

2015

PRECNORM

Actividades desarrolladas 2015

Breve descripción:

Recopilación de la actividades desarrolladas y de algunos de los resultados obtenidos



23/12/2015



Índice

1.	<i>Objetivo</i>	3
2.	<i>Metodología</i>	5
3.	<i>Resumen de actividades</i>	6
4.	<i>Búsqueda de datos de precisión de normas de otros sectores</i>	8
5.	<i>Estudio de los niveles de comportamiento de substrato-recubrimiento</i>	16
6.	<i>Estudio de la influencia de las técnicas de aplicación en los resultados</i>	17
7.	<i>Selección de los tipos de substrato-recubrimiento</i>	18
8.	<i>Selección de la técnica de aplicación</i>	20
9.	<i>Realización de muestras</i>	20
10.	<i>Realización de ensayos</i>	22
11.	<i>Obtención y tratamiento de resultados</i>	22
12.	<i>Conclusiones</i>	23
13.	<i>Estudio del grado de implantación</i>	25

1. Objetivo

La importancia que tienen las características de las superficies y los acabados superficiales en la percepción final del usuario respecto a la calidad global del mueble, es capital, aunque no se trate de elementos estructurales.

La disparidad de superficies y acabados superficiales que pueden utilizarse en el mobiliario dependiendo de su uso final, los diversos estilos constructivos e incluso de los usos particulares de los distintos países, hace necesaria la homogeneización de las características a evaluar y los métodos utilizados para su evaluación. De esta forma se facilita el entendimiento entre los fabricantes de recubrimientos (pinturas y barnices, laminados, etc.), el fabricante de mobiliario y el usuario final, así como la libre circulación de los productos dentro del espacio europeo.

Por todos estos motivos, se creó en el año 1992 el grupo de trabajo 7, CEN/TC 207/WG7 "Requirements and test methods for furniture surfaces", dentro de la estructura del Comité Europeo de Normalización CEN/TC 207 Furniture. La finalidad del grupo de trabajo es la elaboración de normas y otros documentos técnicos de ámbito europeo, tanto de requisitos como de métodos de ensayo para todo tipo de superficies de mobiliario, con la excepción de los materiales textiles y el cuero.

Cuando se lleva a cabo un ensayo normalizado, aunque se cumplan los requerimientos exigidos para los equipos y resto de condiciones, y se siga fielmente la metodología, si se hacen pruebas repetidas sobre un mismo material, en los resultados siempre existirá una mínima variabilidad inherente, aunque se realice en un mismo laboratorio, por los mismos técnicos, equipos, etc. Es por ello, que es importante conocer la precisión de los resultados obtenidos en un ensayo para poder evaluar y compararlos con los obtenidos por diferentes laboratorios o internamente por un mismo laboratorio, de modo que se pueda discriminar entre la propia variabilidad natural asociada al método de ensayo y errores de otro tipo.

Fruto de esto, el proyecto PRECNORM surge para investigar la precisión de los resultados de los ensayos de las superficies de mobiliario, tanto en sus valoraciones objetivas como en las subjetivas.

Desde el CTN/207/WG7 se está trabajando para desarrollar normas que, a través de los métodos de ensayo que describen, se pueda determinar una serie de características importantes en la valoración de la calidad de las superficies de mobiliario, independientemente del sustrato. Entre las propiedades cuyo método de análisis se desarrolla se encuentran la resistencia a la abrasión, al rayado, al calor seco y húmedo, al manchado, ..., de forma que, en función de los resultados que se obtengan, se pueda clasificar la superficie, indicando el destino adecuado de las mismas. Pero estos métodos, para que puedan ser totalmente útiles, necesitan de valores que indiquen su precisión. El proyecto trata de investigar qué datos estadísticos son los más adecuados y de cuáles son sus valores para una serie de métodos de ensayo.

Para conseguir el objetivo general expuesto arriba se ha debido llevar a cabo una serie de estudios que, a continuación, se indican:

- Investigar el abanico de posibles niveles de comportamiento del conjunto substrato-recubrimiento, junto con los sistemas de aplicación, incluyendo todas las peculiaridades de respuesta a un esfuerzo dado
- Conocer qué valores estadísticos son los más apropiados para valorar la precisión de los métodos de ensayo, tanto con resultados objetivos, como con resultados subjetivos



Ensayo de resistencia de la superficie a los líquidos fríos

- Estimación de los datos de precisión de los resultados de los métodos de ensayo utilizados para caracterizar los acabados superficiales del mobiliario
- Establecer una clasificación de las superficies en función de los resultados obtenidos tras los ensayos de forma independiente a su sustrato, indicando si es posible, el destino adecuado de las mismas
- Aumentar el grado de confiabilidad de las normas europeas de valoración de superficie de mobiliario, fomentando su implantación en un mayor número de empresas o territorios.

Este tema es muy interesante para la Comunidad Valenciana dada la elevada importancia del sector del mueble en esta comunidad y la alta competencia que tiene, tanto en el mercado nacional, como en el internacional, por lo que es trascendental que las empresas puedan recurrir a certificados en el que el comportamiento de los muebles se contraste de acuerdo a métodos y requisitos consensuados por el sector y que los resultados mostrados en dichos certificados den la suficiente seguridad al potencial cliente y a toda la cadena industrial, pues:

- El resultado del proyecto PRECNORM permite que todos los interlocutores involucrados en el campo de los acabados superficiales del mobiliario, fabricantes, laboratorios, exportadores, importadores, diseñadores, usuarios finales, etc. dispongan de una normativa con un mayor grado de fiabilidad.
- La incorporación de los datos de precisión en las normas permite mejorar la confianza de los clientes en los resultados dados por cualquier laboratorio, ofreciendo información que permita comparar y discriminar resultados anómalos facilitados dentro de un laboratorio o entre laboratorios, fijando el grado de variabilidad máximo que cabe esperar entre los resultados obtenidos.
- Se refuerza el reconocimiento de los productos ensayados bajo la normativa europea, dotándolos de mayor reconocimiento, prestigio de forma que los certificados correspondientes supongan un verdadero valor añadido.

