

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS CERÁMICOS EXISTENTES

**Alberto Chiva Flors; David Gil Llorach; Juan José Palencia Guillén;
Ángel Miguel Pitarch Roig;**

Dpto. de Ingeniería Mecánica y Construcción, Área de Construcciones
Arquitectónicas. Universitat Jaume I. Castellón. España

palencia@emc.uji.es, pitarcha@emc.uji.es

RESUMEN

El objetivo principal de esta ponencia es estudiar la evolución en el tiempo de la resistencia al deslizamiento, R_d , en las condiciones de uso en pavimentos cerámicos existentes en distintos recintos de edificios de la Universitat Jaume I de Castellón. Para ello, se compara para distintos tipos de baldosas cerámicas el valor de la R_d obtenida a tiempo cero o en condiciones de ausencia de tránsito peatonal, con la medida de la R_d en las condiciones de servicio y a un tiempo determinado.

Las especificaciones normativas en materia de resbaladicidad de suelos en España vienen definidas en la Sección SUA 1 "Seguridad frente al riesgo de caídas", del Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad del Código Técnico de la Edificación.

En la citada reglamentación se establece para determinados suelos la exigencia de que cumplan con una clase determinada de suelo en función de su localización, los suelos se clasifican en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , obtenida por medida mediante el péndulo de fricción descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003, en las condiciones más desfavorables de resbaladicidad. Asimismo, establece que dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

El conocimiento de la evolución o tendencia de la característica R_d , permitirá en la etapa de diseño seleccionar baldosas que no se encuentren cerca del límite de la clase de suelo inferior a la exigible por la reglamentación vigente antes citada, toda vez que la exigencia se ha de cumplir durante toda la vida útil del pavimento.

Asimismo se valora la influencia del estado de limpieza del pavimento, es decir, se trata determinar en que medida la suciedad propia de un pavimento en las condiciones de servicio influye en el valor de la resistencia al deslizamiento.

1. INTRODUCCIÓN

La resistencia al deslizamiento es la propiedad de una superficie de mantener la adherencia de la pisada de un peatón. Su evaluación es compleja al confluir factores relacionados con el ser humano (peso, talla, modalidad de andar, adaptabilidad, percepción y reacción, fisiología del aparato locomotor,...) con las características del calzado (tipo de huella, material,...) con la superficie de tránsito (pendiente, plenitud, ausencia de resaltos, relieve o textura...) y con la presencia o no de materiales que se interponen entre la pisada y el pavimento (humedad, suciedad,...)

Existen algunos datos estadísticos relacionados, a nivel nacional, que demuestran el importante impacto que la resbaladidad tiene en las lesiones tratadas en hospitales, más aún teniendo en cuenta que las caídas se han erigido como la causa principal de lesiones involuntarias atendidas en las salas de emergencia de los hospitales. Este hecho justificó la adopción en la reglamentación nacional para edificación que se establecieran requisitos de seguridad de utilización en relación a la resbaladidad de suelos.

La reglamentación citada se refiere al Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación¹, en adelante CTE. El requisito de seguridad frente al riesgo de caídas se recoge en el Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.

El alcance del requisito es para los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concur-rencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada en función de su localización. A tal efecto, los suelos se clasifican según su resbaladidad en cuatro clases en función de su valor de su resistencia al deslizamiento R_d , determinada mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma **UNE-ENV 12633:2003** empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

La exigencia reglamentaria se extiende a que la clase se ha de mantener durante la vida útil del pavimento. Precisamente esta exigencia es la que ha motivado el objetivo del presente estudio experimental.

La exigencia que debe cumplir cada uno de los pavimentos en función de su localización y características viene definida en la tabla 1.2 del DB SUA-1.

Clase exigible a los suelos en función de la localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas - superficies con pendiente menor que 6% - superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	1 2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior ⁽¹⁾ . - superficies con pendiente menor que el 6%. - superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2 3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾ . Duchas	3

(1) Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido

(2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1.5m

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL

El objetivo del estudio es conocer la evolución de la característica resistencia al deslizamiento en un conjunto representativo de pavimentos ubicados en distintos recintos de edificios de la Universitat Jaume I de Castellón

Para ello, se realiza una campaña de mediciones in situ utilizando el péndulo de fricción, con el fin de estudiar si se detecta una tendencia de evolución de la característica resistencia al deslizamiento hacia un mayor o menor valor de resbaladidad en función del tránsito peatonal al que está sometido el pavimento, así como del tipo de baldosa y su acabado superficial.

Es decir, se trata de comprobar si determinados tipos de baldosas evolucionan hacia una mayor o menor resistencia al deslizamiento a lo largo de su vida útil.

