

---

## **Proyecto SEG-LAB – E1.2 Informe sobre combinaciones propuestas de pavimento-contaminante-suela en los entornos de estudio. (RESUMEN)**

---

*IMDECA/2016/65*

29 de diciembre de 2016

Convocatoria de ayudas del Instituto Valenciano de Competitividad (IVACE) dirigida a centros tecnológicos de la Comunidad Valenciana para el ejercicio 2016. Proyecto apoyado por el IVACE (Generalitat Valenciana) y cofinanciado en un 50% por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunidad Valenciana 2014-2020 con número de expediente IMDECA/2016/65

## ÍNDICE

<b>1. Objetivos específicos</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Descripción de las tareas realizadas</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1. Tarea 1.2. Estudio de pavimentos, condiciones de uso, normativa y requisitos</b> .....	<b>3</b>
2.1.1. <i>Representatividad de las muestras escogidas inicialmente respecto a los entornos de uso</i> .....	3
2.1.2. <i>Caracterización de las muestras frente a la resistencia al deslizamiento</i> .....	6
<b>2.2. Tarea 1.3. Estudio de suelas, condiciones de uso, normativa y requisitos</b> .....	<b>7</b>
2.2.1. <i>Descripción actividades realizadas</i> .....	7
2.2.2. <i>Caracterización de las muestras de calzado</i> .....	7
2.2.3. <i>Siguientes tareas a realizar</i> .....	10
<b>2.3. Tarea 1.4. Estudio de contaminantes</b> .....	<b>11</b>
2.3.1. <i>Análisis comparativo de la influencia del contaminante en el riesgo del deslizamiento</i> .....	11
2.3.2. <i>Análisis de la influencia de los contaminantes sólidos</i> .....	12
2.3.3. <i>Contaminantes seleccionados</i> .....	13
<b>2.4. Tarea 1.5. Propuesta de posibles combinaciones pavimento-contaminante-suela a estudiar en cada entorno laboral propuesto</b> .....	<b>14</b>
2.4.1. <i>Pavimentos</i> .....	14
2.4.2. <i>Calzados</i> .....	14
<b>3. Conclusiones</b> .....	<b>15</b>

## 1. Objetivos específicos

Este informe pertenece al proyecto “Soluciones optimizadas de pavimento cerámico y calzado para entornos laborales (SEG-LAB)” y corresponde al paquete de trabajo 1, “Análisis de viabilidad en diferentes ámbitos laborales”. Los objetivos específicos de este informe son:

- Determinar tipos de superficie de los pavimentos cerámicos (rugosidad y topografía o relieve) para cada uno de los usos estudiados
- Establecer el tipo de suela (material, relieve) más adecuado para cada uno de los usos estudiados
- Definir las combinaciones pavimento-suelo-contaminantes más significativas para cada uso

## 2. Descripción de las tareas realizadas

Teniendo en cuenta la planificación establecida, este informe recoge el conocimiento obtenido en las tareas que se contemplan a continuación.

### 2.1. Tarea 1.2. Estudio de pavimentos, condiciones de uso, normativa y requisitos

#### 2.1.1. Representatividad de las muestras escogidas inicialmente respecto a los entornos de uso

El entregable E1.1 “Informe de las características de los entornos laborales a estudiar” permite identificar los requerimientos existentes en los diferentes entornos laborales objeto de este proyecto (sanitario, alimentario e industrial).

En el estudio de estos requerimientos se han tenido en cuenta los diferentes elementos que influyen en la facilidad o dificultad existente en la actualidad para resbalar durante la realización de las tareas propias de la actividad que se desarrolla durante la jornada laboral.

Estos elementos son básicamente el pavimento cerámico, el calzado utilizado y los contaminantes propios de cada entorno. Pero también la influencia que puede tener sobre estos elementos, de los métodos y productos utilizados en su limpieza.

