

## INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO (EILA 2024)

### ENSAYOS DE MATERIALES

A nivel nacional

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24	Revisados códigos del contenido de sales en suelo, se modifica informe, análisis estadístico y tabla de evaluación del citado ensayo	09 de mayo de 2025	1a Edición

<b>ENSAYOS DE MATERIALES.....</b>	<b>1</b>
<b>1. OBJETIVOS DEL EILA24.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3. NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA LA REALIZACION DE LOS ENSAYOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DOCUMENTOS DEL EJERCICIO .....</b>	<b>4</b>
<b>5. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES .....</b>	<b>5</b>
<b>6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS.....</b>	<b>6</b>
<b>7. GRAFICOS DE DISPERSION .....</b>	<b>10</b>
<b>8. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD: ZSCORE. METODO ESTADISTICO SOBRE APTITUD.....</b>	<b>11</b>
<b>9. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES .....</b>	<b>12</b>
<b>BARRAS CORRUGADAS ACERO.....</b>	<b>13</b>
Ensayos de tracción determinando resistencia, límite elástico y alargamiento total bajo carga máxima	13
Ensayo de doblado simple	23
<b>ÁRIDOS .....</b>	<b>24</b>
Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas (MICRODEVAL)	24
Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2:	
Ensayo de sulfato de magnesio	31
<b>SUELOS.....</b>	<b>37</b>
Determinación del contenido de sales solubles de un suelo	37
Determinación del coeficiente de permeabilidad de un suelo. Metodo carga constante	44
<b>MEZCLAS BITUMINOSAS .....</b>	<b>51</b>
Determinación de la pérdida de partículas de una probeta de mezcla bituminosa drenante....	51
Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa. Método A.....	57
<b>EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS EN MATERIALES .....</b>	<b>63</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>68</b>

## 1. OBJETIVOS DEL EILA24

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios de ensayo para el control de calidad de la edificación tienen su origen y fundamento en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, de acuerdo con la cual los laboratorios deben tener implantado un sistema de gestión de la calidad, y para ello, en su apartado 7.7 Aseguramiento de la validez de los resultados establece que el laboratorio debe contar con un procedimiento para hacer el seguimiento de la validez de los resultados y que este debe incluir, cuando sea apropiado, la participación en comparaciones interlaboratorios.

En concreto, el ejercicio de intercomparación de laboratorios EILA tiene los siguientes objetivos:

- Evaluación del desempeño de los laboratorios para ensayos.
- Identificación de problemas en los laboratorios e inicio de actividades correctivas.
- Establecimiento de eficacia y comparabilidad de ensayos.
- Identificación de diferencias entre laboratorios.
- Caracterización de métodos.
- Formación de los laboratorios participantes, basándose en los resultados de su participación.

Sobre estos objetivos, en las Jornadas de inicio de los diferentes ejercicios EILA se realizan ponencias de carácter formativo, con la colaboración de expertos del Instituto Eduardo Torroja.

## 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos por los laboratorios se analiza siguiendo las siguientes normas:

- **UNE 82009-2:1999** *“Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte 2: Método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado”.*
- **UNE-EN ISO/IEC 17043:2023** *“Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud”*, tomando como valor de referencia del ensayo los valores medios no aberrantes obtenidos.

Además, se consideran dos documentos de ayuda elaborados por la **Entidad Nacional de Acreditación ENAC** para la realización de los ejercicios de intercomparación:

- **NT-03** *“Política de ENAC sobre Intercomparaciones”.*
- **G-ENAC-14** *“Guía sobre la participación en programas de intercomparación.”.*

### 3. NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

Para la realización de los ensayos de hormigón se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- Ensayos de aceros con barra:
  - Ensayo de tracción para determinar el límite elástico, la carga unitaria de rotura, el alargamiento de rotura y el alargamiento total bajo carga máxima, según normas **UNE EN ISO 15630-1:2011 (Código Estructural)**.
  - Ensayos de doblado simple, según la norma **UNE EN ISO 15630-1:2011 (Código Estructural)**.
- Ensayos de áridos:
  - Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas (MICRODEVAL), según la norma **UNE 146404:2018 (Código Estructural)**.
  - Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio. (Estabilidad), según la norma **UNE-EN 1367-2:2010 (Código Estructural)**
- Ensayo de suelo:
  - Determinación del contenido de sales solubles en un suelo, según la norma **NLT-114:1999 y UNE 103205:2006**.
  - Permeabilidad suelo. Método de carga constante, según la norma **UNE EN ISO 17892-11:2020**.
- Ensayos de mezclas bituminosas en caliente (MBC):
  - Pérdida de partículas de una probeta de mezcla bituminosa drenante, según la norma **UNE EN 12697-17:2006+A1:2007**.
  - Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa. Método A, según la norma **UNE-EN 12697-12:2009**.

### 4. DOCUMENTOS DEL EJERCICIO

Debido al volumen de datos a analizar para posteriormente ser evaluados, se ha tomado la opción de distribuir el informe en tres documentos más, además del presente:

1. análisis de los datos aportados considerando los valores descartados,
2. análisis de los datos aportados sin considerar los valores descartados,
3. gráficas de sensibilidad al agua de las mezclas bituminosas.