2. Metodología

El método de trabajo para la realización del proyecto se ha centrado en la búsqueda de información que, en función del conocimiento de AIDIMA pudiera ser útil para el estudio de los datos de precisión de las normas relativas a propiedades superficiales, con una parte experimental de realización de ensayos, con la comparación entre resultados y la obtención de conclusiones sobre esta comparativa que permitiera decir los datos adecuados de precisión de los métodos de ensayo de dichas normas. Por tanto, se han realizado las siguientes tareas:

- Búsqueda de datos de precisión de normas de otros sectores
- Estudio de los niveles de comportamiento de substrato-recubrimiento
- Estudio de la influencia de las técnicas de aplicación en los resultados
- Selección de los tipos de substrato-recubrimiento
- Selección de la técnica de aplicación
- Realización de muestras
- Realización de ensayos
- Obtención y tratamiento de resultados
- Conclusiones para el desarrollo de la norma
- Estudio del grado de implantación

A continuación se detalla el trabajo realizado durante la tercera anualidad.

3. Resumen de actividades

A continuación se detalla el trabajo realizado durante la tercera anualidad

Estudio del estado del arte

Búsqueda de datos de precisión de normas de otros sectores

Se han estudiado normas de otros sectores, tanto españolas, como internacionales, para conocer qué tipo de datos ofrecen respecto a la precisión del método de ensayo que describen, localizando diferentes normas y documentos, muchas de ellas de origen americano, en las que se indican datos de precisión y cómo se han hallado, la mayoría se refieren a la repetibilidad y reproducibilidad y se calculan tras pruebas de intercomparación realizadas por distintos laboratorios

Estudio de los niveles de comportamiento de substrato-recubrimiento

En la búsqueda arriba citada se ha observado que, de forma lógica, los datos de precisión hallados dependen del rango de valores de los resultados, es decir, no es la misma precisión si los resultados del ensayo descrito son elevado, que si son bajos. Por ello, para cada uno de los ensayos estudiados, se ha debido seleccionar el número de clases o niveles adecuados para graduar el comportamiento de las superficies existentes en el mercado, en toda la Unión Europea, pasando de bajo, a medio y alto, incluso con clases intermedias. Se ha tenido en cuenta que el conjunto de niveles debía englobar el espectro total de las calidades existentes en el mercado.

Estudio de la influencia de las técnicas de aplicación en los resultados

Las superficies para mobiliario, bien pueden ser láminas, bien pueden ser pinturas o barnices (aparte de algún caso de superficie sólida, gel-coat, tejido o metal, que, habitualmente, se encuentran fuera del alcance de los métodos de ensayo objeto del proyecto). Estos pueden ser aplicados de diferentes formas, con distintos equipos, pistola, cortina, rodillo, debiendo haber estudiado si el sistema de aplicación influye en el resultado del ensayo y en su precisión.

Las láminas se aplican siempre, para cada caso, de una forma determinada, por lo que no se puede discutir sobre este tema, no siendo así en el caso de pinturas y barnices que se pueden aplicar, generalmente, por pistola, rodillo o cortina. Para cada uno de los tipos de barniz o pintura seleccionados que representa un nivel de comportamiento, se eligió el tipo de aplicación adecuada.

Selección de la población y realización de muestras

Selección de los tipos de substrato-recubrimiento

Una vez establecidos los niveles de comportamiento, bajo, medio (medio-bajo y medio-alto, en alguna ocasión), alto y muy alto, se debió, en función de la experiencia, elegir qué tipo de soporte (tablero de partículas, de fibras o chapa) y qué tipo de recubrimiento (poliuretano bicomponente al disolvente, monocomponente al agua, poliéster de curado ultravioleta, pintura en polvo termoestable) representa cada uno de los niveles.

Selección de la técnica de aplicación

Tras el estudio de la influencia de la técnica de aplicación en el resultado del ensayo y en su precisión, se eligió, teniendo en cuenta la práctica habitual, al ser lo que mejor puede representar la mayoría de las superficies que se emplean en el sector del mueble, el proceso de aplicación para cada una de las superficies a estudiar.

Realización de muestras

Seleccionados tipo de soporte, tipo de recubrimientos y técnica de aplicación en cada combinación, se procedió a adquirir o fabricar las muestras. Las superficies con lámina fueros adquiridas como tales, dado que su grado de homogeneidad es muy elevado y su compra da suficiente seguridad como para que los resultados del proyecto fueran válidos, mientras los de pinturas y barnices en las que la calidad depende, tanto de producto de recubrimiento en sí, como de la aplicación, se realizaron en AIDIMA con el fin de asegurar la homogeneidad y que, posteriormente, los resultados del proyecto fueran válidos. Las muestras fueron distribuidas a los diferentes laboratorios participantes.

Realización de ensayos y obtención de resultados

Realización de ensayos

Se llevaron a cabo los diferentes ensayos, para las distintas muestras, por cada uno de los laboratorios que participaron en la intercomparación, realizando los ensayos por triplicado en cada uno de los centros. Previamente, se había establecido un protocolo para, no sólo seguir el método indicado en la norma correspondiente, sino ir más allá, fijando aquellos parámetros que la norma dejaba libre.

Obtención y tratamiento de resultados

Se obtuvieron los resultados de los ensayos, tanto los objetivos (resistencia al rayado, resistencia a la abrasión), con una valoración numérica dimensional, como los subjetivos, con una valoración discreta según un código de valoración adimensional resistencia a los productos líquidos), registrándose en hojas EXCEL para su posterior tratamiento estadístico.