El estudio de la evolución de la característica, R_d , tiene importancia para estimar o predecir si la evolución de la característica ocasionará un cambio en la clase de resistencia según su resbaladidad y, por tanto, la posibilidad de incumplimiento del requisito de resbaladidad establecido en el DB-SUA 1 del CTE.

Para ello, seleccionado el pavimento a medir, se realizan medidas dentro del mismo recinto en la zona sometida a mayor tránsito peatonal y en aquella zona que no ha estado sometida a tránsito por encontrarse en una esquina o bajo mobiliario, se trataría de determinar si existe variación en el valor de la R_d (ensayo en húmedo) para un mismo pavimento en la zona de mayor tránsito peatonal en comparación con una zona sin tránsito.

Otra variable que se va a estudiar es la posible influencia del estado de limpieza del pavimento, es decir, se van a realizar las medidas antes y después de limpiar el pavimento de la zona de ensayo, se trata en fin de valorar si la obtención de la medida en las condiciones de ensayo que requiere la norma de ensayo, reproduce la resbaladidad del pavimento en las condiciones reales de servicio.

Complementariamente en algunas de las zonas de ensayo se realizan ensayos en condiciones secas, es decir sin humedecer la baldosa a medir tal y como establece la norma de ensayo, para comparar la repuesta del pavimento en las condiciones más desfavorables de resbaladidad con las condiciones reales de uso del pavimento en zonas interiores secas.

3. EJECUCIÓN DE LA CAMPAÑA DE ENSAYOS

En primer lugar se seleccionan los pavimentos a ensayar a fin de poder realizar la campaña de ensayos.

Los pavimentos se eligen tanto por su representatividad como por sus características de exposición al tránsito peatonal, también se eligen con el criterio de diferentes tipologías de baldosas cerámicas (gres porcelánico, gres esmaltado) y acabado superficial (liso, rugoso, brillante, etc.), complementariamente también se realizan medidas en otros tipos de baldosas (baldosas de terrazo, piedra natural).

En cada tipo de pavimento seleccionado de un determinado recinto, se eligen dos zonas de ensayo, una la de mayor tránsito peatonal (acceso de puertas de entrada, de escaleras, etc.) y otra considerada sin tráfico peatonal (en esquina del recinto, debajo de mobiliario, debajo de escaleras, etc.). Esto permitirá observar la posible diferencia que podrá haber entre ellas en función del tránsito peatonal.

Los pavimentos ensayados llevan en servicio 7 o más años para que la posible diferencia de la resbaladidad entre pavimento transitado y no-transitado pueda manifestarse.

En algunos de los casos los ensayos se han realizado en pavimentos del Instituto de Tecnología Cerámica Agustín Escardino de Castellón, en adelante ITC, en este caso el propio Instituto a facilitado datos estimados del número de pisadas y la medida a tránsito cero se ha podido efectuar en baldosas de reserva sin colocar en pavimento.

En cada zona de ensayo de un pavimento de un recinto se realizarán los ensayos siguientes:

1. **Ensayo en seco sin limpieza previa.** Para la ejecución de este ensayo es necesario efectuar una tanda prolongada de disparos del patín del péndulo hasta conseguir que el caucho se adapte para obtener resultados dentro de la repetibilidad propia del ensayo.
2. **Ensayo en seco con limpieza previa.** Al igual que en el ensayo anterior, será necesario efectuar una tanda prolongada de disparos antes de alcanzar unas medidas relativamente constantes. No obstante, y antes de empezar con estos disparos, será necesario limpiar la superficie con etanol, de rápido secado, asegurándonos que al empezar las medidas el pavimento no presente restos del material de limpieza, ya que si esto sucediera podría modificar los resultados del ensayo.

3. **Ensayo en húmedo sin limpieza previa.** En este caso no es necesario el acondicionamiento del patín y procederá directamente a la anotación de resultados. Entre un disparo y otro, se mojará abundantemente la superficie.
4. **Ensayo en húmedo con limpieza previa.** En este caso no se efectuarán disparos previos y se procederá directamente a la anotación de resultados. Antes de empezar con la medición se limpiará la superficie con alcohol metílico y papel. Entre un disparo y otro, se mojará abundantemente la superficie.

*Zona ensayo mayor tránsito**Zona ensayo menor tránsito*

4. RESULTADOS OBTENIDOS

En el siguiente Cuadro se relacionan los resultados obtenidos en interiores:

Cuadro 4.1

Código	Tipo de baldosa	Acabado superficial	Valor Rd en húmedo			
			Menos tránsito		Más tránsito	
			Sin limpieza	Con limpieza	Sin limpieza	Con limpieza
I001	Gres esmaltado	Rugoso brillante	21	22	23	23
I002	Gres esmaltado	Rugoso brillante	21	21	21	20
I003	Mármol blanco Macael	Liso mate	9	9	11	11
I004	Gres esmaltado	Rugoso brillante	17	17	17	17
I005	Gres esmaltado	Liso brillante	10	10	12	11
I006	Gres esmaltado	Rugoso brillante	10	10	11	11
I007	Gres porcelánico	Liso mate	18	17	12	12
I008	Gres esmaltado	Rugoso brillante	14	15	14	14
I009	Gres esmaltado	Rugoso brillante	25	25	19	18
I010	Gres esmaltado	Rugoso brillante	25	25	20	20
I011	Gres esmaltado	Rugoso brillante	16	16	16	16
I012	Mármol crema marfil	Liso brillante	9	10	11	12
I013	Mármol rojo alicante	Liso brillante	10	10	10	11

I014	Mármol rojo alicante	Liso brillante	9	9	10	10
I015	Terrazo	Pulido	9	9	10	10
I016	Gres esmaltado	Liso brillante	10	9	10	10
I017	Gres porcelánico	Liso mate	10	10	10	10
I018	Gres porcelánico	Liso mate	16	16	14	13
I019	Gres esmaltado	Rugoso brillante	15	15	15	15
I020	Gres esmaltado	Rugoso mate	17	17	15	15
I021	Gres esmaltado	Rugoso brillante	21	24	19	20
I022	Terrazo	Pulido	14	14	20	19
I023	Gres porcelánico	Liso mate	14	14	11	11
I024	Granito	Pulido	11	11	15	14
I025	Gres esmaltado	Rugoso brillante	11	11	11	11
I026*	Gres esmaltado	Brillante serigrafía	x	14	x	13
I027*	Gres esmaltado	Liso satinado	x	17	x	15
I028*	Gres porcelánico	Natural	x	22	x	13
I029*	Gres esmaltado	Brillante serigrafía	x	17	x	16
I030*	Gres esmaltado	Brillante serigrafía	x	13	x	14
I031*	Gres porcelánico	Pulido	x	13	x	12
I032*	Gres porcelánico	Pulido	x	13	x	12
I033*	Gres esmaltado	Mate con granilla	x	20	x	19
I034*	Gres esmaltado	Brillante con granilla	x	15	x	15

(*) Datos de Rd y tránsito facilitados por ITC

En el siguiente Cuadro 4.2 se relacionan la relación entre los resultados en húmedo y en seco:

Cuadro 4.2

Código	Tipo de baldosa	Acabado superficial	Valor Rd en húmedo				Rd en seco	
			Menos tránsito		Más tránsito		Menos tráns.	Más tráns.
			Sin limp.	Con limp.	Sin limp.	Con limp.	Con limp.	Con limp.
I001	Gres esmaltado	Rugoso brillante	21	22	23	23	100	105
I002	Gres esmaltado	Rugoso brillante	21	21	21	20	105	111
I003	Mármol blanco Macael	Liso mate	9	9	11	11	64	64
I004	Gres esmaltado	Rugoso brillante	17	17	17	17	119	116
I005	Gres esmaltado	Liso brillante	10	10	12	11	128	123
I006	Gres esmaltado	Rugoso brillante	10	10	11	11		
I007	Gres porcelánico	Liso mate	18	17	12	12	128	122
I008	Gres esmaltado	Rugoso brillante	14	15	14	14	115	120

En el siguiente Cuadro 4.3 se relacionan los resultados obtenidos en exteriores:

Cuadro 4.3

Código	Tipo de pavimento	Acabado superficial	Valor Rd en húmedo			
			Menos tránsito		Más tránsito	
			Sin limpieza	Con limpieza	Sin limpieza	Con limpieza
E001	Terrazo	Rugoso mate	44	47	34	37
E002	Terrazo	Rugoso mate	40	42	33	36
E003	Gres Porcelánico	Rugoso brillante	23	23	23	23
E004	Gres Porcelánico	Rugoso brillante	23	23	24	23
E005	Gres Porcelánico	Liso mate	42	43	43	43
E006	Gres Porcelánico	Liso mate	40	42	42	43
E007	Gres Porcelánico	Liso mate	29	30	28	28
E008	Gres Porcelánico	Liso mate	28	27	31	32
E009	Mármol Blanco Macael	Liso mate	15	15	17	19
E010	Gres Porcelánico	Rugoso mate	51	52	52	52
E011	Gres Porcelánico	Liso mate	31	31	32	32
E012*	Gres Porcelánico	Relieve rugoso	x	47	x	28
E013*	Gres Porcelánico	Relieve rugoso	x	47	x	28