## 5. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 24 de materiales, han participado un total 17 Comunidades Autónomas y 201 laboratorios de ensayo. En las siguientes tablas se muestran el número de laboratorios por Comunidad Autónoma y por tipo de ensayo:

**Tabla 5.1.** Laboratorios participantes por Comunidad Autónoma.

<b>Comunidad Autónoma</b>	<b>Nº de Laboratorios Participantes</b>
Andalucía	26
Aragón	09
Asturias	03
Cantabria	03
Castilla- La Mancha	08
Castilla- León	15
Cataluña	20
Comunidad de Madrid	23
Comunidad de Valencia	15
Extremadura	05
Galicia	26
Islas Baleares	06
Islas Canarias	14
La Rioja	03
Murcia	09
Navarra	07
País Vasco	09

**Tabla 5.2.** Laboratorios participantes por ensayo (entregados resultados)

<b>MATERIAL</b>	<b>ENSAYO</b>	<b>Nº de LABORATORIOS</b>
<b>Aceros</b>	Ensayo de tracción para determinar el límite elástico, la carga unitaria de rotura, el alargamiento de rotura y el alargamiento total bajo carga máxima en barra corrugada	<b>97</b>
	Ensayo de doblado simple	<b>85</b>
<b>Áridos</b>	Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas (MICRODEVAL)	<b>120</b>
	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio. (Estabilidad)	<b>82</b>
<b>Suelos</b>	Determinación del contenido de sales solubles en un suelo	<b>158</b>
	Permeabilidad suelo. Método de carga constante	<b>12</b>
<b>MBC</b>	Pérdida de partículas de una probeta de mezcla bituminosa drenante	<b>108</b>
	Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa. Método A	<b>98</b>

## 6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS

1. El primer paso es un **Análisis preliminar (pre-estadístico)** de todos los datos aportados por los laboratorios participantes, volcados de las fichas de resultados, elaboradas ex profeso para cada ensayo. Es en este punto cuando se marcan aquellos **valores sospechosos** que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se filtran los **valores descartados** por la incorrecta ejecución de la norma.

Para ello, se investiga si el resultado se ha debido a un descuido de transcripción, o por no fijarse en la expresión de las unidades que se estaba pidiendo o por situar el valor en la celda equivocada. Si es así, el resultado se considera *sospechoso*, se sombrea en amarillo en el volcado de datos y se reemplaza por el valor correcto para su análisis estadístico. Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación del **criterio de validación** que la propia norma de ensayo establece. Si no la cumple, el valor será descartado y no analizado.

2. Una vez que los datos se han revisado, y ya se han eliminado aquellas mediciones que no cumplen la norma (“*los descartados*”) y se han corregido los valores “sospechosos”, se realiza el **Análisis estadístico**. Este cálculo se presenta este año como un segundo documento independiente, que no se adjunta al presente.

Es en este momento cuando conocemos:

- El número mínimo de laboratorios participantes que en el Plan EILA debe ser  $p \geq 3$ . *Bien es cierto que en la norma UNE 82009-1:1999 en su Artículo 6.3.4 se recoge que, estas estimaciones de las desviaciones de repetibilidad y de reproducibilidad podrían diferir de forma sustancial de sus valores verdaderos si sólo toman parte del contraste un pequeño número de laboratorios ( $p=5$ ). Lo recomendable es un valor de  $p$  entre 8 y 15.*
- El número mínimo de réplicas en cada laboratorio para la misma muestra debe ser  $n \geq 2$ . Eso significa hacer el ensayo por duplicado para poder ser analizado, salvo que el ensayo sea resultado promedio de al menos dos determinaciones. Este punto se indica en Protocolo.

Si los datos cumplen con estos valores mínimos para “ $p$ ” y “ $n$ ”, se realiza el Análisis estadístico de conformidad con las normas **UNE 82009-2 y 82009-6** (equivalentes a las normas ISO 5725-2 e ISO 5725-6, respectivamente), referentes al *Método básico de la repetibilidad y reproducibilidad de un método de medición normalizado*. Esto significa que se realizan las siguientes aproximaciones:

- **Técnica gráfica de consistencia**, utilizando dos estadísticos determinados: interlaboratorios ( $h$ ) e intralaboratorios ( $k$ ) **de Mandel**. (*“inter”-entre laboratorios, e “intra”-resultados en el mismo laboratorio*)

- **Ensayos de detección de resultados numéricos aberrantes:** ensayos de variabilidad que se aplican solo en aquellos resultados donde el ensayo Mandel haya conducido a la sospecha:
  - **Ensayo de Cochran (C):** verifica el mayor valor de un conjunto de desviaciones típicas, siendo ello un test unilateral de valores aberrantes, y
  - **Ensayo de Grubbs (G):** verifica la desviación estándar de todas las medias, eliminando de todo el rango de distribución de valores la/s media/s más alta/s y más baja/s, según si es el Simple Grubbs o el Doble Grubbs.

**El valor será rechazado y dejará de ser analizado cuando sea aberrante/ anómalo tanto en las técnicas gráficas de consistencia como en los ensayos de detección de resultados numéricos aberrantes.** Para identificar si los resultados son anómalos y/o aberrantes, estos métodos comparan el valor estadístico resultante de “h, k, C y G”, obtenido en el Análisis estadístico a partir de los resultados aportados por los laboratorios, con los indicadores estadísticos y valores críticos recogidos en las Tablas 4, 5, 6 y 7 de la UNE 82009-2, antes citada, para una (p) y una (n) conocidas.

Para los ensayos Mandel, Cochran y Grubbs simple, los resultados se consideran:

	Correcto	Si el valor del estadístico es menor o igual ( $\leq$ ) al 5% de su valor crítico.
	Anómalo (*)	Si el valor del estadístico es mayor (>) al 5% y menor o igual ( $\leq$ ) al 1% de su valor crítico.
	Aberrante (**)	Si el valor del estadístico es mayor (>) al 1% de su valor crítico.

Y, para el ensayo Grubbs doble, los resultados se consideran:

	Correcto	Si el valor del estadístico es mayor o igual ( $\geq$ ) al 5% de su valor crítico.
	Anómalo (*)	Si el valor del estadístico es menor (<) al 5% y mayor o igual ( $\geq$ ) al 1% de su valor crítico.
	Aberrante (**)	Si el valor del estadístico es menor (<) al 1% de su valor crítico.

3. Con el grupo de valores no rechazados, se determina la repetibilidad y reproducibilidad del ensayo para conocer las dispersiones de los resultados, **en base al método estadístico básico de las varianzas**, recogido en la norma **UNE 82009-1 en su apartado 5**.

La **precisión** se expresa generalmente en términos de falta de precisión, pero lo que realmente importa es la medida en que esto ocurre. Para ello, la imprecisión se relaciona con la tolerancia establecida en la propia norma de ensayo, a partir de unos límites máximos permisibles, por debajo de los cuales, verifican que se está realizando correctamente.

