



NOTA TÉCNICA SOBRE LA ARMONIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA DE LA REGULARIDAD LONGITUDINAL, PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO. MARZO 2012

La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento lleva más de tres décadas midiendo, de forma sistemática, la regularidad longitudinal de los pavimentos de toda la red de carreteras del Estado, obteniendo valores del Índice de Regularidad Internacional (IRI), conforme a la norma NLT-330. La medición de este parámetro es también preceptiva en la recepción de capas de firme tanto de obras de nueva construcción como en las de rehabilitación, según el Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

A lo largo de estos años se han ido desarrollando diferentes equipos de auscultación, que han incorporado, progresivamente, los últimos avances tecnológicos en la instrumentación de medida del Índice de Regularidad Internacional (IRI).

Puesto que en la actualidad hay un gran número y variedad de equipos para medir este parámetro, es necesario llevar a cabo ensayos de correlación y controles periódicos de calibración de los mismos, para conseguir una armonización de las mediciones del parámetro IRI tomadas con diferentes equipos.

Por este motivo, desde el año 2009, la Dirección General de Carreteras viene encargando al CEDEX la realización periódica, y con carácter previo al inicio de la campaña de auscultación, de este tipo de ensayos de intercomparación y control de la calibración, de equipos que operan sistemáticamente en la red de carreteras del Estado. En esta Nota Técnica se recogen los resultados del último ensayo de intercomparación llevado a cabo en junio de 2011 por el CEDEX.

El objetivo de este documento es dar la mayor difusión posible, entre las Demarcaciones y Unidades de carreteras del Estado, a las ecuaciones de corrección obtenidas como resultado de dicho ensayo de armonización, las cuales, evidentemente, inciden en la medición del índice de regularidad internacional (IRI), tanto en las campañas de auscultación sistemática de las carreteras en servicio, como en los preceptivos controles de calidad de las capas de firme y de los pavimentos bituminosos de nueva construcción y de rehabilitación, de acuerdo con el PG-3.

En el último ensayo de correlación y control de calibración de equipos de medida de la regularidad longitudinal, participaron un total de 27 equipos, que se pueden



clasificar en dos grupos diferenciados: de bajo y de alto rendimiento. A diferencia de años anteriores, en aquellos equipos de alto rendimiento que son capaces de medir la regularidad longitudinal en ambas rodadas, se han comparado las mediciones y obtenido las ecuaciones de corrección para cada una de ellas.

En el informe del CEDEX de título: *“Evaluación comparativa de los resultados obtenidos con distintos equipos de medida de la regularidad longitudinal (año 2011). Febrero de 2012”*. se recogen los resultados de estos trabajos.

- En ellos se ha desarrollado una nueva metodología de análisis estadístico que permite definir con un intervalo de confianza del 95% qué error se ha cometido con cada equipo, independientemente del rango medido y de cuántas pasadas se hayan realizado en el ensayo de intercomparación.
- Siguiendo ese procedimiento, se ha obtenido para cada equipo, y en su caso para cada rodada, un cuadro resumen estadístico que incluye la ecuación de corrección, y el error mínimo del equipo que servirá para su clasificación como apto o no apto para la medida de la regularidad longitudinal.
- Se ha propuesto que los equipos que midan la regularidad longitudinal, proporcionen el valor del IRI con un error mínimo de equipo, inferior al 13%.
- Los resultados obtenidos por los equipos de regularidad longitudinal de bajo y alto rendimiento se recogen en las tablas siguientes.

TABLA 1: ECUACIONES DE CORRECCIÓN DE EQUIPOS DE BAJO RENDIMIENTO (*)

Equipo	Entidad	Ecuación de corrección	Error min (%)
DIPSTICK	INTERCONTROL	IRI = IRI (Dipstick)	± 3 %
DIPSTICK	CEDEX	IRI = IRI (Dipstick)	± 3 %
IRIS 2000	IDEYCO	IRI = 0.93 x IRI (IRIS 2000)	± 11 %
IRIS 2000	ACCIONA Ingeniería	IRI = 0.91 x IRI (IRIS 2000)	± 11 %
IRIS 2000	PAVASAL	IRI = IRI (IRIS 2000)	± 12 %

(*) Válidos hasta que sean actualizados en posterior ensayo de armonización.

El equipo IRIS 2000 de Eptisa, ha mostrado unos errores de medida superiores al 20% y no se han encontrado ecuaciones de corrección adecuadas para reducir este error a un valor inferior al recomendado. Por lo tanto se considera que este



equipo no es apto, en su situación actual, para medir la regularidad longitudinal, para la recepción de obras de autopistas, autovías, otras vías y la gestión de la RCE.