Conclusiones para el desarrollo de la norma

A partir de los resultados obtenidos se realizó un estudio estadístico para comprobar que seguían un comportamiento normal y excluir, si se encontraba suficientemente razonado, los valores que no se ajustaban a dicho comportamiento y que se podían tratar de resultados aberrantes. Con los resultados estimados como válidos, se calculó el límite de la repetibilidad y el límite de la reproducibilidad para cada uno de los ensayos.

Implantación

Estudio de cómo se puede analizar el grado de implantación de los resultados del proyecto en determinados documentos

4. Búsqueda de datos de precisión de normas de otros sectores

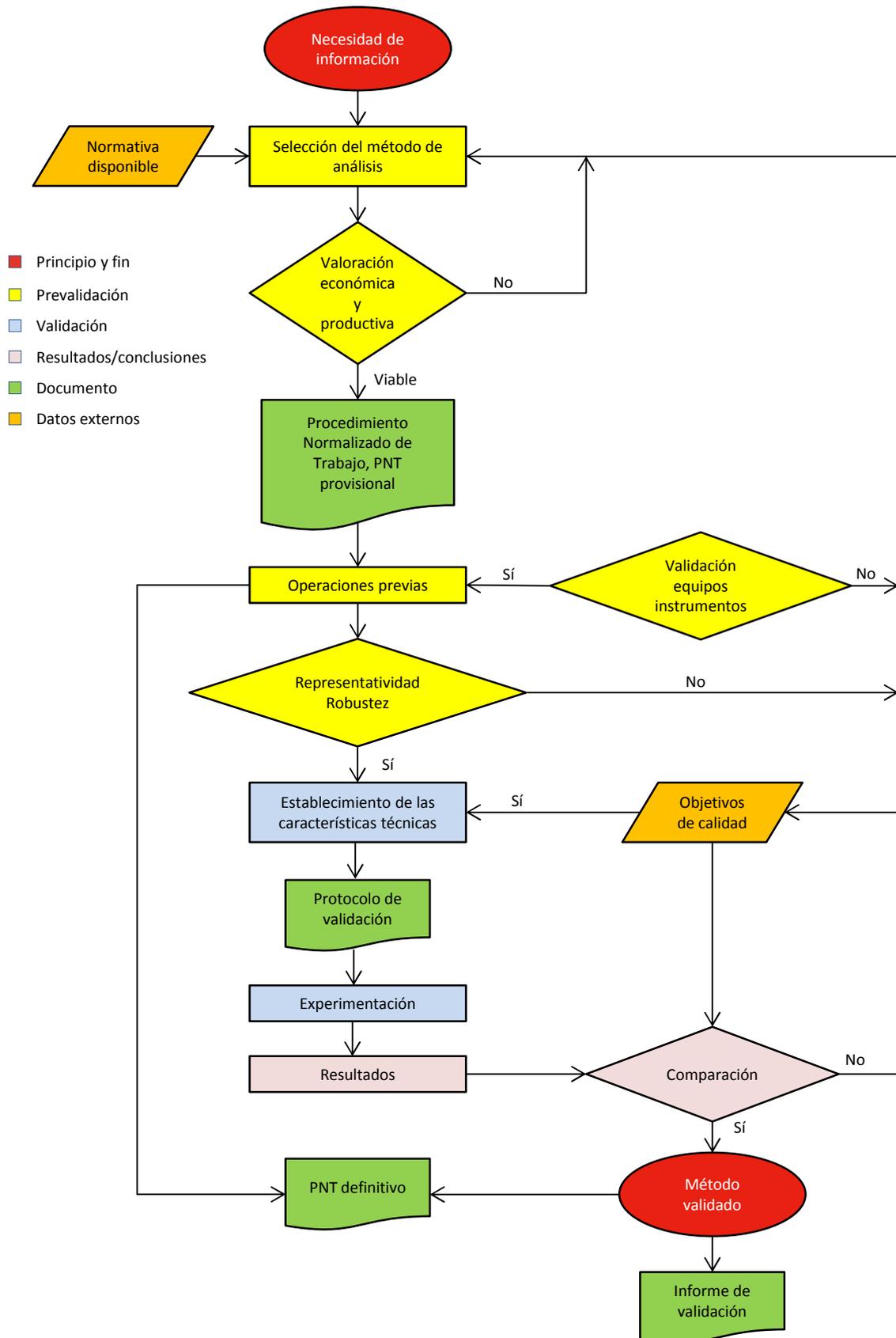
Se ha realizado una búsqueda de normas que pudieran disponer de datos de precisión relativos a los resultados que ofrecen los métodos de ensayo que describen, para que de esta manera, empresas, laboratorios y mercado en general, puedan tener una información de la valía de los resultados. Para ello, se han localizado normas de diferentes organismos de normalización, europeos, americanos e internacionales, de diferentes sectores, desde los que se refieren a materias primas, a los que se tratan de productos terminados, directos para el consumidor final.

Asimismo, se ha hecho un estudio de cómo poder reflejar la precisión de los resultados en una norma, analizando la forma más eficiente y realista de dar esta información a la industria.

Lo primero que hay que tener en cuenta es que la precisión que se desea analizar en los métodos de ensayo que se tratan en este proyecto no puede basarse en procedimientos existentes que parten de un resultado conocido, seguro, como es la concentración de un determinado componente en una muestra, ya que se trata de características en las que la mano del hombre no puede asegurar un valor de partida en ningún caso. Además, hay evaluaciones que llevan a valores objetivos, pues son resultados que proporcionan equipos de medida, y valores subjetivos, en los que interviene, principalmente, el ojo humano para valorar el estado de una superficie, así como mezclas de ambos.

Entre los ensayos que interviene en este proyecto que tienen una valoración subjetiva, se encuentran la resistencia al manchado, al calor seco y al calor húmedo, mientras los que son una mezcla de resultado objetivo y subjetivo están la resistencia a la abrasión y la resistencia al rayado.