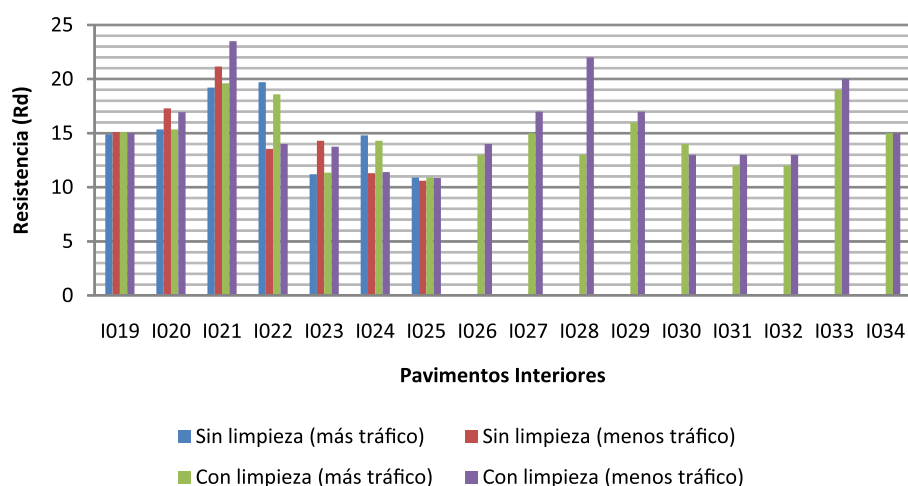
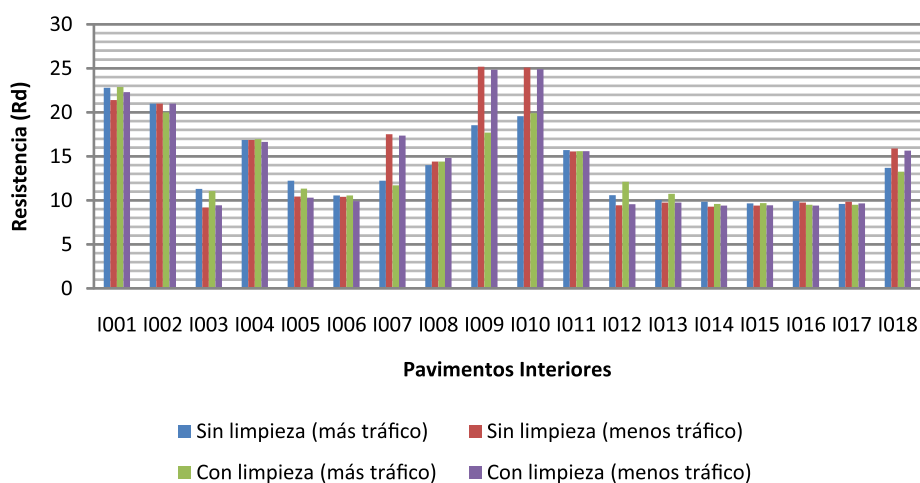
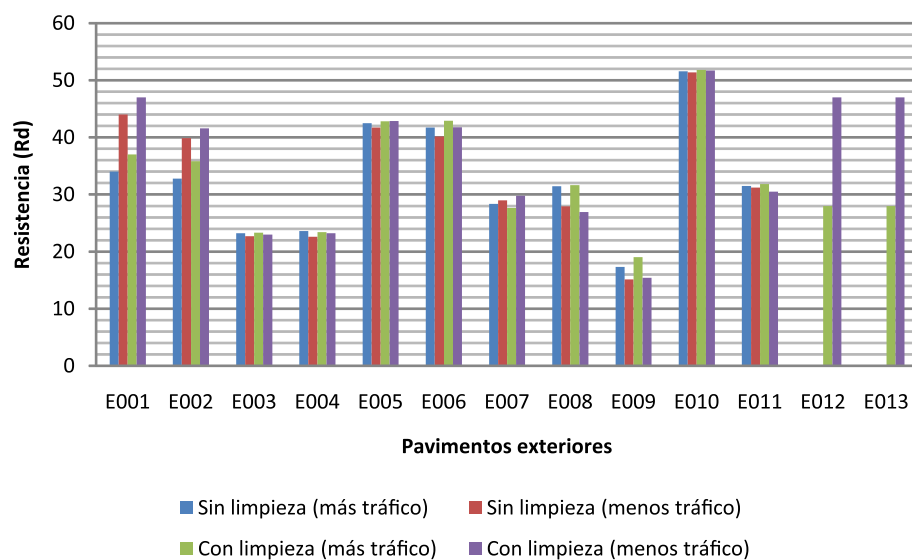
(*) Datos de Rd y tránsito facilitados por ITC

5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 En relación a la variación de la característica resistencia al deslizamiento a lo largo del tiempo.

La observación de la variación que se producen en la resistencia al deslizamiento de algunas baldosas a lo largo del tiempo debido al tráfico peatonal es uno de los objetivos principales de este estudio.

En primer lugar se estudia si se observa una tendencia generalizada de variación de la Rd en la generalidad de pavimentos independientemente del tipo de baldosa y acabado superficial. En principio, como se muestra en los siguientes gráficos no puede deducirse de forma generalizada que exista una tendencia a que la Rd disminuya con el tiempo por el efecto del tránsito en las condiciones de servicio de los pavimentos.