Con respecto a los pavimentos, y tomando como punto de partida la información obtenida en el entregable 1.1, se consideran los siguientes requerimientos por entorno laboral:

Tabla 1 Requerimientos entorno sanitario

Locales más representativos	Características de los pavimentos más comunes	Requerimientos de la normativa o reglamentación aplicable	Observaciones
Quirófanos y unidades de cuidados intensivos	Suelos continuos (juntas ausentes o muy escasas). Lisos. Suaves. Con brillo o satinados.  Fáciles de limpiar. Resistentes a agentes químicos  Tránsito leve	Sin requerimientos en el CTE (código técnico de la edificación) (*).  Sin especificaciones cuantificadas en la reglamentación de seguridad laboral	Recomendable clase 1 (criterio basado en CTE)
Salas de rehabilitación y terapia	Suelos con juntas. Con relieve o estructurados. Rugosos. Mate o satinados.  Tránsito leve	Sin requerimientos en el CTE  Sin especificaciones cuantificadas en la reglamentación de seguridad laboral	Recomendable clase 3 (criterio basado en CTE)
Consultas y pasillos	Suelos con juntas. Lisos. Suaves. Mate o satinados.  Tránsito intenso en consultas y pasillos. Tránsito moderado en habitaciones.	Requerimientos en el CTE: clase 1; clase 2 en escaleras	
Habitaciones y baños	Suelos con juntas. Lisos o con relieve. Suaves o rugosos. Mate o satinados.  Tránsito leve	Sin requerimientos en el CTE	Recomendable clase 1
Cocinas	Suelos con juntas o continuos. Rugosos. Mate o satinado  Fáciles de limpiar. Resistentes a productos de limpieza  Tránsito leve	Sin requerimientos en el CTE  Sin especificaciones cuantificadas en la reglamentación de seguridad laboral	Recomendable clase 2 (criterio basado en CTE)

(\*) Requerimientos del CTE recogidos en la sección SUA 1 "Seguridad frente al riesgo de caídas" perteneciente al documento básico DB "Seguridad de Utilización y Accesibilidad".

Tabla 2. Requerimientos entorno alimentario

Locales más representativos	Características de los pavimentos más comunes	Requerimientos de la normativa o reglamentación aplicable	Observaciones
Cocinas	Suelos con juntas o continuos. Rugosos. Mate o satinado  Fáciles de limpiar. Resistentes a productos de limpieza  Tránsito leve	Sin requerimientos en el CTE  Sin especificaciones cuantificadas en la reglamentación de seguridad laboral	Recomendable clase 2 (criterio basado en CTE)

Tabla 3. Requerimientos entorno industrial

Locales más representativos	Características de los pavimentos más comunes	Requerimientos de la normativa o reglamentación aplicable	Observaciones
Áreas de proceso en industria agroalimentaria	Variedad de suelos continuos o con juntas. Con relieve o estructurados. Rugosos. Mates o satinados.  Fáciles de limpiar. Resistentes a agentes químicos  Tránsito leve-moderado	Sin requerimientos en el CTE (código técnico de la edificación).  Sin especificaciones cuantificadas en la reglamentación de seguridad laboral	Recomendable clase 2 en zonas de trabajo secas y limpias y clase 3 en zonas con presencia habitual de contaminantes
Áreas de proceso en industria de transformación de materias primas y materiales semielaborados	Variedad de suelos continuos o con juntas. Lisos o con relieve. Mates o satinados.  Fáciles de limpiar. Resistentes a agentes químicos  Tránsito leve-moderado	Sin requerimientos en el CTE  Sin especificaciones cuantificadas en la reglamentación de seguridad laboral	Recomendable clase 1 en zonas de trabajo secas y limpias y clase 2 en zonas con presencia esporádica de contaminantes

Esta primera descripción organoléptica de los pavimentos se ha realizado basándose en los siguientes conceptos:

- El nivel de planeidad de la superficie (liso, relieve, estructurado -este último para los botones, bandas, etc-)
- El comportamiento al tacto (suave, rugoso)
- El grado de brillo (mate, satinado -para el brillo intermedio-, brillo)

Queda pues claro, que existe una variedad muy importante en cuanto a la tipología de pavimentos utilizada. Es por esto que las muestras seleccionadas para la realización del trabajo abarcan un amplio espectro.

Se han seleccionado un grupo de muestras de pavimento para el desarrollo del proyecto. La selección inicial se ha realizado pensando en abarcar el rango más amplio posible de superficies que se podría pensar a priori como interesantes para usos en entornos laborales en general. Este rango incluye combinaciones de superficies lisas y con relieve, con diferentes comportamientos al tacto y grado de brillo, así como diferentes diseños superficiales (vetas en madera, microcemento, etc.).