En caso de haberse tratado de métodos en los que el resultado de una muestra hubiera podido ser conocida de antemano, el procedimiento a realizar para hallar la precisión del método hubiera seguido el diagrama de flujo dado a continuación para calcular la incertidumbre, según un trabajo realizado relativo a la validación de métodos de ensayo y estimación de la incertidumbre de medida (Hernández Revilla, 2013), conforme a la norma ISO/IEC 17025.



Dado que éste no era el caso, se procedió a llevar a cabo un estudio específico para métodos de ensayo con resultados objetivos y subjetivos, sin poder acceder a muestras preparadas de resultado conocido.

Del estudio realizado se ha concluido que las normas europeas no se distinguen por contener datos de precisión. Obviamente, existen normas que sí los indican, pero no es la regla general. En cambio, las normas americanas sí suelen disponer de esta información, señalando, no sólo los valores de la precisión de los resultados de la norma, sino también la forma en que se han obtenido dichos datos.

Como base de estudio destaca el siguiente documento: Practical guide to ISO 5725-2:1994
Título: Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 2 : Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.

Según este método, se trabaja con valores continuos y con una distribución normal, lo cual, en muchas ocasiones, no coincide con lo que sucede con las valoraciones cualitativas y subjetivas. Por ello, recientemente, se ha investigado para conocer qué sucede con las valoraciones no continuas y subjetivas, llegando a la conclusión de que el método también es válido para este tipo de determinaciones.

De hecho, hay un documento proveniente del organismo de normalización americano ASTM, que indica hasta plantillas para introducir datos de repetibilidad y reproducibilidad en las normas, señalando cómo obtenerlos por medio de ensayos llevados a cabo por varios laboratorios.

Toda esta información lleva a la conclusión de que lo más adecuado para aportar datos de precisión en las normas europeas es estudiar su repetibilidad y reproducibilidad tras realizar ensayos de intercomparación llevados a cabo por un número suficiente de laboratorios. Por ello, a continuación, se expone información sobre estos parámetros estadísticos, su significado exacto, la forma de expresarlos, cómo obtenerlos,...

Como se ha indicado arriba, repetibilidad es la precisión bajo condiciones en las que los resultados de una medición sobre una misma muestra se obtienen con el mismo método, con el mismo analista, utilizando el mismo instrumento de medida y mismos reactivos, y durante un corto intervalo de tiempo.

Se puede cuantificar la repetibilidad debida únicamente al instrumento midiendo repetidamente la señal analítica proporcionada por una misma muestra (UNE-ISO 3534-2, 2008).

Por su parte, reproducibilidad es la precisión bajo condiciones en las que los resultados de una medición se obtienen con el mismo método, sobre el mismo mensurado, con diferentes analistas, diferentes equipos de medida y/o reactivos, en diferentes laboratorios o en un largo lapso de tiempo. Para un laboratorio de análisis dado, la precisión que se estima es la precisión intermedia o reproducibilidad intermedia, efectuando una serie de análisis sobre la misma muestra, pero variando alguna de las condiciones operativas (diferentes analistas, aparatos, días, etc.) (UNE-ISO 3534-2, 2008).

Por consenso, la repetibilidad y sus valores estadísticos relacionados se representan como r , mientras los valores relacionados con la reproducibilidad como R .

La varianza de la reproducibilidad es la suma de la varianza de la repetibilidad y la varianza entre laboratorios.

$$sR^2 = sr^2 + sL^2$$

donde:

sr^2 es la varianza de la repetibilidad o varianza dentro de un mismo laboratorio

sL^2 es la varianza entre laboratorios

Se pueden utilizar la estimación de las desviaciones estándar de la repetibilidad y de la reproducibilidad para deducir valores de los límites de repetibilidad y reproducibilidad que tienen los métodos de ensayo. Estos límites valoran si el método permite encontrar resultados similares por diferentes operarios, laboratorios o en diferentes ocasiones (repeticiones de ensayo) y, una vez establecidos para el método, si el ensayo en cuestión ha podido sufrir algún percance. Por lo tanto, los límites de la repetibilidad y de la reproducibilidad, r and R , se pueden emplear para incluir datos de precisión en los métodos de ensayo.

A continuación se expone el significado estadístico de la desviación estándar.

La desviación estándar de la reproducibilidad (sr) da información sobre lo cercanos que están los resultados, entendiéndose como tales las medias de varias réplicas, obtenidos de una misma manera, por un mismo operador, en un corto periodo de tiempo, usando el mismo método

La desviación estándar de la reproducibilidad (SR) da información sobre lo cercanos que están los resultados, entendiéndose como tales las medias de varias réplicas, obtenidos de la misma manera, por diferentes operadores y con diferentes equipos, en un corto periodo de tiempo

La desviación estándar o típica muestral, s , es el parámetro más característico para estimar la precisión, ya que proporciona información sobre la dispersión de los resultados alrededor del valor medio, de forma que una menor precisión se refleja en una mayor desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

La desviación estándar muestral es un parámetro que estima la verdadera desviación estándar de la población, σ , a la que pertenecen los valores obtenidos. Cuando el número de medidas es suficientemente grande ($n > 30$) la desviación estándar muestral, s , se considera un estimador fiable de σ , calculándose como:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Por su lado, los límites de la repetibilidad y de la reproducibilidad representan los límites por debajo de los cuales se debe situar la diferencia absoluta entre dos resultados únicos obtenidos bajo condiciones de repetibilidad y de reproducibilidad, respectivamente, con una probabilidad del 95 %. De forma práctica, se puede obtener una aproximación de la estimación de los límites de la repetibilidad y de la reproducibilidad, multiplicando, respectivamente, as desviaciones estándar de la repetibilidad y de la reproducibilidad por 2,8.

