen una vertiente operacional, en el caso de afectar a la seguridad vial. En la parte que no lo son (mantenimiento ordinario), así como en el otro indicador, el Pliego establece una serie de condiciones para llevar a cabo el mantenimiento, con unos plazos de actuación.

## **II.5.- La mejora de los indicadores en las ofertas**

En la valoración de la Propuesta Técnica de los ofertantes, se tiene en cuenta la oferta de una mejora en los indicadores:

### ***1) Mejora de Indicadores de Estado y calidad del servicio (VPTICS)***

Los licitadores podrán proponer mejoras en los umbrales y tiempos de respuesta en relación con los indicadores de estado y calidad del servicio que regirán las correcciones de la tarifa. En este caso regirán los nuevos valores de mejora ofertados. Estas mejoras deberán quedar reflejadas en las fichas modificadas correspondientes de los indicadores que sustituirán a sus correspondientes fichas en el Anexo 7.

*La valoración por este concepto estará comprendida entre 0 y 10 puntos para el conjunto de los indicadores I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11, I12, I16, I21, I22, I23, I24, I28, I29, I30, I31, I32, I33, I34, I35 y entre 0 y 10 puntos para el conjunto del resto de los indicadores. La definición y descripción de los indicadores se adjunta en el Anexo nº 7*

La valoración técnica VPTICS vendrá determinada por la suma de las valoraciones y estará comprendida entre cero (0) y veinte (20).

En los Pliegos de 2007, la puntuación técnica de las ofertas presentadas es de un 50 % sobre el total (el otro 50% corresponde a la oferta económica).

A su vez, la puntuación técnica se obtiene mediante la fórmula:

$$PT = 70 \times \frac{\text{ValoraciónTécnica}(VT) - 60}{\text{ValoraciónTécnicaMásAlta} - 60} + 30$$

**Pues bien, la mejora en la oferta de los indicadores puede suponer hasta 20 puntos en la valoración técnica VT (el máximo valor de VT es 100). Es el apartado con mayor puntuación de todos los que conforman la citada valoración técnica VT.**

## **II.6.- Sugerencias para la implantación de indicadores en Contratos**

En los apartados que siguen se recogen una serie de sugerencias respecto a la implantación de diversos tipos de indicadores en los contratos, o de ofertarlos una empresa. No se refiere este capítulo a los contratos de Concesiones de Autovías de 1ª generación, analizados anteriormente, sino a un caso general.

### **II.6.1.- Recomendaciones para la disposición de indicadores operacionales**

En el momento de incluir los indicadores operacionales en un contrato o de ofertarlos una empresa de conservación, y más si del resultado de los mismos se derivan sanciones (o bonificaciones) económicas para el contratista, es aconsejable seguir una serie de criterios:

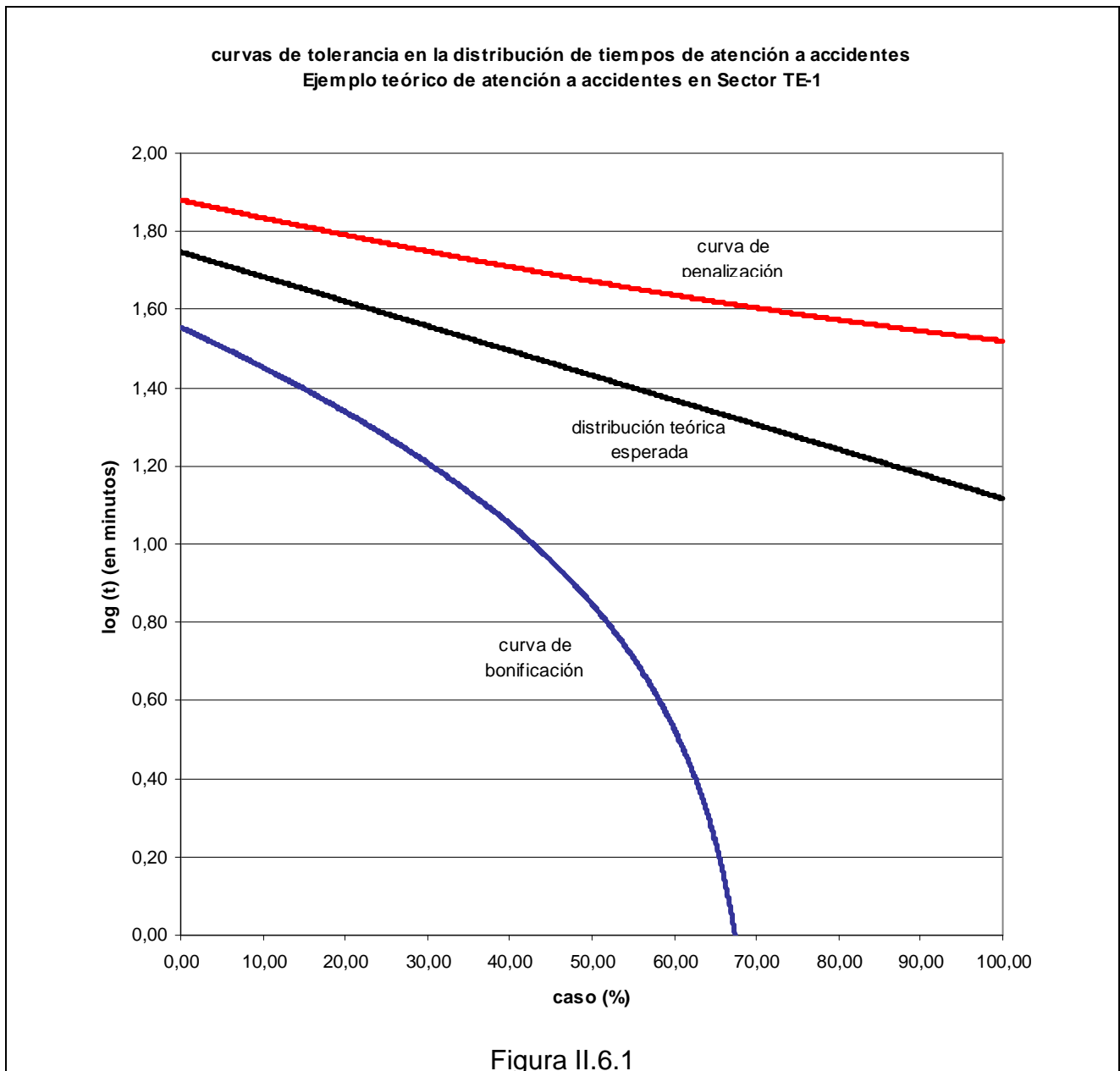
- Ø Incluir no solamente la atención a accidentes o incidentes entre las operaciones de vialidad, sino también la reparación de defectos y deterioros relacionados con dicha vialidad, definiendo el límite entre estos deterioros y los que son objeto de la conservación ordinaria.**
- Ø Los indicadores operacionales contractuales deben referirse a actividades que de alguna manera puedan ser responsabilidad de la empresa, o al menos controladas por ella.**
- Ø Es obvio que debe estudiarse, para el tipo de actividad de que se trate, de entre todas las de vialidad, cual es la distribución de tiempos y el tiempo máximo que teóricamente cabe exigir, o bien, si ya se dispone de tiempos históricos reales, analizar los límites de los indicadores que pueden ser exigidos u ofertados.**
- Ø Debe efectuarse un estudio sobre los medios que se exigen o se ofertan en el contrato, en especial la dedicación temporal de los equipos dedicados a la vialidad, ya que su cuantía y el grado de presencia en el Centro de Conservación o en la propia carretera influirán en la obtención de mejores o peores indicadores.**
- Ø Igualmente, debe analizarse la ubicación del Centro de Conservación y Explotación, ya que es un factor importante para los tiempos de atención a incidentes o accidentes.**