En caso de no tener criterios de validación propios en la norma de ensayo, la mejora de un proceso de medida pasa por analizar los distintos factores de imprecisión. En general, establecer estos límites deben ser resultado del cociente entre la imprecisión ( $S$ ) y la tolerancia ( $\sigma$ ).

Los métodos para determinar la repetibilidad y reproducibilidad están basados en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, ya sea en forma de rango o su representación, como varianzas o desviaciones estándar. El método utilizado en este informe para determinar ambos conceptos es el del promedio de las varianzas o también conocido como ANOVA (siglas de “*analysis of variance*”). En el EILA, los laboratorios aportan en su mayoría al menos dos determinaciones, por lo que el nivel de ensayo es 2 y por tanto, la “varianza de la diferencia” es  $2\sigma^2$ , y la “desviación típica de la diferencia” su raíz cuadrada ( $\sqrt{2}\sigma^2$ ). Sabiendo que una varianza es una suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad ( $n^\circ$  de participantes no descartados en el pre-estadístico y no rechazados en el estadístico, menos 1), y que cada cuadrado es la diferencia entre las determinaciones individuales de un laboratorio para calcular la desviación de la repetibilidad ( $\sigma_R$ ) y que para el de la reproducibilidad ( $\sigma_R$ ), es la diferencia entre los valores medios de cada laboratorio con la media de todo el grupo de distribución para una misma muestra; equivale a la descomposición en dos componentes de imprecisión:

- uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad, (variabilidad intra-laboratorio), y
- el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad (variabilidad interlaboratorio).

Por tanto, la repetibilidad de los resultados significa que las mediciones sucesivas para un mismo ensayo y muestra, se efectúan en las mismas condiciones dentro de un periodo de tiempo corto: mismo laborante, mismo laboratorio (condiciones ambientales) y mismo equipo de medición utilizado. Sin embargo, la reproducibilidad de los ensayos es, teniendo en cuenta que las mediciones son para un mismo ensayo y muestra dentro de un periodo de tiempo corto, cambiando alguna de las condiciones de medición: el laborante, el laboratorio (las condiciones ambientales y/o de uso (p.ej. procedimientos)) y/o el equipo de medición. En resumen, la primera hace referencia a la variabilidad entre medidas en el mismo laboratorio y la segunda debida al cambio de laboratorio.

Si  $r (\%) > R (\%)$ , las posibles causas pueden ser entre otras: el instrumento necesita mantenimiento, el equipo requiere ser calibrado, el montaje o la ubicación donde se efectúan las mediciones necesita ser mejorado o existe una variabilidad excesiva entre las dos medidas hechas en un mismo laboratorio.

Si  $R (\%) = r (\%)$ , debe considerarse generalmente indicador de una varianza interlaboratorios pequeña (o de valores negativos), o incluso nula, podría estimarse como si todos los ensayos hubieran sido realizados por un único laboratorio en condiciones de repetibilidad (Aptdo.7.4.5.5 de la norma UNE 82009-2:1999).

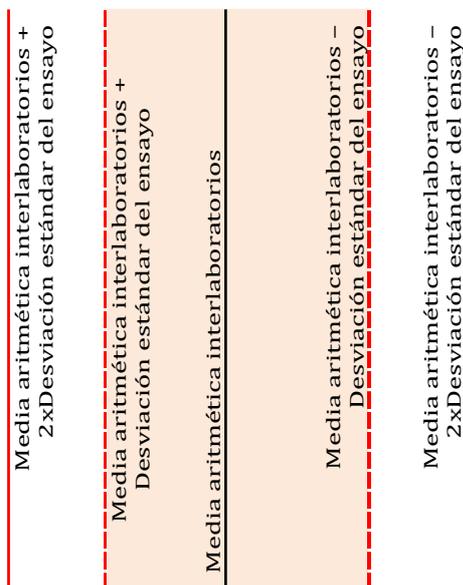
## 7. GRAFICOS DE DISPERSION

Los gráficos de dispersión son diagramas matemáticos en los que podemos apreciar, a golpe de vista, la dispersión y la simetría que existe para una distribución de valores.

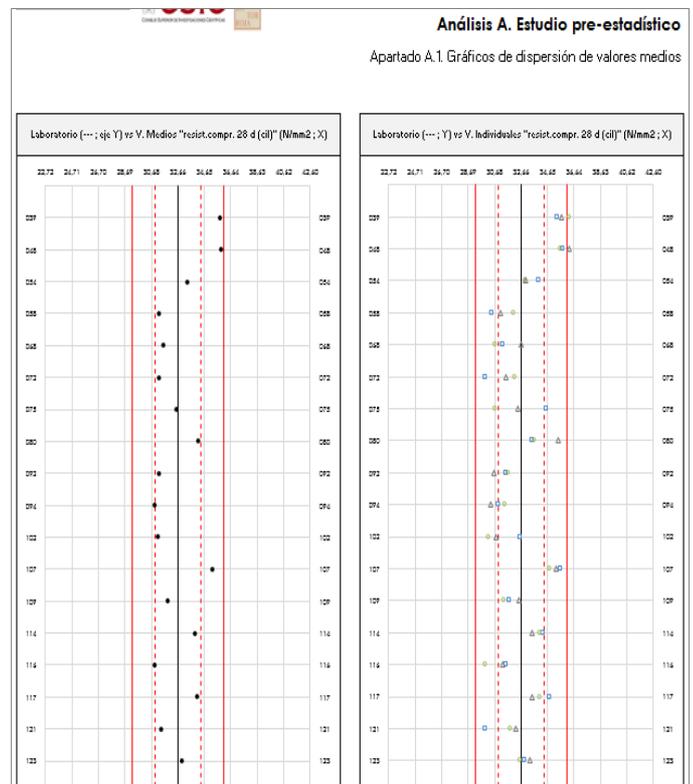
La representación gráfica más útil para describir el comportamiento de un conjunto de variables es el diagrama de dispersión o nube de puntos, donde cada laboratorio aparece representado como un punto negro, correspondiente al promedio de los resultados individuales aportados por el laboratorio para la misma muestra. En el análisis estadístico del EILA, hay además una segunda gráfica de dispersión que recoge en forma de triángulos, círculos y/o cuadrados, las variables individuales aportadas por cada laboratorio.