**TABLA 2: ECUACIONES DE CORRECCIÓN DE EQUIPOS
DE ALTO RENDIMIENTO (*)**

Equipo	Matrícula	Entidad	Láser	Ecuación de la recta	Error min.
Greenwood	4595-DSN	ACCIONA Ingeniería	Derecho	IRI = IRI (Greenwood)	± 11%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 7%
LáserPRO	9843-BXZ	ACCIONA Ingeniería	Derecho	IRI = 0,91 x IRI (LáserPRO)	± 9%
			Izquierdo	*	-
RST02	9976-FHM	ACCIONA Ingeniería	Derecho	IRI = 0,93 x IRI (RST02)	± 8%
			Izquierdo	IRI = IRI (RST02)	± 7%
RST03	1017-GMK	ACCIONA Ingeniería	Derecho	IRI = IRI (RST03)	± 10%
			Izquierdo	IRI = IRI (RST03)	± 9%
Greenwood LP01	7710-FWF	APPLUS	Derecho	IRI = 0,96 x IRI (Greenwood)	± 10%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 8%
Greenwood LP01	9991-GRD	APPLUS	Derecho	IRI = 0,92 x IRI (Greenwood)	± 8%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 10%
Greenwood LP24	7123-HCP	APPLUS	Derecho	IRI = 1,18 x IRI (Greenwood) - 0,44	± 12%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 9%
Greenwood LP25	7913-HBD	APPLUS	Derecho	IRI = 0,94 x IRI (Greenwood)	± 8%
			Izquierdo	IRI = 1,04 x IRI (Greenwood)	± 7%
Greenwood LP25	0066-HCX	APPLUS	Derecho	IRI = 0,96 x IRI (Greenwood)	± 7%
			Izquierdo	IRI = 1,07x IRI (Greenwood)	± 8%
Greenwood	9157-BYJ	COLLOSA	Derecho	IRI = 0,84 x IRI (Greenwood) + 0,26	± 7%
			Izquierdo	*	-
Greenwood	1944-FZD	EUROCONSULT	Derecho	IRI = 0,93 x IRI (Greenwood)	± 11%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 10%
Dynatest	8370-GKW	GEOCISA	Derecho	IRI = 0,96 x IRI (Dynatest)	± 10%
			Izquierdo	IRI = IRI (Dynatest)	± 8%
Greenwood	4427-GND	GEOCISA	Derecho	IRI = 1,37 x IRI (Greenwood) - 0,80	± 11%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 9%
Dynatest	9277-FJM	GYA	Derecho	IRI = IRI (Dynatest)	± 10%
			Izquierdo	IRI = IRI (Dynatest)	± 8%
Greenwood	8544-FZF	IDEYCO	Derecho	IRI = 0,97 x IRI (Greenwood)	± 6%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 8%
Greenwood	0461-FSZ	INTEVIA	Derecho	IRI = 1,29 x IRI (Greenwood) - 0,80	± 11%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 8%
Greenwood	ZA-5983-K	INZAMAC	Derecho	IRI = 0,94 x IRI (Greenwood)	± 9%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 9%
Greenwood	4388-GKK	PAYMACOTAS	Derecho	IRI = 1,15 x IRI (Greenwood) - 0,50	± 10%
			Izquierdo	IRI = IRI (Greenwood)	± 8%
Greenwood	4935-GSM	PAYMACOTAS	Derecho	IRI = 1,25 x IRI (Greenwood) - 0,72	± 12%
			Izquierdo	IRI = 1,04 x IRI (Greenwood)	± 9%
Greenwood	3264-GTD	PAYMACOTAS	Derecho	IRI = 1,16 x IRI (Greenwood) - 0,46	± 6%
			Izquierdo	IRI = 1,05 x IRI (Greenwood)	± 10%

*Estos equipos solo miden la regularidad en la rodada derecha.



El equipo Greenwood LP101 (9268-FJY) de EUROCONSULT, no se considera apto, en su situación actual, para la medida de la regularidad longitudinal ya que, valorado en su conjunto, presenta un error mínimo, tal y como se propone y se define en el informe, superior al 13%.