Cuadro 5.1.a Rd pavimentos interiores**Cuadro 5.2.a Rd pavimentos exteriores**

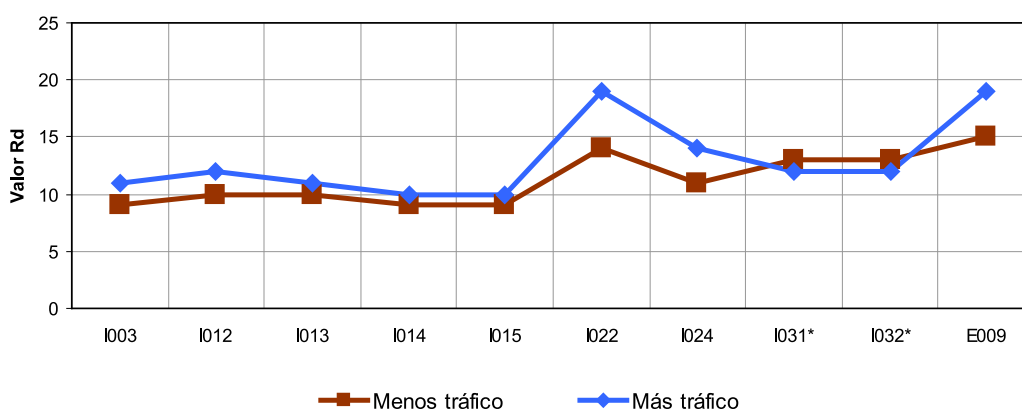
Por lo tanto habrá que discriminar por tipologías de baldosas y acabados superficiales para poder determinar si efectivamente existe una tendencia en la evolución de la resistencia al deslizamiento, Rd.

En las gráficas siguientes se muestran los porcentajes de los pavimentos ensayados que ofrecen las diferentes tendencias:

- Tendencia positiva. El valor de resistencia al deslizamiento se incrementa con el tiempo. Esto es, el pavimento se vuelve más resistente a esta característica por acción de desgaste que produce el tránsito peatonal. En el estudio asumiremos esta tendencia en un pavimento cuyos ensayos en la muestra más transitada nos den valores superiores a los de la muestra con un tránsito leve.
- Tendencia negativa. El valor de resistencia al deslizamiento se reduce con el tiempo. El pavimento se vuelve menos resistente a esta característica por acción de desgaste que produce el tránsito peatonal. En el estudio asumiremos esta tendencia en un pavimento cuyos ensayos en la muestra más transitada nos den valores inferiores a los de la muestra con un tránsito leve.

5.1.1. Pavimentos pulidos

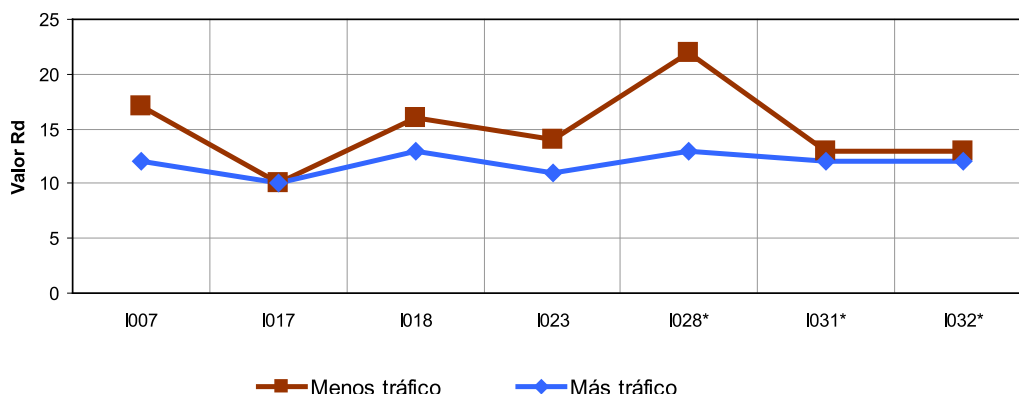
En este proyecto se han estudiado 10 muestras de pavimento pulido. Entre ellas hay ejemplos de pavimentos de piedra natural, terrazo y pavimento cerámico. Se ha elaborado el siguiente gráfico con las variaciones de Rd (valor obtenido en las condiciones normalizadas de ensayo, en húmedo y con limpieza) de los pavimentos con acabado pulido:



Se puede observar una cierta tendencia positiva (aumento de Rd) en los pavimentos de piedra natural y terrazo, (I003 a I024 y E009) el incremento de resistencia al deslizamiento llega hasta un máximo de 5 puntos Rd, siendo insensible el valor de Rd para los pavimentos de gres porcelánico pulido (I031 y I032).