Para ello, en el análisis pre-estadístico se han considerado todos los valores, incluidos los “sospechosos” corregidos por error técnico, y se han anulado los “descartados” por una mala praxis de la norma de ensayo.

Una vez construido el diagrama se analiza la forma que tiene la nube de puntos obtenida, para así determinar las relaciones entre todos los datos. Para ello se utiliza como recta de regresión la media aritmética de las medias intralaboratorios y la desviación estándar respecto de aquella, que son los valores asignados y que resultan de referencia para el ensayo en estudio.



Todos los valores comprendidos en la franja de sombra naranja se consideran aceptables, tanto en la gráfica de puntos como en la de barras que en las siguientes hojas del análisis estadístico aparecen.



## 8. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD: ZSCORE. METODO ESTADISTICO SOBRE APTITUD

El método de evaluación adoptado en esta parte del informe es mediante el Z-Score, parte de la Norma ISO IEC 17043:2023 que consiste en determinar **el valor asignado**, el cálculo de estadísticas de desempeño y la evaluación del desempeño, cuyos cálculos estadísticos utilizados en el presente estudio se describen a continuación:

- **Desviación típica o estándar ( $\sigma$ )** 
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_i (x_i - \bar{m})^2}$$

La precisión se expresa generalmente en términos de falta de precisión, calculándose a partir de la desviación típica de los resultados. A mayor desviación típica menor precisión (Nota 10 del Art. 3.11 de la norma UNE 82009-1:1999).

- **Coficiente de variación (CV)**

$$CV = \frac{\sigma}{|\bar{m}|} \times 100$$

Siendo: ( $\bar{m}$ ) la media de los valores individuales y

( $x_i$ ) Las determinaciones/valores individuales de un mismo laboratorio

Cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el coeficiente de variación. Es importante que todos los valores sean positivos y su media dé, por tanto, un valor positivo. A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor **homogeneidad en los valores de la variable**.

- **Diferencia**  $D_i = (m_{Arit} - M)$

**Diferencia de porcentaje**  $D_i \% = (m - M) * 100/M$

Siendo: ( $x_i$ ) el resultado del laboratorio participante;

( $m_{Arit}$ ) el resultado medio calculado a partir de las determinaciones individuales ( $x_i$ ) del laboratorio participante sin redondeos;

(**M**) **el valor medio asignado** para una misma muestra, resultado del conjunto de medias o valores individuales aportados por todos los laboratorios.

- **Valores de z score:**

$$z = \frac{m_{Arit} - M}{\sigma}$$

Conforme a UNE-EN ISO /IEC 17043:2023 Anexo B (B3 y B4)

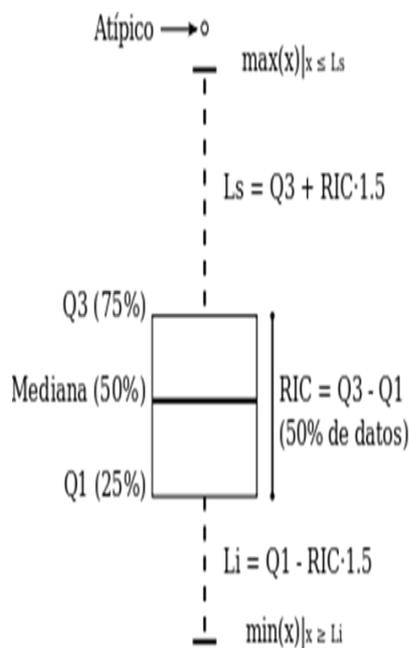
$ z  \leq 2$	Resultado satisfactorio (S)
$2 <  z  < 3$	Resultado dudoso (D)
$ z  \geq 3$	Resultado insatisfactorio (I)

## 9. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES

La gráfica de cajas y bigotes, representa un rectángulo (caja) definido por dos puntos  $Q_1$  y  $Q_3$ , cuya diferencia define el recorrido entre cuartiles (RIC) y, unas líneas que sobresalen de la caja que se llaman bigotes.

Estos bigotes tienen un límite de prolongación  $L$  superior y  $L$  inferior, de modo que cualquier dato que no se encuentre dentro de este rango, es un valor atípico que es marcado individualmente con un punto en la gráfica.

Los datos que se van a estudiar, se ordenan de mayor a menor y se dividen en 4 grupos. Cada cuarta parte se representa en este diagrama y se comienza con la caja de la siguiente forma:



**RIC**=  $(Q_3 - Q_1)$  el Recorrido entre cuartiles o longitud de la caja;

**Q1**= Primer cuartil. El valor extremo inferior de la caja representa el límite por debajo del cual se engloban el 25 % de los datos menores de la distribución.

**Q2**: Segundo cuartil o mediana, representa el valor medio de los datos agrupados en el centro de la distribución (25%-75%) o caja. No es la media de todos los datos a estudiar.

**Q3**= Tercer cuartil. El valor extremo superior de la caja representa el límite que sobrepasa el 75% de los datos mayores de la distribución.

La longitud límite de los bigotes ( $L_s$  y  $L_i$ ) será desde la caja hasta el valor máximo y valor mínimo de los datos, respectivamente, siempre que esta longitud no supere un rango que es 1,5 veces el RIC de la caja.