También hay que señalar del informe del CEDEX los siguientes aspectos de carácter general:

- Al igual que se ha indicado ya en anteriores ediciones de los ensayos de intercomparación, en ellos se verifica no solo el correcto funcionamiento de los equipos sino también el del personal encargado del manejo del mismo y del posterior procesado y obtención de los resultados finales. En relación con este aspecto, se ha detectado que en algún equipo de alto rendimiento una misma persona conduce el vehículo y realiza la toma de datos, lo cual además de estar prohibido por las normas de circulación, influye en una falta de precisión a la hora de marcar los eventos. Así mismo, se consigue una conducción menos precisa que hace que se produzcan desviaciones de la línea de medida, con los consecuentes errores en el cálculo del parámetro IRI.
- En general, se entiende que los errores pueden ser debidos a una gran variedad de causas, entre otras las siguientes:
 - o Falta constante de alineación debida a una conducción deficiente. Por ejemplo, un exceso de velocidad puede dificultar que el vehículo siga con la suficiente precisión la línea indicada.
 - o Desviaciones sistemáticas de la línea marcada por equivocación en la referencia transversal, realizando mediciones en líneas paralelas a las indicadas.
 - o Fallos en el equipamiento electrónico encargado de corregir los movimientos de los vehículos, y que se ponen más de manifiesto en las zonas con peor regularidad.

A la vista de los resultados de la evaluación comparativa de equipos de regularidad longitudinal llevada a cabo por el CEDEX, desde la Dirección Técnica se establece, que a partir de esta fecha, en las mediciones que se lleven a cabo en la red de carreteras del Estado se sigan las siguientes indicaciones:

- Las empresas de ingeniería que lleven a cabo la medición de la regularidad longitudinal con los equipos que figuran en las tablas 1 y 2, deben emplear las ecuaciones de corrección determinadas en el último ensayo de armonización realizado y que se incluyen en dichas tablas. Los informes de auscultación deben indicar expresamente la ecuación de corrección que han aplicado.



- Las ecuaciones de corrección determinadas para cada uno de los equipos participantes en el ensayo de armonización, son específicas y de aplicación exclusiva a los equipos relacionados en ella, que deberán además obtener el índice de regularidad longitudinal (IRI) según la norma NLT-330. No son aplicables en ningún caso a otros equipos, aunque sean semejantes, que no hayan sido evaluados en este ensayo de armonización.
- Las ecuaciones de corrección referidas son de aplicación a partir de la fecha de esta nota técnica y hasta su actualización en un nuevo ensayo de armonización y calibración.
- Se consideran aptos para medir la regularidad longitudinal en la red de carreteras del Estado, los equipos que proporcionen el valor del IRI con un error mínimo del equipo, tal y como se define en el informe del CEDEX, inferior o igual al trece por ciento ($\leq 13\%$).

Finalmente, se recuerda que la auscultación del perfil longitudinal se debe realizar sobre la línea o líneas representativas de cada rodada (derecha e izquierda), según corresponda, reflejadas en la figura 1.

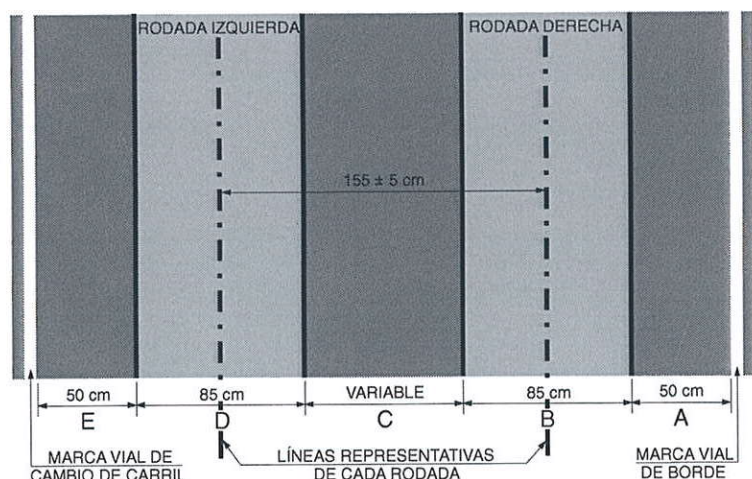


FIGURA 1. Ubicación de las líneas representativas de las rodadas.

Esta nota técnica sustituye a todas las anteriores a esta fecha, sobre armonización de equipos de auscultación para la obtención del índice de regularidad internacional.

Madrid, a 21 de marzo de 2012

Fdo.: Mercedes Gómez Álvarez
Jefe del Servicio de Tecnología de Carreteras