- ∅ El control de estas actividades, en estos casos, debe ser externo, bien a cargo de la propia Administración de Carreteras, bien mediante Centros de Control y Comunicaciones ajenos a las empresas encargadas de la conservación integral.
- ∅ En los contratos deberían establecerse, al igual que las sanciones pertinentes en caso de incumplimiento de los indicadores establecidos, la posibilidad de bonificaciones si el cumplimiento supera en un determinado margen al esperado.
- ∅ En los contratos (o en su caso en las ofertas) debería indicarse igualmente el nivel de tolerancia posible antes de la imposición de la sanción económica, ya que el cumplimiento en el 100% de los casos de tiempos inferiores al máximo previsible es muy difícil (coincidencia de incidentes, variables meteorológicas o de tráfico, etc). **El nivel de tolerancia puede establecerse de distintas maneras:**
- Definir el indicador operacional contractual como el tanto por ciento de actuaciones llevadas a cabo por debajo del tiempo máximo que cabe esperar. Las posibles sanciones irían fijadas en función del indicador, cuando éste fuera inferior a un porcentaje fijado (inferior a su vez al 100%).
  - De una manera más completa, que incluiría la posibilidad de efectuar bonificaciones, o al menos compensar con éstas los posibles casos de atención tardía a las operaciones de vialidad, **a partir de la distribución de tiempos que cabe esperar, diseñando dos curvas-límite, una por exceso (límite de penalizaciones) y otra por defecto (límite de bonificaciones), quedando definido el indicador como el tanto por ciento de actuaciones que se encuentren por debajo del límite máximo marcado.** Este indicador podría ser compensado por los casos en los que la distribución temporal se encontrara por debajo de la curva de tiempos mínimos (límite de bonificaciones).

*En la figura II.6.1 se ha incluido un ejemplo, basado en la distribución que cabe esperar para la atención de accidentes en el Sector TE-1 (suponiendo que siempre se actúa a raíz de aviso al Centro de Comunicaciones, es decir, sin contar los casos de tiempo “cero, atendidos directamente por los equipos presentes en la carretera). En este ejemplo, las curvas de máximos y mínimos se diferencian de la distribución de*

tiempos esperados en 20 minutos. El contratista o concesionario debería intentar que su gráfica estuviera al menos en el interior de la franja, siempre por debajo de la curva roja, lo cual obliga a atender todos los accidentes en un tiempo máximo (como establece el Pliego), pero también a que buena parte de ellos sean atendidos en plazos bastante inferiores (los más próximos al Centro de Conservación, o aquellos que son detectados por los propios equipos gracias a su presencia en carretera).

Ø No solamente deberían fijarse indicadores para la atención del accidente o incidente (que generalmente suele consistir en la presencia de los equipos y en la señalización), sino también para llevar a cabo las actuaciones de reparación precisas.



## **II.6.2.- Recomendaciones para la disposición de indicadores estructurales contractuales.**

Es evidente que en toda gestión moderna de carreteras es necesario utilizar indicadores estructurales, ya que no se concibe que no se implanten Sistemas de Gestión para la programación objetiva de las operaciones de conservación necesarias.

Así pues, **lo primero que cabría imponer en un contrato de conservación integral, y más aún, en un Pliego de Concesión de un tramo de carretera, es la necesidad de programar adecuadamente las operaciones mediante la implantación y desarrollo de los correspondientes Sistemas de Gestión.**

Al margen de lo anterior, y tal como se ha visto anteriormente, resulta útil el uso de determinados indicadores estructurales para controlar el nivel de calidad de la conservación.

En estos casos, los Pliegos deben definir con claridad:

- **La denominación del indicador.**
- **El método de medida.**
- **La Normativa aplicable.**
- **La programación temporal o la frecuencia de la medida.**
- **La definición del indicador**, a partir de los datos de la auscultación o de la inspección visual correspondiente.
- **El valor límite admisible.**
- **El plazo o tiempo de respuesta para la corrección.**
- **El régimen de penalizaciones o bonificaciones.**

A su vez, **resulta de interés que el número de indicadores contractuales sea lo más amplio posible**, referidos a un buen número de los elementos que integran una carretera, ya que pudiera darse el caso de primar, por parte de la empresa encargada de la conservación integral o de la concesionaria, aquellas actuaciones que en la práctica se van a controlar mediante indicadores concretos, dejando olvidados otros elementos que a medio plazo pueden resultar igualmente importantes.

En los casos de conservación integral, debe tenerse en cuenta que a veces, determinadas actuaciones de conservación extraordinaria (por ejemplo, la rehabilitación del firme en un tramo) mejora automáticamente los valores de los indicadores asociados, sin que esa mejora haya sido objeto de la gestión de la empresa encargada de la conservación. Del mismo modo, debe tenerse en cuenta que determinados tramos de carretera pueden estar en unos niveles muy bajos de conservación en el momento de contratar su conservación integral, lo cual debe reflejarse en el valor exigible para los indicadores contractuales.

En los casos de concesiones todas las actuaciones corresponden al concesionario, por lo que deberá tenerse en cuenta solamente el estado inicial de la carretera, en el momento de su “entrega”.