Consideraciones a tener en cuenta:

1) si dos resultados, obtenidos del mismo producto, bajo condiciones de repetibilidad o de reproducibilidad, difieren más que el límite de repetibilidad o de reproducibilidad, respectivamente, es probable que hay tenido lugar algún problema durante la realización del ensayo o en el muestreo, por lo que se deben realizar más ensayos o un nuevo muestreo

2) si dos resultados, obtenidos cada uno de dos diferentes productos bajo condiciones de repetibilidad o de reproducibilidad difieren más que los límites de repetibilidad y de reproducibilidad, respectivamente, probablemente es porque los productos son de diferente calidad

Por tanto, los límites de repetibilidad y de reproducibilidad son dos valores estadísticos a proporcionar respecto al método de ensayo. El problema es que en ocasiones estos valores parecen muy elevados. También se podría dar sólo las desviaciones estándar de repetibilidad de reproducibilidad, ya que dan suficiente información, estando relacionada con los límites (multiplicando por 2,8)

El límite de repetibilidad se calcula a partir de la desviación estándar de repetibilidad, σ_r o s_r , y el límite de reproducibilidad se calcula a partir de la desviación estándar de reproducibilidad σ_R o s_R :

$$r = t_{\infty} \cdot \sqrt{2} \cdot s_r = 2.8 \cdot s_r$$

$$R = t_{\infty} \cdot \sqrt{2} \cdot s_{Rr} = 2.8 \cdot s_R$$

donde t_{∞} es el valor de la t de Student de una tabla de dos colas para $\sigma = \infty$ grados de libertad con un nivel de confianza del 95% cuyo valor es 1,96 (UNE 82009-6:1999).

Con todo lo arriba expuesto se llega a la conclusión de que lo más apropiado es trabajar como a continuación se indica:

Esquema de procedimiento de trabajo

Un estudio interlaboratorio implica p laboratorios, identificados como i (i=1, 2,..., p), analizando cada uno de ellos q materiales (que corresponden a q niveles, por lo que un material es un nivel), llamados j (j=1, 2, ...,q), con n réplicas (para cada combinación ij). Todas las réplicas de cada ij tienen un resultado o clase, habiendo, generalmente, 3 valores individuales o réplicas para cada laboratorio – muestra.

La media de la clase y la dispersión de la clase (desviación estándar para cada clase: laboratorio - nivel) se calculan como se indica a continuación:

$$\bar{y}_{ij} = \frac{1}{n_{ij}} \sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ikj}$$

$$s_{ij} = \sqrt{\frac{1}{n_{ij} - 1} \sum_{k=1}^{n_{ij}} (y_{ikj} - \bar{y}_{ij})^2}$$

Donde nij (número de réplicas) es el número de los resultados de ensayo de la clase, para el laboratorio l y el material j, y y_{ikj} es sólo uno de los resultados de ensayo (k= 1, 2, ..., nij).

Estudio de los resultados para la búsqueda de la consistencia y de valores aberrantes

Durante la primera parte de la evaluación, los datos se examinaron en profundidad con el propósito de buscar valores aberrantes o cualquier otro tipo de inconsistencia, empleando para ello tanto técnicas numéricas, como técnicas gráficas.

Habitualmente, los valores críticos para estudiar la consistencia, tienen un nivel de significancia de $\alpha = 1\%$ ó $\alpha = 5\%$, siendo estos utilizados en este proyecto para localizar valores estadísticamente aberrantes y valores aberrante, respectivamente.

Si el valor estadístico es mayor que el valor crítico correspondiente al 1 % de nivel de significancia, el resultado del que proviene se identifica como valor estadísticamente aberrante.

Si el valor estadístico es mayor que el valor crítico correspondiente al 5 % de nivel de significancia, pero menor que al correspondiente al 1 %, el resultado del que proviene se identifica como valor aberrante

Si el valor estadístico es menor o igual al valor crítico correspondiente al 5 % de nivel de significancia, el resultado del que proviene se acepta, considerándolo correcto.

Cálculo de la media general y de varianzas

Para la clase j, la media general es:

$$\hat{m}_j = \bar{\bar{y}}_j = \frac{\sum_{i=1}^p n_{ij} \bar{y}_{ij}}{\sum_{i=1}^p n_{ij}}$$

Para cada material se calculan tres varianzas: la varianza de la repetibilidad la varianza de la reproducibilidad y la varianza entre laboratorios

Varianza de la repetibilidad:

$$s_{rj}^2 = \frac{\sum_{i=1}^p (n_{ij} - 1) s_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p (n_{ij} - 1)}$$

Varianza entre laboratorios:

$$s_{L_j}^2 = \frac{s_{d_j}^2 - s_{r_j}^2}{\bar{n}_j}$$

Donde:

$$s_{d_j}^2 = \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p n_{ij} (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_j)^2$$

y

$$\bar{n}_j = \frac{1}{p-1} \left[\sum_{i=1}^p n_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^p n_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p n_{ij}} \right]$$

Varianza de la reproducibilidad:

$$s_{R_j}^2 = s_{r_j}^2 + s_{L_j}^2$$

5. Estudio de los niveles de comportamiento de substrato-recubrimiento

Tal como indica la lógica, y aparece en determinadas normas, como es el caso la EN UNE-EN 1097-6:2014, Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua, los datos de precisión varían en función del nivel de comportamiento de la muestra analizada. Es fácil comprender que puede no tener la misma precisión el análisis del contenido de una sustancia presente en una muestra, si ésta se encuentra en valores del orden de partes por millón, o en valores del orden de tanto por cien.