5.1.2. Pavimentos de gres porcelánico

La mayoría de los pavimentos de gres porcelánico ensayados que presentan acabado liso, rugoso o pulido, como se observa en la gráfica, presentan una tendencia negativa (descenso de Rd) aunque con algunas peculiaridades.

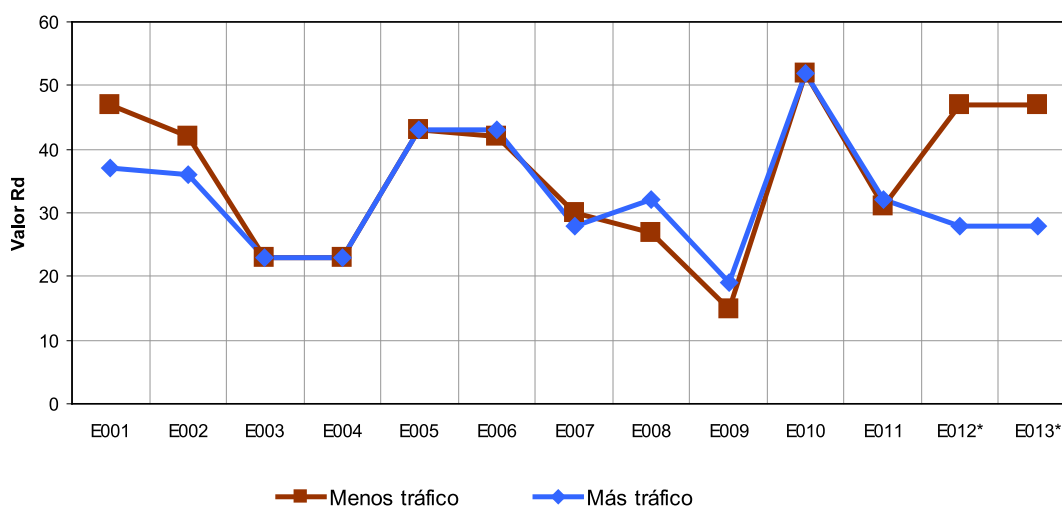


Entre los pavimentos interiores de este tipo se puede destacar que:

- Los pavimentos de acabados liso (I007, I017, I018, I023) tienen un descenso de valor de Rd moderado (descienden un máximo de 6 puntos de Rd)
- Es el pavimento de acabado natural I028 es el que presenta una tendencia negativa más pronunciada (pasando de 22 a 13 Rd)
- Los pavimentos de acabado pulido (I031 e I032) sólo descienden un punto de Rd.

5.1.3. Pavimentos exteriores

Los pavimentos exteriores en su conjunto, esmaltados y no esmaltados, no tienen una tendencia tan clara como los interiores aunque cabe destacar que:



- Los pavimentos (E012 y E013), cuyos resultados de ensayo han sido proporcionados por el ITC, con acabado de relieve rugoso, son los que ofrecen una variación de Rd más acusada: descienden de 47 a 28 puntos de Rd.
- Los pavimentos con acabado rugoso menos pronunciado (E003, E004 y E010) no sufren una variación de su valor de Rd tan acusada.
- Los pavimentos del Ágora (E005 a E008), y el pavimento (E011), todos ellos de acabado liso, no presentan una tendencia negativa clara ya que su modifi-

cación con el tiempo va desde un descenso de valor de Rd de 2 puntos hasta un aumento de 5 puntos.

- Así mismo los dos pavimentos de terrazo exterior ensayados (E001 y E002) tienen una pérdida de Rd entre 10 y 6 unidades, no así un pavimento de mármol (E009) de escasa resistencia a la resbaladidad que pasa de un Rd 15 a 19.

Vemos por tanto, que los pavimentos que más poder antideslizante presentan (con acabados de este tipo y rugosos), son los que más puntos de Rd descienden. Los acabados lisos y en mayor medida pulidos, no modifican tanto su resistencia al deslizamiento por efecto del tránsito peatonal.

Cabe reseñar que es más frecuente la selección de gres porcelánico frente al gres esmaltado para usos exteriores por condicionantes de resistencia mecánica y de durabilidad, pero que ello no implica una mayor o menor resistencia a la resbaladidad puesto que esta propiedad viene dada por el relieve o acabado superficial del a baldosa.

Los pavimentos exteriores ensayados in situ no tienen una tendencia clara. Esto puede deberse a que las zonas de mucho tráfico y poco tráfico no están tan definidas, lo cual nos impide ver un descenso o un aumento del valor de Rd determinante.

5.1.4. Pavimentos de gres esmaltado

Las características antideslizantes en este tipo de pavimentos dependen del acabado superficial y de la resistencia del esmalte, pero en general se modifican en menor grado que en los pavimentos de gres porcelánico sin esmaltar.