En la selección se han priorizado las muestras cerámicas por coherencia con el ámbito de trabajo del proyecto, no obstante se han tomado también otros tipos de pavimentos con el fin de complementar las superficies cerámicas estudiadas y puedan servir de referencia para desarrollar pavimentos cerámicos con características superficiales y de comportamiento los más similar posible a estas otras muestras.

Posteriormente se ha correlacionado cada muestra con respecto a los entornos laborales a los que, en base a sus características organolépticas y la información obtenida en el entregable E1.1, se puede considerar inicialmente interesante estudiar la evaluación de la aptitud para su uso.

### *2.1.2. Caracterización de las muestras frente a la resistencia al deslizamiento*

Inicialmente se han caracterizado todas las muestras elegidas respecto a la resistencia al deslizamiento, al ser esta la principal propiedad que se pretende estudiar en el proyecto.

Puesto que en toda la reglamentación española, únicamente en el código técnico de la edificación (CTE), se concreta un método de ensayo para determinar la resistencia al deslizamiento, se ha tomado este método como referencia.

Se trata del método descrito en la norma UNE-ENV 12633:2003 "Método de la determinación del valor de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento de los pavimentos pulidos y sin pulir". Se ha seguido el procedimiento descrito en el anexo A de la citada norma para determinar el valor de resistencia al deslizamiento sin pulir (USRV).

El equipo utilizado consiste en un péndulo de longitud de brazo de 510 mm, que soporta un deslizador de caucho de dureza IRHD 59±4 de aproximadamente 76 x 25 mm. La altura del equipo se ajusta para conseguir que el deslizador, que soporta una carga constante de 22,2±0,5N, mantenga el contacto con la superficie durante un recorrido de 126±1mm.

El ensayo se realiza en condiciones húmedas, saturando la superficie saturada de agua destilada.



Figura 1 Péndulo de fricción

## 2.2. Tarea 1.3. Estudio de suelas, condiciones de uso, normativa y requisitos

### 2.2.1. Descripción actividades realizadas

INESCOP ha realizado un estudio respecto al calzado habitualmente utilizado en los entornos laborales de estudio (industrial, sanitario y alimentario) caracterizando las propiedades de agarre en los estándares de referencia de la UNE EN-ISO 13287 de resistencia al deslizamiento de calzado.

En la selección se han priorizado las muestras de calzado profesional, por asegurar el cumplimiento de los requisitos de agarre del calzado, puesto que en esta tipología de calzado es de cumplimiento obligatorio. Así podrá valorarse la durabilidad de este requisito en el ámbito de trabajo del proyecto, mediante las pruebas de uso realizadas y aplicando los métodos de desgaste en laboratorio del proyecto, en la Tarea 3.

Se ha correlacionado cada muestra con respecto a los entornos laborales a los que son previsiblemente utilizadas, en base a las prestaciones que figuran en su mercado.

Se han seleccionado 17 referencias, a lo largo de la anualidad 2016, para obtener información respecto al agarre en condiciones normalizadas y otras (sin requisitos) que pueden ser más representativas del uso real. Se han considerado dos baldosas estandarizadas en los ensayos de agarre de calzado y se ha variado con las condiciones de contacto suela-pavimento, simulando los entornos de uso en seco, con agua jabonosa y glicerina. Considerando así las posibilidades de resbalamiento de menor a mayor condición deslizante, es decir desde seco-mayor agarre a jabón-agarre intermedio y a glicerina-menor agarre.


### 2.2.2. Caracterización de las muestras de calzado

Inicialmente se han caracterizado todas las muestras elegidas respecto a la resistencia al deslizamiento, al ser esta la principal propiedad que se pretende estudiar en el proyecto.

Los ensayos realizados para caracterizar las muestras han sido los siguientes:







- DUREZA (UNE-ISO 7619-1:2011)
- RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (UNE-EN ISO 13287: 2013)

Tabla 4. Muestras de calzado seleccionadas para el desarrollo del proyecto

Ref.	MUESTRA
	<p style="text-align: center;"><b>ENTORNO SANITARIO-Laboratorio, Clínicas, Hostitales, limpieza, etc.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ENTORNO ALIMENTARIO-Cocinas, salas de elaboración, limpieza, etc.</b></p>
1	
2	
4	
5	
6	



Ref.	MUESTRA
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	

Ref.	MUESTRA	
14		
15		
16		
<b>ENTORNO INDUSTRIAL</b>		
3		
17		

### 2.2.3. Sigüientes tareas a realizar

El estudio del conjunto de referencias de calzado expuesto no se trata de un análisis cerrado, puede considerarse la ampliación de este estudio, si las características de la muestra aportan nuevas consideraciones en los ambientes de estudio.