Por tanto, para comenzar el estudio, es muy importante conocer, para cada propiedad a analizar, en cuantos niveles se clasifican las muestras a las que van destinados los datos de precisión, así como cuáles son los valores límite de dichos niveles. No hay que olvidar que, para que el proyecto, y los documentos emanados del mismo, tengan el uso más universal posible, el conjunto de estos niveles debe comprender todo el espectro de productos que circulan actualmente en el mercado y de aquellos que pueden aparecer en un futuro próximo.

Es de destacar que, la mayor parte de las normas encontradas en las que se hace mención a datos de precisión, la mayoría de procedencia americana, utilizan una graduación de 3 a 5 niveles, lo que se puede traducir en un comportamiento bajo, medio y alto, o bajo, medio-bajo, medio-alto y alto e, incluso, muy alto.

Por ello, para la realización de la parte experimental del proyecto, se ha tenido que preparar muestras que presentaran un diferente comportamiento frente a las distintas propiedades estudiadas, adecuadamente graduados dichos comportamientos, a la vez que cubrieran todo el espectro de los productos que existen en el mercado.

Según la propiedad analizada en cada caso, el número de niveles fue uno u otro, pero, en todos los casos, dicho número se encontró entre 3 y 5, tal como señala la lógica y la experiencia.

6. Estudio de la influencia de las técnicas de aplicación en los resultados

De todos los documentos consultados para realizar este parte del estudio, no se ha localizado ninguno que tratara el tema de la aplicación. Este hecho es lógico, ya que los métodos de ensayo objeto del proyecto se refieren a propiedades de las superficies una vez el producto ya ha sido totalmente terminado, por lo que se hace referencia más a las prestaciones del mismo o, en todo caso, cabría alguna mención a su espesor.

7. Selección de los tipos de substrato-recubrimiento

Las superficies seleccionadas para los diferentes ensayos, graduados de menor a mayor nivel de comportamiento, fueron:

Resistencia a la abrasión

LEVEL	CODE	DESCRIPTION
1	DP	Decorative paper Substrate: Particleboard
2	M WB	Monocomponent water based transparent coating Substrate: particleboard covered with beech veneer
3	PU 2K SB	Bicomponent polyurethane solvent-borne Substrate: MDF
4	PC	Powder coating Substrate: MDF
5	HPL	HPL, plain white colour Substrate: Particleboard

Resistencia al rayado lineal, método A

LEVEL	CODE	DESCRIPTION
1	M WP	Monocomponent water based transparent coating Substrate: particleboard covered with beech veneer
2	PU 2K SB	Bicomponent polyurethane solvent-borne Substrate: MDF
3	L UV	Laquer UV curing Substrate: MDF
4	M WB IP	Monocomponent water based varnish Substrate: Insignis pine

Resistencia al rayado circular, método B

LEVEL	CODE	DESCRIPTION
1	DP	Decorative paper Substrate: Particleboard
2	M WB	Monocomponent water based transparent coating Substrate: particleboard covered with beech veneer
3	PU 2K SB	Bicomponent polyurethane solvent-borne Substrate: MDF
4	PC	Powder coating Substrate: MDF
5	HPL	HPL, plain white colour Substrate: Particleboard

Resistencia a líquidos fríos

LEVEL	CODE	DESCRIPTION
1	DP	Decorative paper Substrate: Particleboard
2	M WB	Monocomponent water based transparent coating Substrate: particleboard covered with beech veneer
3	PU 2K SB	Bicomponent polyurethane solvent-borne Substrate: MDF
4	L UV	Laquer UV curing Substrate: MDF
5	HPL	HPL, plain white colour Substrate: Particleboard

8. Selección de la técnica de aplicación

La técnica de aplicación para pinturas y barnices, dada la baja o nula influencia que tiene en los resultados, la cual se refleja sólo en el espesor que puede alcanzar la película (hecho controlado por otros medios), se seleccionó el trabajar con los siguientes sistemas:

- el acabado con pintura en polvo, prácticamente obliga a trabajar con pistola electroestática
- el acabado de curado ultravioleta, aplicado en líquido, se aplicó mediante rodillo, al ser la técnica más ampliamente empleada para este tipo de recubrimiento, en el que una de sus finalidades es tener una alta productividad, además de las buenas prestaciones que permite



9. Realización de muestras

Por un lado, los tableros recubiertos con papel decorativo y con laminado de alta presión, se adquirieron en el mercado. Estos productos, que se encuentran impregnados por resinas sintetizadas en plantas químicas y la impregnación se realiza por medios muy automatizados, aparte de tener unos controles de calidad exhaustivos, son muy homogéneos dentro de un mismo lote (inclusive entre diferentes lotes), por lo que la adquisición del producto listo para el ensayo es de suficiente confianza para que este hecho no introduzca un error extra al de la realización del ensayo y valoración del resultado en sí. Estos productos fueron de procedencia de otros países de la UE, siendo proporcionados por otros centros.

Por otro lado, AIDIMA cuenta con una planta piloto de acabados, con equipos de pistola, rodillos, cortina, túneles de secado/curado por aire, infrarrojos y ultravioleta y de aplicación de pinturas en polvo que permiten realizar las aplicaciones y endurecimientos de las películas de las muestras arriba indicadas.