No se observa una tendencia o variación de Rd significativa (predominan los descensos de 1 o 2 puntos de Rd).

Un caso excepcional la constituyen los pavimentos de la entrada al edificio del rectorado de referencias I009 e I010, llegando a rebajar su valor Rd hasta en 7 unidades por el tráfico peatonal sufrido, lo que los confirma como los que más modificación han experimentado con el paso del tiempo. Como se comenta en el acta de ensayo, las baldosas de la entrada, concretamente la primera hilera después de la moqueta (Donde se ha practicado el ensayo) presenta una superficie muy desgastada, con pérdida de brillo y de la textura común a todas las baldosas. Por lo tanto, en este caso es más significativa la variación de la característica de resistencia a la abrasión.

5.2. En relación a la variación del ensayo con o sin limpieza

La diferencia en el valor obtenido de la resistencia al deslizamiento Rd, entre los ensayos ejecutados con limpieza previa de la muestra y sin limpieza de ésta, es en la mayoría de los casos muy pequeña.

La influencia de la limpieza superficial en la resistencia a la resbaladidad de los pavimentos ensayados se ha constatado que ésta sólo influye en pavimentos que posean una suciedad superficial acusada. En estos casos, la suciedad acumulada hace que el pavimento pierda poder anti-deslizante, haciéndolo por tanto menos resistente a esta característica

De acuerdo con los resultados obtenidos en pavimentos interiores, predominan aquellos cuyo valor R_d se mantiene constante antes y después de la limpieza. No obstante, aquellos pavimentos que varían lo hacen con un máximo de 2 puntos, predominando entre los que varían los que lo hacen con 1 punto de R_d .

Los pavimentos exteriores ensayados presentaban una suciedad más acusada que los interiores como se ha especificado en las actas de ensayo. Es obvio que esto se debe a que:

Los pavimentos exteriores no presentan un mantenimiento de limpieza como los interiores, esto hace que mantengan la suciedad más tiempo.

Este tipo de pavimentos están más expuestos a contaminantes como agua de lluvia o polvo por estar a la intemperie.

Su perfil de rugosidad, mucho más pronunciado que el de pavimentos interiores más lisos, hace que la suciedad se acumule superficialmente en el pavimento y sea más difícil eliminarla.

5.3. En relación a la ejecución de ensayos con la superficie sin humedecer

Uno de los objetivos de la ponencia, como ya se ha comentado, era la ejecución de los ensayos con la superficie seca, sin humedecer.

Este objetivo, se ha considerado al tener en cuenta que está previsto un probable cambio de legislación en materia de resistencia al deslizamiento en España, está previsto que para zonas interiores secas puedan aceptarse aquellos pavimentos que ofrezcan un $R_d > 40$ medido en seco, aunque no satisfagan el límite de R_d en húmedo.

La campaña de ensayos en seco se ha planificado únicamente para 7 pavimentos, cabe realizar las siguientes observaciones:

Código	Tipo de baldosa	Acabado superficial	Valor Rd en húmedo				Rd en seco	
			Menos tránsito		Más tránsito		Me-nos tráns.	Más tráns.
			Sin limp.	Con limp.	Sin limp.	Con limp.	Con limp.	Con limp.
I001	Gres esmaltado	Rugoso brillante	21	22	23	23	100	105
I002	Gres esmaltado	Rugoso brillante	21	21	21	20	105	111
I003	Mármol blanco Macael	Liso mate	9	9	11	11	64	64
I004	Gres esmaltado	Rugoso brillante	17	17	17	17	119	116
I005	Gres esmaltado	Liso brillante	10	10	12	11	128	123
I006	Gres esmaltado	Rugoso brillante	10	10	11	11		
I007	Gres porcelánico	Liso mate	18	17	12	12	128	122
I008	Gres esmaltado	Rugoso brillante	14	15	14	14	115	120

- En este tipo de ensayo, el patín de goma debe adaptarse a la superficie que se debe ensayar para estabilizarse en sus medidas. Esto es, después de nivelado el aparato y regulada la longitud de barrido del patín, en muchos casos se debe hacer hasta un total de 30 tiradas de péndulo para que una medida llegue a estabilizarse. Esta operación debe hacerse siempre que nos encontremos ante un pavimento nuevo y con menor intensidad al cambiar de posición el péndulo en la medida del mismo pavimento.
- El rango de valores desde que se hace la primera tirada hasta que se considera estabilizado el valor varía de una forma descendente, llegando a ser la medida estabilizada hasta 35 puntos menor que la primera del ensayo.
- El caucho del patín se desgasta rápidamente, no solo por el número de de tiradas de péndulo previas que se deben hacer para estabilizar la medida, sino por la fuerte fricción que sufre el patín en contacto con la superficie sin la lubricación que proporcionaría el agua.
- La superficie del patín en contacto con el pavimento aparece texturada durante el ensayo.
- El caucho desgastado del patín debe ir retirándose reiteradamente de la superficie de éste para que no influya en la medida.
- El rango de valores de péndulo británico obtenidos para estos primeros ensayos varía de 60 a 130, aunque sin tendencia definida entre zonas de tránsito y no-tránsito.
- La repetibilidad de las mediciones sin cambiar el aparato de posición es buena una vez se ha llegado a estabilizar la medida.
- La repetibilidad de las mediciones una vez cambiamos el aparato de posición en un mismo pavimento no es buena. La medida entre distintas zonas de un mismo pavimento se obtiene con valores estabilizados muy dispares.