### **II.6.3.- Recomendaciones para la disposición de indicadores funcionales contractuales.**

Al igual que sucede con los indicadores operacionales y estructurales, algunos de los funcionales han sido incluidos en contratos de conservación o Pliegos de Concesiones.

En general, en la mayor parte de los Pliegos, los indicadores funcionales contractuales suelen ser los siguientes:

- El índice de peligrosidad.
- El índice de mortalidad.
- El nivel de servicio de la carretera.
- La ocupación de carril

**Solo en algún contrato de los que han sido puestos en práctica en los últimos años se valora, por medio de encuestas, la opinión de los usuarios de la carretera, pudiendo obtener la empresa adjudicataria una bonificación si esta opinión mejora en el tiempo.**

El índice de peligrosidad, el de mortalidad y el nivel de servicio de la carretera no dependen exclusivamente del buen o mal trabajo de la empresa conservadora o concesionaria, pues existen una serie de factores externos que los condicionan (por ejemplo, en la accidentalidad intervienen los factores humanos, los vehículos, la meteorología, etc., y en el nivel de servicio pueden intervenir factores externos, como es el desarrollo urbanístico colindante con la carretera, o determinados eventos).

En este sentido, debe tenerse la suficiente cautela para introducir este tipo de indicadores en un Pliego, si van a implicar sanciones o bonificaciones. Como en otros casos, resulta en principio más adecuado obligar a que sean utilizados para gestionar (un ejemplo es la obligación de adoptar medidas ante los TCA, que figura en alguno de los Pliegos).

Respecto al indicador de ocupación de carriles, debe tenerse en cuenta que muchas veces es inevitable dicha ocupación, y establecer un margen hasta la penalización, como hacen algunos de los Pliegos, si bien no todos. Es recomendable que esta ocupación se produzca en los momentos de menor afección al tráfico, minimizando un indicador en el que debería intervenir la intensidad de tráfico horaria.

#### **II.6.4.- Recomendaciones para la disposición de indicadores de entorno contractuales**

**En la mayor parte de los contratos de conservación o Pliegos de Concesiones no se incluyen indicadores de entorno**, si exceptuamos los relativos a limpiezas de márgenes, podas, o conservación y mantenimiento de áreas de servicio o de descanso. Las actuaciones de Mejora se limitan a las relacionadas con la seguridad vial y los indicadores funcionales, sobre los que se ha tratado en el apartado anterior.

Anecdóticamente, en alguno de los Pliegos figura un indicador para determinar el estado de la limpieza de márgenes y áreas de descanso. Se trata del único indicador ligeramente relacionado con los de entorno. **En futuros contratos y Pliegos parece necesario que este tipo de indicadores se vayan introduciendo, al menos como acicate para llevar a cabo actuaciones de Mejora.**

#### **II.6.5.- La definición de las distintas variables de los indicadores en los Contratos**

**Uno de los aspectos más complicados a la hora de introducir indicadores en un Pliego es la definición concreta de todas las variables que intervienen.**

Al tratar sobre los indicadores estructurales se ha indicado que deben definirse claramente diversos aspectos: **La denominación del indicador, el método de medida, la Normativa aplicable, la programación temporal o la frecuencia de la medida, la definición del indicador, el valor límite**

**admisible, el plazo o tiempo de respuesta para la corrección, el régimen de penalizaciones o bonificaciones, etc.**

**Estas variables en realidad son aplicables a todos los indicadores.**

*Por ejemplo, en determinados Pliegos se impone que la respuesta sea “inmediata”, término no cuantificable de forma objetiva, por lo tanto difícil de evaluar.*

*Otro de los casos habituales es la carencia de la definición objetiva de determinados términos técnicos (por ejemplo: “Las zonas ajardinadas deberán estar bien mantenidas...”, “no habrá estribos de puentes en mal estado...”, etc).*

**La objetividad en la definición y en la forma de medir los indicadores es básica, si bien no hay que olvidar que solo la experiencia en la aplicación de los indicadores ayudará a mejorar la gestión de futuros Contratos y Concesiones.**

*Caminante, son tus huellas  
el camino y nada más;  
caminante, no hay camino,  
se hace camino al andar.*

*Cantares, Antonio Machado*

Teruel, enero de 2007.