## 2.3. Tarea 1.4. Estudio de contaminantes

### 2.3.1. Análisis comparativo de la influencia del contaminante en el riesgo del deslizamiento

De acuerdo al estudio previo desarrollado en la Tarea 1.1 del proyecto (“Concreción de los ambientes laborales a estudiar”), los contaminantes habituales en los entornos laborales considerados pueden agruparse según:

- Sólidos (residuos superficiales):
  - Inorgánicos: talco, polvo, harina, etc.
  - Orgánicos: restos de pulpa, pieles, etc.
- Líquidos (películas superficiales):
  - Contaminantes polares: pueden eliminarse con agua agua, jabón, desinfectantes, etc.
  - Contaminantes no polares: pueden eliminarse únicamente con un disolvente no polar (detergente)aceites, grasas, etc.

En la bibliografía consultada, existe una amplia variedad de métodos de ensayos para evaluar la resistencia al deslizamiento, siendo los contaminantes más utilizados el agua, agua más tensioactivo, aceite industrial y glicerina. La utilización de un tensioactivo para reducir la tensión superficial del agua tiene por objeto alcanzar la máxima impregnación de la superficie y por tanto, evaluar la resistencia al deslizamiento en las condiciones más desfavorables. Además, algunas normas de ensayo recomiendan utilizar un tensioactivo para mejorar la reproducibilidad del ensayo.

Asimismo, algunos métodos contemplan la posibilidad de efectuar ensayos sobre superficies secas y limpias como el Péndulo de fricción, Tortus, Tribómetro y BOT 3000, en los que se obtienen valores de fricción suficientemente elevados para garantizar la ausencia de riesgo de caídas. Sin embargo, se ha constatado que la resistencia al deslizamiento se modifica en condiciones de contaminación sólida, aunque existen muy pocos trabajos de investigación relativos a estas condiciones de ensayo.

En la figura adjunta se muestran se resume la recopilación de resultados de diferentes estudios consultados efectuados para diferentes contaminantes. Los resultados para cada contaminante se representan frente al coeficiente de fricción (CoF) en húmedo (agua), ya que este es el contaminante más habitualmente utilizado como referencia.

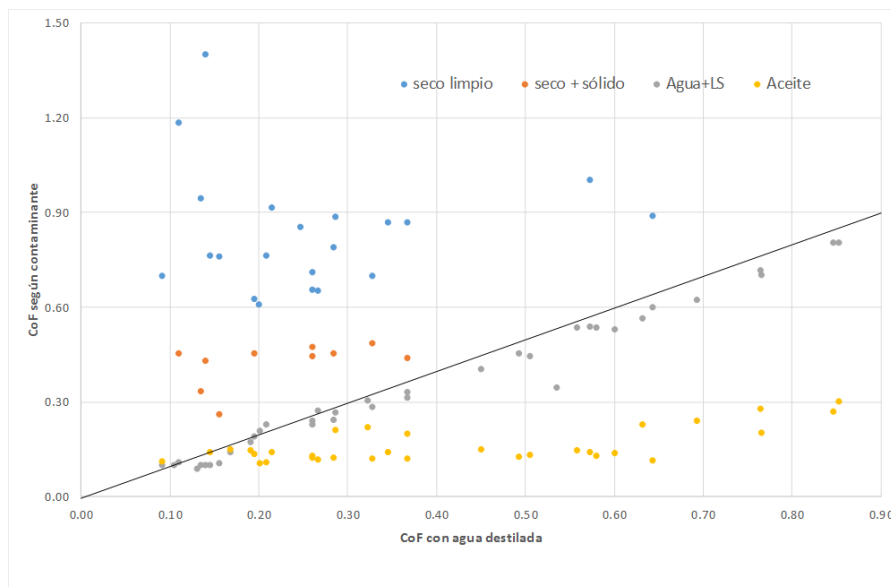


Figura 2 Comparativa de coeficientes de fricción para diferentes contaminantes

De su análisis se confirma que la influencia en la fricción disponible para las distintas tipologías de contaminantes es radicalmente distinta. En ausencia de contaminantes (seco y limpio) los valores de CoF son muy elevados, incluso superiores a 1, pero se reducen en presencia de contaminantes sólidos hasta valores que podrían generar riesgo de caídas. En cambio, la presencia de contaminantes líquidos polares produce un descenso muy importante de la fricción disponible, especialmente importante en las superficies lisas, siendo muchísimo más acusada en el caso de los contaminantes polares (aceite).