Poliuretano al agua monocomponente sobre tablero de fibras chapado con haya



Papel decorativo sobre tablero de partículas



Pintura UV sobre tablero de fibras



Poliuretano al disolvente bicomponente sobre tablero de partículas chapado con haya



Laminado de alta presión sobre tablero de partículas

10. Realización de ensayos

Se realizaron los ensayos siguientes, conforme a la normativa europea

- Resistencia a la abrasión
- Resistencia al rayado, por dos métodos, circular y lineal
- Resistencia al manchado
- Resistencia al calor seco
- Resistencia al calor húmedo

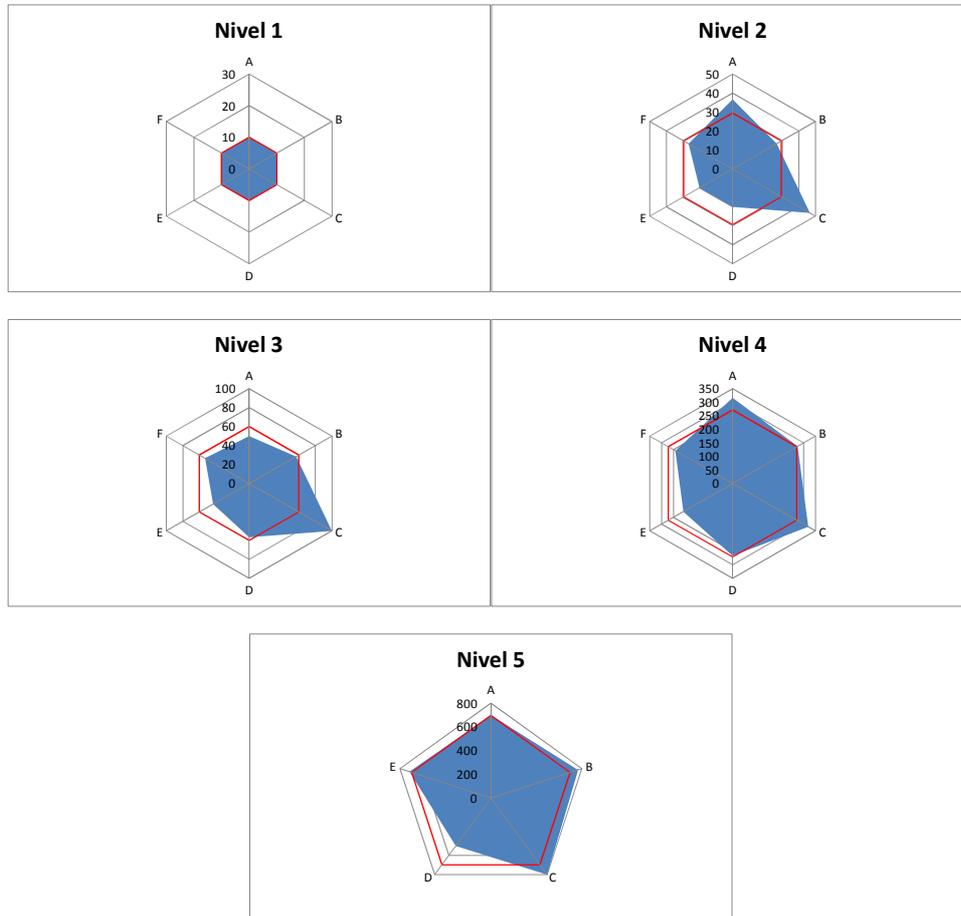


11. Obtención y tratamiento de resultados

Tras estudiar diferentes métodos de ensayo relativos a una gran diversidad de sectores, se ha comprobado que los valores que mejor pueden definir la precisión de dichos métodos son la repetibilidad y la reproducibilidad. La repetibilidad es el grado de acuerdo entre los resultados de un ensayo realizado utilizando un mismo método, mismo equipo y mismos materiales, por un mismo laboratorio y operador, en un corto plazo de tiempo, mientras la reproducibilidad indica el grado de acuerdo entre resultados de un ensayo utilizando el mismo método e idénticos materiales, pero en diferentes laboratorios, diferentes equipos y diferentes operadores.

Los resultados se han estudiado por medios estadísticos, analizando la consistencia de los valores dados por un mismo laboratorio y entre los diferentes laboratorios. A partir de este estudio se han obtenido los valores límite de repetibilidad y de reproducibilidad (valores para los que se espera que se encuentre el 95 % de las diferencias absolutas de los resultados individuales que se obtengan en condiciones de repetibilidad y reproducibilidad, respectivamente) para cada uno de los métodos analizados.

Aquí se da una muestra del tipo de comparaciones realizadas para el ensayo de resistencia a la abrasión



12. Conclusiones

Por medio de este proyecto, en la actualidad ya se dispone de valores límite de la repetibilidad y de la reproducibilidad de los métodos de ensayo de las características superficiales que más representan la calidad de las superficies, afianzando así la seguridad que las fichas técnicas de los productos y los informes de ensayo proporcionan al mercado. AIDIMA, mediante su trabajo en los grupos de normalización de superficies de mobiliario, junto con los otros participantes europeos, pretende introducir las conclusiones del proyecto en un documento normativo, siendo así de público conocimiento y otorgándoles el respaldo del organismo de la normalización europea.

Abrasion

Repeatability standard deviation (s_r): IP \leq 100 cycles, 10 cycles

IP $>$ 250 cycles, 50 cycles

Reproducibility standard deviation (s_R): IP \leq 100 cycles, 20 cycles

IP $>$ 250 cycles, 60 cycles

Scratching

Lineal scratching

Repeatability standard deviation (s_r): 1 N

Reproducibility standard deviation (s_R): 2 N

Circular scratching

Repeatability standard deviation (s_r): 0,1 N

Reproducibility standard deviation (s_R): 0,5 N

Cold liquids

Repeatability standard deviation (s_r): 0,3

Reproducibility standard deviation (s_R): 0,5

Dry heat

Repeatability standard deviation (s_r): 0,3

Reproducibility standard deviation (s_R): 0,8

Wet heat

Repeatability standard deviation (s_r): 0,2

Reproducibility standard deviation (s_R): 0,9

13. Estudio del grado de implantación

Tras elaborar una encuesta encaminada a conocer la implantación de las normas y de sus contenidos entre el sector, se llega las siguientes conclusiones:

Los resultados obtenidos de las encuestas muestran, para la mayoría de las preguntas, una clara tendencia en función del tipo de empresa y del puesto de trabajo del encuestado.