- La reproductibilidad es deficiente para un ensayo de estas características. Es difícil llegar a los mismos resultados con diferentes patines de caucho o incluso llegamos a resultados diferentes dependiendo del microperfil de rugosidad al que se haya adaptado el caucho en el ensayo anterior al que se está ejecutando. Se ha intentado reproducir mediciones de días anteriores en baldosas interiores a una misma temperatura y resulta dificultoso.

Los resultados obtenidos en seco ofrecen unos valores de R_d muy altos, en todas las muestras de baldosas cerámicas ensayadas los valores obtenidos están por encima de 100 unidades R_d , por lo tanto, de incluirse este nuevo límite para las zonas interiores secas en la reglamentación española puede presumirse que se va a pasar de un límite muy estricto (medidas en húmedo) a un límite muy laxo para medidas en seco.

5.4. En relación con el cumplimiento de las exigencias del CTE DB SUA-1

Si bien todos estos pavimentos ya fueron instalados con antelación a la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, resulta de interés comparar los valores de R_d obtenidos con los que actualmente son exigibles por el CTE a pavimentos en idénticas localizaciones y características.

En nuestro caso, independientemente de la realización del ensayo en las zonas de mayor o menor tránsito y con limpieza previa o sin ella, tan sólo hay 2 pavimentos interiores y 2 pavimentos exteriores que cumplen la exigencia del CTE, y lo que supone un 7,4% y un 14,3% respectivamente de los pavimentos ensayados.

Así mismo, consultado el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UJI, si bien se conocen algunas quejas, no se tiene constancia de caídas en los pavimentos interiores. En cambio, en algunos de los pavimentos exteriores si se aplicaron medidas para mejorar la resistencia de la resbaladidad en caso de lluvia, pero igualmente se desconoce la existencia de accidentes con daños personales.

6. CONCLUSIONES FINALES

De forma sintética y con las limitaciones que pueden suponer el número de pavimentos estudiados, se establecen las siguientes conclusiones finales del estudio.

- No puede deducirse de forma generalizada que exista una tendencia a que la R_d disminuya con el tiempo por el efecto del tránsito
- En los pavimentos de piedra natural y terrazo pulidos presentan una mayor tendencia al incremento de la resbaladidad que los de gres porcelánico pulido.
- Los pavimentos de gres porcelánico natural liso presentan una menor tendencia negativa, aumento de la resbaladidad con el paso del tiempo, respecto de los más rugosos.

- En los pavimentos exteriores, algunos acabados con relieves rugosos presentan una pérdida de resistencia a la resbaladidad reseñable.
- En general los pavimentos esmaltados mantienen mejor sus características antideslizantes que los productos sin esmaltar.
- La influencia de limpieza en los pavimento ensayados ha sido el la mayoría de los casos muy pequeña. Tan sólo se ha acusado en aquellos que poseen una suciedad superficial acusada, haciéndolos menos resistentes a la resbaladidad.
- De las pequeñas variaciones detectadas como consecuencia del uso surge la necesidad de elegir pavimentos con Rd alejados de los límites establecidos por el CTE.
- Respecto de la realización del ensayo de resbaladidad en seco, aún a pesar de los problemas de reproducibilidad que presenta, los resultados obtenidos sobre las baldosas cerámicas son superiores a 100 unidades Rd.
- Se advierte un mejor comportamiento en seco de los pavimentos de gres esmaltado respecto del mármol.
- Los pavimentos estudiados, instalados con anterioridad a la entrada en vigor del CTE, no cumplirían prácticamente en su totalidad las exigencias de resbaladidad si les fueran de aplicación. Sin embargo en los pavimentos interiores no se conocen problemas por accidentes de resbaladidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda. DB SUA www.codigotecnico.org
- [2] The prevention of slipping accidents: a review and discussion of work related to the methodology of measuring slip resistance. S. Leclercq French National Research and Safety Institute (INRS), Ergonomics and Industrial Psychology Department, France
- [3] La resistencia al resbalamiento sostenible: Una oportunidad para la innovación. Carl J. Strautins. Slip Check Pty Ltd, Sydney Australia