En el caso de superarlo, el valor (máximo o mínimo) será un valor atípico y se identificará individualmente. Si este valor, superase en 3 veces el RIC, sería un valor extremadamente atípico. Y se expresan como a continuación se indica:

- Los **valores atípicos**:  $\text{Lim inf} = Q_1 - (1,5 \times RIC)$  y  $\text{Lim sup} = Q_3 + (1,5 \times RIC)$
- Los **valores extremadamente atípicos** son aquellos valores atípicos que superan el doble del valor anterior:  $\text{Lim inf} = Q_1 - 3(RIC)$  y  $\text{Lim sup} = Q_3 + 3(RIC)$

## BARRAS CORRUGADAS ACERO

**ENSAYOS DE TRACCIÓN DETERMINANDO RESISTENCIA, LÍMITE ELÁSTICO Y ALARGAMIENTO TOTAL BAJO CARGA MÁXIMA, SEGÚN LA NORMA UNE EN ISO 15630-1:2003. APARTADO 5 Y ARTÍCULO 58 DEL CAPÍTULO 13 DEL CÓDIGO ESTRUCTURAL**

Tiene por objeto determinar el límite elástico, la carga unitaria de rotura, el alargamiento de rotura y el alargamiento total bajo carga máxima, con el ensayo de tracción.

Para el ensayo, se envió una barra corrugada de acero B500SD de Ø 12 de 130cm para cortarla y realizarlo conforme la norma de ensayo UNE EN ISO 15630-1:2003. En base al protocolo, y para poder ser contrastado en el ejercicio, el ensayo debía hacerse por duplicado y por tanto, con las dos probetas obtenidas de la misma barra. El código **C06-137** observa que *“La barra recepcionada para el ensayo viene con una longitud total de 1285 mm. En vez de 13000 como establece el protocolo. Se aprecia en uno de sus extremos una deformación por doblado. (foto)”*. Se toma nota para futuros ejercicios en el envío de las muestras y se recuerda que deben comunicarlo sin dilación al coordinador autonómico por si hubiera remanente que poder enviarle.

El número total de laboratorios participantes asciende a 95, pues no aportan resultados de alargamiento total bajo carga máxima los códigos **C05-081** en ambas barras y el **C11-155** en la segunda barra.

### ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO: PARÁMETROS DE EJECUCIÓN

Los parámetros que se van a estudiar del ensayo realizado, conforme a la norma UNE EN ISO 15630-1:2003, son los siguientes. Si se evidencian desviaciones a la norma excluyentes, serán señalados y descartados del análisis estadístico:

**METODO DE MEDIDA:** De conformidad con los apartados 6.4.1 y 6.4.6 de la norma **UNE EN ISO IEC 17025:2017**, consideramos que el uso del flexómetro No es técnicamente admisible para este ensayo. Debe ser utilizado un instrumento de medición preciso y exacto, como es el pie de rey o el extensómetro, calibrado, al menos, cada dos años.

Como en EILAs anteriores, la mayor parte, el 70%, indica haber medido de forma manual (pie de rey, reglas metálicas...) las distancias y los alargamientos. De los 29 laboratorios que lo hacen con un extensómetro, solo 10 aportan su identificación y fecha de calibración (mismo número que en

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

el EILA21) conforme la norma ISO 9513 Calibración de extensómetros usados en ensayos uniaxiales:

CCAA	COD LAB	EXTENSÓMETRO					
		CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	F. VERIFICACION (dd.mm.aaaa)	F. CALIBRACION (dd.mm.aaaa)
		Extensómetro	LASER	NANCO			08.01.2024
C03	282	EXTENSÓMETRO DE PINZAR		SERVOSIS	CD200		27.06.2023
C06	137	EXTENSÓMETRO	PINZA	MICROTEST	RTN		26.09.2023
C11	016	Extensómetro	Clip (20 mm)	MFA	MFA 20 A	-	04.06.2024
C11	045	EXTENSOMETRO	PINZABLE	IBERTEST	CU-50		19.02.2024
C11	251	Extensómetro Láser	Láser	EIR	LE-05		21.02.2024
C16	093	Extensómetro	HA40.400	IBERTEST	MFA2		16.04.2024
C14	243	Extensómetro	-	HBM	EXT502	-	19.04.2024
C14	284	Extensómetro	Pinzable	Ibertest	MFA-20		22.05.2024
C18	113	Extensómetro	Extensómetro Axial	Epsilon	3542-050M-100-ST		03.10.2024

**Tabla 1.1.** Códigos que indican usar el extensómetro y los datos aportados que lo identifican

EQUIPAMIENTO DE ENSAYO: el 99% de los laboratorios aportan la identificación de la prensa utilizada y su fecha de calibración, estando en vigor en la fecha del ensayo, ( $\leq 2$  años) así como el 80,4% con el pie de rey. Se sombrea en morado aquellos equipos que no cumplen la vigencia (o no lo indican) y en amarillo aquellos cuyo modelo indicado está incompleto, o es erróneo.

- En el equipo de prensa para el ensayo de tracción se evidencian los siguientes códigos:

CCAA	COD LAB	PRENSA DE ACERO-ENSAYO UNIAXIAL					
		CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	F. VERIFICACION (dd.mm.aaaa)	F. CALIBRACION (dd.mm.aaaa)
C05	081	Prensa de acero		SISTEMAS ENSAYO	MT-60/SDC		16.05.1954
C05	114	Prensa de acero		ibertest	UIB-600		
C08	171	Prensa de acero	Compresión-Tracción	WPM	ZD60		20.12.2018
C10	046	Prensa de acero	P. HIDRULICA	MICROTEST	PEH/ERT-MU/SCM		09.02.2021

**Tabla 1.2.** Códigos que no aportan fecha de calibración o no está en vigor de la prensa de ensayo a tracción.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

- En el equipo de pie de rey se evidencian los siguientes códigos:

CCAA	COD LAB	PIE DE REY					
		CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	F. VERIFICACION (dd.mm.aaaa)	F. CALIBRACION (dd.mm.aaaa)
C03	189	Pie de rey	DIGITAL	ALCA	ALCA	26.06.2024	26.06.2020
C03	267	Pie de rey	D0124H	HOREX	0-150	13.02.2024	
C04	224	Pie de rey	Digital	Magnusson		31.05.2024	
C04	331	Pie de rey	Resolución 0,01 mm	MITUTOYO	CD-15CP	05.01.2024	
C04	336	Pie de rey	DIGITAL	MIB	ABS 150 mm	12.09.2023	
C04	340	Pie de rey	DIGITAL	MITUTOYO		25.04.2024	
C06	079	Pie de rey		MITUTOYO	CD 20AFX		31.03.2021
C06	137	Pie de rey	DIGITAL	MITUTOYO	CD-30DC		18.03.2022
C08	171	Pie de rey	0-200 mm	MITUTOYO	CDC-20C	01.08.2024	
C10	046	Pie de rey	300 mm	D. CALIPER			b
C10	059	Pie de rey	SHOC PROOF	MITUTOYO	JEWELLED	12.01.2024	
C11	045	Pie de rey	0-150 mm	MAHR	16ER	16.06.2024	
C11	122	Pie de rey	ANALOGICO	INSIZE	0-300 mm		06.09.2021
C14	150	Pie de rey	Electrónico	MITUTOYO	DIGIMATIC		
C18	057	Pie de rey	DIGITAL	LIMIT	174230102	17.06.2024	-
C19	032	Pie de rey	Pie de rey	Rom	0-150	02.05.2024	---
C19	097	Pie de rey	II	PARKSIDE	HG00926A	--	07.06.2025
C19	167	Pie de rey	ANALÓGICO	MITUTOYO	200 MM	20.03.2024	
C19	172	Pie de rey	-	Mitutoyo	NS 60316642	04.07.2024	-

**Tabla 1.3.** Códigos(19) que no aportan fecha de calibración o no está en vigor del pie de rey.

## ANALISIS ESTADISTICO

Realizado el estudio preliminar, se establecen los valores sospechosos, y los valores que por desviaciones al protocolo y/o norma son o no excluyentes, siendo en este último caso, descartados del análisis estadístico.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

## VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO (“SOSPECHOSOS”)

### 1. Error en la expresión de las unidades según norma.

CCAA	COD LAB	LÍMITE ELÁSTICO (R <sub>eH</sub> )		RESISTENCIA A TRACCIÓN (R <sub>m</sub> )	
		BARRA1.1	BARRA1.2	BARRA1.1	BARRA1.2
		(N/mm)	(N/mm)	(N/mm)	(N/mm)
C02	325	52,46	54,6	64,56	67,45
C08	197	56,41	53	67,74	64,27
C11	285	529,56	526,62	74236,34	74334,41
C14	234	702,8	696,4	794,87	787,65

Tabla 1.4. Códigos cuyos datos se expresan erróneamente en sus unidades

### 2. Parámetros en la ejecución del ensayo, que se desvían de la norma/ protocolo:

#### a. Envejecimiento previo de las probetas:

Como información adicional se indicaba en el protocolo que previamente al ensayo, las probetas debían ser envejecidas antes de iniciar el ensayo de tracción, por el método de referencia (estufa) (apartado 4. de la precitada norma UNE). De todos los participantes, solo 10 códigos han recogido las condiciones de envejecimiento en el apartado de Observaciones de su ficha de resultados.

CCAA	COD LAB	Apartado de Observaciones: indican envejecimiento previo al ensayo
C01	328	Se realiza envejecimiento en estufa a 100°C durante 1 hora y enfriamiento a temperatura ambiente. Para el control de alargamiento en rotura Ag se toma como distancia inicial entre marcas 60 mm. (cinco veces el diámetro de la
C03	267	Las probetas de tracción se han envejecido artificialmente, previamente a la realización del ensayo. Han permanecido en estufa 1 hora a 100°C.
C04	343	Probetas envejecidas artificialmente. Se calientan a 100°C, dejándolas enfriar a temperatura ambiente para la realización del ensayo.
C09	061	SE REALIZA ENVEJECIMIENTO DE LAS BARRAS, LA MUESTRA 2 ROMPE A UNA LONGITUD > 2 cm
C11	082	EL ENVEJECIMIENTO SE REALIZA METIENDO LAS PROBETAS EN UNA ESTUFA DE TIRO FORZADO DURANTE 65 MIN A 100°C Y DESPUES SE DEJA ENFRIAR A TEMPERATURA AMBIENTE HASTA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO. EN NUESTRA MÁQUINA
C11	251	MUESTRA 0-7-4 EURA D12 B500SD. SE REALIZA ENVEJECIMIENTO DE LAS BARRAS A 100°C 1 HORA. Carga máxima no aparece en la toma de datos barra 1 75,51 KN barra 2 74,79 KN
C11	273	Para el ensayo a tracción se han envejecido las probetas mediante estufa durante 1 hora a temperatura de 100°C, dejando enfriar a temperatura ambiente.
C11	296	LAS PROBETAS SE HAN ENVEJECIDO COMO INDICA EL PROTOCOLO V.O. ESTE ENVEJECIMIENTO SE HA REALIZADO ESTUFA A UNA TEMPERATURA DE 100°C DURANTE 1 HORA. PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE TÍPICA SE HA
C14	264	Envejecido previo al ensayo a 100°C durante 1h 15' y enfriado a temperatura ambiente. Fue necesario cortar las probetas con esas dimensiones para poder ensayar las dos. Se adjunta documentación fotográfica antes y después
C19	055	PROBETAS ENVEJECIDAS ARTIFICIALMENTE LONGITUD BARRAS: 646 Y 656 mm

Tabla 1.5. Códigos que indican envejecer previamente al ensayo las probetas de barra de acero

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

Sin embargo, la mayoría sí aporta el dato de equipamiento relativo a la estufa. No podemos sacar conclusiones al respecto, por tanto, solo reflejamos en la siguiente Tabla los que no aportan datos suficientes sobre el tipo y modelo de la estufa. Se sombrea en morado aquellos que no aportan ningún dato, equipos que no cumplen la vigencia (o no la indican) y en amarillo aquellos cuyo modelo indicado está incompleto, o es erróneo:

CCAA	COD LAB	ESTUFA VENTILACION FORZADA					
		CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	F. VERIFICACION (dd.mm.aaaa)	F. CALIBRACION (dd.mm.aaaa)
C08	171	Estufa	Ventilación forzada	Matest			
C11	045	Estufa					
C15	076	Estufa					
C14	150	Estufa					
C14	157	Estufa					
C14	234	Estufa					
C14	243	Estufa	-	Proeti	P0225	-	-
C16	030	Estufa	Digital	SELECTA			
C18	017	Estufa	150 l ventilación	Selecta	-	-	-
C18	037	Estufa	---	PROETI	P0002	---	07.02.2002

**Tabla 1.6.** Códigos (10) que no aportan ningún dato de la estufa o fecha de calibración o esta no está en vigor. Podría ser sospecha de haber envejecido las barras previamente, pero no puede ser concluyente.