- El 100 % de las encuestas indican un conocimiento medio de las normas.
Por tanto, todas las empresas, independientemente de su tamaño, del puesto del encuestado, del producto fabricado (producción, calidad, ...), ..., e, incluso, las asociaciones, se consideran conocedores medios de las normas
Este tipo de respuesta puede deberse a que, efectivamente, ninguna entidad o empresa dedica un esfuerzo elevado a estar al corriente del estado de las normas o a la falta de concreción de la pregunta, por lo que la contestación “conocimiento medio” cubre la mayoría de las posibilidades
- El 100 % de las encuestas señalan a los institutos tecnológicos como fuente de información relativa a la normalización, habiendo disparidad respecto a otras fuentes, deduciendo:
 - a) Que todas las empresas y entidades tienen conocimiento de la existencia de normas por medio de los IITT y, según los casos, junto con revistas especializadas y la propia AENOR, no habiendo podido establecer un patrón de comportamiento en función del tipo de empresa, del sector en el que se ubica o del nivel de tecnificación
 - b) Nadie tiene por costumbre entrar en las páginas web de los organismos de normalización
Por tanto, es necesario que la labor llevada cabo por los IITT, así como las difusiones que se realizan en las revistas, se siga manteniendo, pues el sector no está todavía educado para mantener una disciplina de búsqueda
- El 100 % de las empresas emplean las normas, quedando fuera del alcance de esta cuestión las asociaciones empresariales. Hay diversidad de respuestas en cuanto al porqué de este uso, apareciendo una tendencia en la relación tipo de empresa -causa de empleo, tal como se indica:
 - a) En empresas de mayor tamaño y más tecnificadas, no sólo como respuesta a una exigencia de los clientes, sino también, a su vez, como un medio para controlar a sus proveedores
 - b) En empresas de tamaño menor, más tradicionales, principalmente como respuesta a la exigencia de los clientes
 - c) Ninguna empresa declara el empleo de normas de forma voluntaria para disponer de un medio de autocontrol

- No se puede obtener un estudio estadístico del tema de las normas empleadas, pero sí establecer la deducción de que las empresas son conocedoras de aquellas normas más en relación con los productos por ellas fabricados
- Ninguna empresa ni asociación participa en grupos de normalización , por lo que se deduce que las empresas y asociaciones del sector, en sentido amplio (mueble, tableros,) no son proactivos sino, meramente, usuarios, lo que lleva a concluir que:
 - a) Esta contestación unánime hace que los IITT debamos concienciar a las empresas para una mayor participación, debido a la importancia que el texto y especificaciones de las normas pueden tener sobre las certificaciones, materiales utilizados y coste de producción.
 - b) Por relaciones con grupos de trabajo europeos se tiene la certeza de que las empresas europeas y sus asociaciones empresariales sí participan activamente para acomodar los textos y requisitos al perfil de productos y procesos de sus empresas
 - c) Esta contestación es acorde con la falta de respuesta a los envíos de encuestas para la votación de normas
- El 100 % de las encuestas indican que las quejas más importantes respecto a las normas es que éstas no son gratuitas y que para disponer de toda la información hace falta adquirir varias normas, pues una norma hace referencia a otras
En un segundo lugar se encuentra el que, algunas veces, las normas no están traducidas al castellano
- El 100 % de las encuestas indican que las normas son útiles para demostrar la calidad de los productos
Sólo las empresas grandes, éstas de forma unánime, consideran que la demostración del cumplimiento de las especificaciones de normas es una oportunidad de internacionalizar sus fabricados
- Todas las empresa y entidades conocen los sistemas de evaluación existentes (informes, certificados, homologaciones, ...)
Tras el estudio de las respuestas, y dados los numerosos contactos de AIDIMME con las empresas respecto a homologaciones y certificados, se considera que la respuesta es engañosa debido justo, a la falta de conocimiento de la diferencia entre unos y otros

- El 100 % de las empresas encuestadas declaran que contratan la realización de ensayos según normas, diferenciándose entre ellas en la frecuencia media, siendo mayor en aquellos casos en que hay una normativa de obligado cumplimiento cuando la empresa es de cierto nivel tecnológico y tamaño y perciben los ensayos según normas como un medio de difusión
- Sólo las empresas de mayor nivel tecnológico y, especialmente, cuando el encuestado es del departamento de calidad, declara:
 - a) saber distinguir los datos de precisión
 - b) reconocer si los mismos se encuentran expresados en las normas

De estas respuestas se deduce que se debe hacer un esfuerzo para dar a conocer la valía de las normas, incluyendo en la misma la seguridad que tiene un resultado expresado acorde con la norma y la posibilidad de comparación entre informes. Ello implica el introducir conceptos como la incertidumbre, la repetibilidad, la reproducibilidad, ..., que, en muchas ocasiones, tal como se observa por las respuestas obtenidas, son ajenos a personal que no trabaje en el departamento de calidad

- Aun así, el 100 % de las encuestas, independientemente del tamaño de empresa, de si se trata de una asociación, o del grado de tecnificación o del puesto de trabajo del encuestado, indican que estos datos de precisión deberían estar reflejados en las normas

Dada la respuesta de las empresas no grandes respecto a la falta de conocimiento sobre los datos de precisión, esta contestación carece de valor

- El 100 % de las encuestas ponen de manifiesto que las normas deberían ser mejor difundidas

En los comentarios que acompañan esta respuesta, se señala, de forma prácticamente unánime, que la difusión se debería realizar, especialmente, entre el usuario final, pues a veces no le llega la información o ésta es inadecuada

- De forma global, las encuestas indican que se debería normalizar en los siguientes temas, los cuales dependen del sector de la empresa:
 - Seguridad
 - Medioambiente
 - Resistencias
 - ...

Es de señalar que esta última cuestión se encuentra muy abierta, los intereses dependen del segmento de mercado que representa el encuestado.