Asimismo, se comprueba que en el caso del agua con jabón (LS) la reducción es muy ligera respecto al agua destilada, por lo que puede asimilarse a una única condición de fricción. Se decide utilizar el contaminante del método de ensayo del calzado UNE-EN ISO 13287:2008 (Agua + dodecil lauril sulfato)

En relación a los contaminantes polares, el método del péndulo presenta baja resolución para evaluar su impacto, dados los reducidos valores de PTV obtenidos. Por ello, y en base a la experiencia de los ensayos con calzado, se optó por utilizar dos aceites, uno ligero de ámbito alimentario y otro de mayor viscosidad de ámbito industrial.

### 2.3.2. Análisis de la influencia de los contaminantes sólidos

A diferencia del caso de los contaminantes fluidos, existe muy poca bibliografía relacionada con estudios sobre la influencia de las características del contaminante sólido. Solamente algunos estudios efectuados con el método de ensayo del péndulo por el organismo británico Health and Safety Laboratory (HSL) confirman la influencia del tamaño de partícula del contaminante sólido en el mecanismo de fricción.

Como fase previa a la selección de los contaminantes sólidos a utilizar en el proyecto, se efectuó un estudio con tres contaminantes representativos de los entornos laborales, cada uno de ellos susceptible de uno de los anteriores mecanismos citados. En la tabla siguiente se indican sus características.

Tabla 5. Características de contaminantes sólidos

Mecanismo de fricción	Tamaño medio de partícula	Naturaleza
Deslizamiento sin fractura cohesiva de la capa de contaminante sólido	10-15 micras Entorno sanitario	Talco
Deslizamiento por cizalla en la capa de contaminante sólido	20-30 micras Entorno alimentario	Harina
Deslizamiento por rodadura sobre las partículas sólidas	100-200 micras Entorno industrial	Cuarzo

Asimismo, se seleccionó una gama de muestras de pavimentos de diferentes materiales y con acabados superficiales, sobre los que se efectuaron medidas con péndulo y zapata de dureza 96, que presenta mejor reproducibilidad en estas condiciones según las recomendaciones del estudio británico. Los ensayos se efectuaron tanto en condiciones de suelo seco contaminado con de suelo húmedo con contaminación sólida.

Como puede observarse en la tabla siguiente, en el caso de los contaminantes de partículas superiores a 20 micras (harina y cuarzo) no se aprecian variaciones muy significativas al comparar los ensayos en seco y en húmedo, lo que implica que prevalece el mecanismo de fricción asociado a las partículas, mientras que en el caso de talco los resultados en suelo húmedo con contaminación sólida son del mismo orden que los que se obtienen con solamente contaminación húmeda, por lo que prevalece el mecanismo de fricción en húmedo.

Asimismo, se comprueba que para tamaños de partícula elevados (cuarzo) existe poca diferenciación en función del tipo de textura, mientras que comparando los resultados del talco y la harina se observan efectos opuestos en función de superficie.

Tabla 6. Fricción en pavimento con contaminantes sólidos

Acabado pavimento	seco	seco + talco	seco + harina	seco + cuarzo 100-200	húmedo + talco	húmedo + harina	húmedo + cuarzo 100-200
Pulido	76	36	50	30	16	46	30
Relieve mate	69	60	51	51			
Rugoso	68	50	41	44	52	52	40
Vinilo	61	47	41	41			
Rugoso desgastado	59	47	40	38	37	42	37
Relieve brillo	55	46	30	26	12	30	31

Por ello, se decidió mantener inicialmente dos posibles contaminantes sólidos (talco y harina) hasta que se avanzará en el estudio con una gama más amplia de tipologías de superficies de pavimento.

### 2.3.3. Contaminantes seleccionados

Los contaminantes seleccionados han sido los siguientes:

- Agua Jabonosa (0.1% dodecil lauril sulfato) – Ámbito general
- Aceite industrial (SAE 10W30)
- Aceite vegetal (de oliva)
- Contaminante sólido, (Talco y/o harina)
- Contaminante sólido-líquido orgánico (Pendiente de definir contaminante sólido)

## 2.4. Tarea 1.5. Propuesta de posibles combinaciones pavimento-contaminante-suela a estudiar en cada entorno laboral propuesto

### 2.4.1. Pavimentos

En base a esta información, se han elegido como muestras más representativas a combinar con los diferentes tipos de calzado durante el desarrollo del proyecto, las siguientes:

- 1) Muestras representativas de superficies con baja resistencia al deslizamiento ( $Rd \leq 15$ ), de acabado suave al tacto, por tanto en principio sin problemas para la limpieza. Con diferente planeidad, liso (**muestra 5U**) y con relieve (**muestra 4**). Muestras de diferentes materiales, baldosa cerámica (muestra 4) y pavimento polimérico (muestra 5U). Inicialmente de uso en entornos laborales restringido a las zonas con menores requerimientos en cuanto a la resistencia al deslizamiento de los elementos que inciden en la facilidad de resbalar. La combinación con el calzado permitirá determinar la influencia del tipo de calzado en el aumento de resistencia al deslizamiento.
- 2) Muestras representativas de superficies con resistencia media al deslizamiento ( $15 < Rd \leq 35$ ), de acabado suave al tacto, por tanto en principio sin problemas para la limpieza. Superficie con relieve de pavimento polimérico (**muestra 13U**) y superficie lisa de pavimento vinílico (**muestra 22**). Inicialmente de uso en entornos laborales restringido a las zonas con requerimientos limitados en cuanto a la resistencia al deslizamiento de los diferentes elementos. En este caso el pavimento ya tendrá incidencia en el comportamiento final del sistema en conjunto frente al riesgo de resbalar.
- 3) Muestras representativas de superficies con elevada resistencia al deslizamiento ( $Rd > 45$ ), de acabado rugoso al tacto. Baldosa cerámica de superficie lisa y mate (**muestra 13**). Inicialmente de uso en entornos laborales con elevados requerimientos en cuanto a la resistencia al deslizamiento de los diferentes elementos. En este caso el pavimento ya tendrá una incidencia muy significativa en el comportamiento del sistema en conjunto frente al riesgo de resbalar.

### 2.4.2. Calzados

En base a la información obtenida del estudio de calzado, se han elegido como muestras más representativas para combinar con los diferentes tipos de pavimentos durante el desarrollo del proyecto, las siguientes:

Uso industrial:

- Modelo de calzado Referencia: SEG-LAB PUR 1, fabricado con suela-entresuela de PU/TPU film, para uso Industrial, S3.
- Modelo de calzado Referencia: SEG-LAB PURc, fabricado con suela de PUR celular/caucho compacto, para uso industrial en ambientes de altas temperaturas, S3.

Uso alimentario/sanitario:

- Modelo de calzado Referencia: SEG-LAB PURc2, fabricado con suela-entresuela de PUR celular/TPU compacto, para uso alimentario, S2.
- Modelo de calzado Referencia: SEG-LAB PUR 2, fabricado con suela de PUR monodensidad, para uso alimentario o sanitario, S2.
- Modelo de calzado Referencia: SEG-LAB EVA. Zueco todo polimérico, de EVA microporoso de color verde.

Figura 9 **Muestras de referencias de zapatos para los estudios comparativos**



Referencia: SEG-LAB PUR



Referencia: SEG-LAB PURc



Referencia: SEG-LAB PURc2



Referencia: SEG-LAB PUR 2



Referencia: SEG-LAB EVA

### 3. Conclusiones

- Se han identificado diferentes tipos de superficie de pavimentos cerámicos a los que se les ha caracterizado la resistencia al deslizamiento. En base a las características superficiales se han determinado los usos dentro de los entornos laborales para los que resulta adecuada cada muestra de pavimento.
- Se han identificado diferentes tipos de contaminantes, tanto sólidos como líquidos y mezcla de ambos, representativos de los contaminantes presentes en los entornos laborales estudiados en el proyecto.
- Se han planteado como referencia para el estudio específico del agarre en los sectores sanitario, alimentario e industrial los tipos de suela, en cuanto a material y diseño de la superficie de contacto más representativas para cada uno de los usos estudiados.
- Por último, se han definido las combinaciones pavimento-suelo-contaminantes más significativas para cada uso en los entornos estudiados.