## VALORES DESCARTADOS. DESVIACIÓN EXCLUYENTE

- **No envejece las probetas antes del ensayo**

Como se decía en apartado anterior, las probetas debían envejecerse previamente al ensayo de tracción, como establece la norma y el protocolo específico del ejercicio. El código **C11-045** recoge en el apartado de Observaciones: “ENSAYOS EN ESTADO DE SUMINISTRO (SIN ENVEJECIMIENTO)”. Será descartado del análisis estadístico por desviación a la norma y protocolo.

- **No cumple la longitud libre de la probeta**

El código **C19-068** recoge en su apartado de Observaciones: “... queremos mencionar que el apartado 4, de resultados, donde hay que indicar el alargamiento total bajo carga máxima, genera

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

*confusión. Definir  $r_1$  como "distancia inicial entre marcas" y  $r_2$  como "distancia tras rotura", y según la norma de aplicación UNE-EN ISO 15630-1:2019,  $r_1$  es la distancia entre las mordazas y la distancia entre marcas para la medida manual de  $A_{gt}$  y  $r_2$  es la distancia entre la rotura y la distancia entre marcas para la medida manual de  $A_{gt}$ ."*

Decir que la Ficha recogía los acrónimos  $r_1$  y  $r_2$ , pero no la definición literal como el laboratorio señala, por lo que ha podido motivar la diversidad de las respuestas dadas. Se toma nota para rectificar de nuevo esta ficha para futuros EILAs, pero también recomendar, como han hecho algunos laboratorios, aportar el dato en el apartado de Observaciones. Recordar al código C19-068 que la norma de aplicación, recogida en protocolo, era la versión de 2003 y no la de 2019.

Por tanto, según la norma UNE EN 15630-1:2003 y la barra suministrada, se puede decir que:

- o Las medidas de partida estimadas eran dos probetas de la misma barra B500SD con una longitud de 600 mm y un diámetro de 12 mm cada una de ellas.
- o Para la determinación del **alargamiento uniforme de rotura A**, la distancia inicial entre marcas, 5 veces el diámetro nominal  $d$ , era de 60 mm.
- o Por el método manual, para el **alargamiento total bajo carga máxima,  $A_{gt}$** , la distancia inicial entre marcas, divisiones equidistantes de 20mm, 10 mm o 5 mm, dependiendo de " $d$ ", era de 100 mm. Tras la rotura, medidas consecutivas a partir del punto de rotura a una distancia  $r_2$  de 50 mm. Con ello, se obtendría el **alargamiento no proporcional bajo carga máxima  $A_g$**  necesario para el cálculo de  $A_{gt}$  mediante la fórmula recogida en el apartado 5.3 de la citada norma. Sabiendo que el ensayo no era válido si la rotura se producía a una distancia de las mordazas inferior a 20 mm ( $r_1$ ).
- o Mediante extensómetro, el valor de  $A_g$  se registraba antes de que la carga hubiera disminuido más de un 0,5% respecto de su valor máximo.

• **Cumplimiento de artículo 58 del capítulo 13 del Código Estructural:**

*"De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos barras diferentes y sobre cada una de ellas se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-1:*

*– Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas, para la determinación de  $R_m$ ,  $R_{p0,2}$ ,  $R_m/R_{p0,2}$ ,  $R_{p0,2real}/R_{p0,2nominal}$ ,  $A$ ,  $A_{gt}$ . El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código.*

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

– Ensayo de doblado-desdoblado o, alternativamente, el ensayo de doblado simple, con los mandriles especificados en el artículo 34 de este Código. El resultado se considerará satisfactorio si tras el ensayo no se detectan fisuras o grietas en el acero a simple vista.

– Determinación de la masa por metro (m/m). El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código.

– Determinación de las características geométricas para las corrugas (altura, separación, inclinación, ángulo, índice de corrugas, perímetro sin corrugas y altura de aleta longitudinal) o para las grafilas (profundidad, anchura, separación, suma de espacio y ángulo de inclinación con el eje longitudinal), según sea de aplicación. El ensayo será satisfactorio cuando cumpla las especificaciones que les sean de aplicación en el artículo 34 de este Código o del certificado específico de homologación de adherencia, en función de las longitudes de anclaje y solape empleadas en el proyecto.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre la que se haya detectado la no conformidad. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.”

Las barras suministradas son un tipo 500 SD de acero soldable, por tanto, deben satisfacer las siguientes características especiales de ductilidad de la Tabla 34. 2.a. del Código Estructural:

1. Resistencia a tracción  $\geq 575$  Mpa y un límite elástico  $\geq 500$  Mpa (N//mm<sup>2</sup>).
2. La relación entre el límite elástico aportado y el nominal debe ser  $\leq 1,25$  y la relación entre resistencia a tracción y el límite elástico debe ser  $\geq 1,15$  e  $\leq 1,35$ .
3. El alargamiento de rotura debe ser  $\geq 16\%$  y el alargamiento total bajo carga máxima  $\geq 7,5\%$

**El 64% (90% eila21) cumple con todos estos valores, salvo los 37 códigos siguientes que no han cumplido con alguna de las características recogidas de la Tabla 34. 2.a. del Código Estructural.** No se adopta como criterio de validación, serán analizados estadísticamente, pero señalados a continuación:

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	LÍMITE ELÁSTICO ( $R_{eH} \geq 500$ Mpa)		Tabla 34.2.a Código $1,20 \leq R_m/R_{eH} \leq 1,35$		RESISTENCIA A TRACCIÓN ( $R_m \geq 575$ Mpa )		ALARGAMIENTO UNIFORME DE ROTURA ( $A \geq 16\%$ )		ALARGAMIENTO TOTAL BAJO CARGA MÁXIMA ( $A_{gt} \geq 7,5\%$ )	
		BARRA1.1 (N/mm)	BARRA1.2 (N/mm)	BARRA1.1	BARRA1.2	BARRA1.1 (N/mm)	BARRA1.2 (N/mm)	BARRA1.1 (%)	BARRA1.2 (%)	BARRA1.1 (%)	BARRA1.2 (%)
C01	164	579,49	596,92	1,24	1,22	717,59	726,36	10,95	11,09	11,31	11,45
C01	328	584,555	587,73	1,21	1,19	709,986	696,491	21,7	23,3	11,7	12,58
C02	271	542,3	546,3	1,19	1,19	647,2	651,4	23,53	25,65	10,92	12,86
C03	189	551,1	549,6	1,20	1,19	662,5	654,3	25	25	13,07	12,7
C03	195	493,4	495,1	1,22	1,22	602,9	605,11	16,04	15,98	12,1	12,7
C04	331	561	550	1,19	1,17	668	642	18,4	18,6	10,1	9,6
C04	342	566	578	1,19	1,18	675	683	27,8	27,4	8,1	8,1
C05	074	496,6	492,3	1,23	1,23	611,5	606,7	16,06	17,15	12,7	13,1
C05	081	540,1	541,7	1,22	1,22	658,8	659,4	18,03	18,55		
C05	114	499,91	427,2	1,32	1,54	661,4	658,21	17,1	16	23,03	21,93
C05	120	538,53	536,89	1,20	1,21	647,4	648,5	11,064	9,7641	13,372	10,99
C06	036	606	606	1,18	1,19	717	719	17	17	15	15
C06	079	575,7	570,1	1,20	1,20	693,1	685,9	11,53	11,3	15,16	17,3
C08	197	56,41	53	1,20	1,21	67,74	64,27	8,8	9,1	27,5	25,2
C10	022	559,3	524,2	1,09	1,19	607,8	624,8	27,13	26,8	8,36	10,73
C10	046	529	566	1,21	1,21	639	687	18,2	15,96	28,2	28,7
C10	188	554,12	554,12	1,19	1,19	661,03	659,71	23	25	11	11
C11	045	548	564	1,20	1,18	657	668	21	21	11,8	11,8
C11	091	603	600	1,19	1,19	716	713	19,05	21,11	13,4	12,1
C11	122	585	586	1,21	1,21	706	708	12,3	12,7	18,3	19,4
C11	285	529,56	526,62	140,18	141,15	74236,34	74334,41	18,52	15	11,2	12,8
C11	296	556,2	574,4	1,18	1,20	657,5	688	12,6	14,5	16	18,2
C15	076	670	662	1,18	1,19	791	790	25	25	20	20
C14	160	612,923	617,477	1,19	1,18	727,639	729,282	16,67	13,33	25	21,67
C14	234	702,8	696,4	0,11	0,11	79,487	78,765	23,1	23,8	11,57	12,04
C14	255	552,9	553,5	1,17	1,18	647,4	653,6	21,3	21	11,9	10,9
C16	111	567,5	570,7	1,20	1,19	682,4	681	22,82	22,4	9,39	11,65
C18	013	561,7	559	1,19	1,18	669,6	660,9	25,4	24,3	10,58	9,3
C18	037	551,3	560	1,19	1,18	655,4	659,8	20,8	20,8	11,6	9,6
C18	057	578	579,1	1,19	1,19	689,5	691,3	22,4	21,8	15,9	15,1
C18	219	631	618	1,16	1,16	730	718	30	30	17	18
C19	055	535	588	1,22	1,17	653	688	10,3	9,5	21,6	20
C19	058	557	575	1,22	1,21	680	694	9,7	10	16,8	20
C19	085	555,4	566,8	1,20	1,19	663,9	674,5	24,7	24,5	11,3	11
C19	097	646	639	1,24	1,24	801	795	12,3	12,4	11,71	11,08
C19	167	614	616	1,20	1,20	737	737	10,9	10,3	11,3	10,7
C19	183	621,5	614	1,19	1,19	738,1	731,6	21,2	19,2	10,4	10,5

Tabla 1.6. Códigos(37) que no cumplen características especiales de ductilidad de la Tabla 34. 2.a. del Código

- No cumplen Tabla 34.2.a del Código y en la columna de CCAA no aportan dato de equipo estufa
- Aportan datos equipo estufa
- Características que están por debajo de los valores establecidos en la Tabla 34.2.a del Código
- Valores sospechosos expresados en unidades incorrectas, que se señalan y corrigen

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

• **No hay trazabilidad entre los datos y el resultado de Alargamiento aportado:**

En base a los datos aportados sobre las longitudes de barra y las distancias iniciales y tras rotura, se obtienen los mismos alargamientos que los dados por los laboratorios excepto en los siguientes códigos que serán descartados del análisis estadístico:

CCAA	COD LAB	DISTANCIA INICIAL ENTRE MARCAS (5d=60mm)		DISTANCIA TRAS ROTURA		ALARGAMIENTO UNIFORME DE ROTURA Calculado A= (dist.rotura-dist.inicial) / dist.inicial		ALARGAMIENTO UNIFORME DE ROTURA (A≥ 16%)	
		BARRA1.1 (mm)	BARRA1.2 (mm)	BARRA1.1 (mm)	BARRA1.2 (mm)	BARRA1.1 (%)	BARRA1.2 (%)	BARRA1.1 (%)	BARRA1.2 (%)
C03	195	5	5	6,3	6,4	26%	28%	16,04	15,98
C04	331	60	60	73,5	73,7	23%	23%	18,4	18,6
C05	074	5	5	6,2	6,3	24%	26%	16,06	17,15
C05	081	60	60	73,2	73,67	22%	23%	18,03	18,55
C05	120	59,16	59,18	71,94	72,45	22%	22%	11,064	9,7641
C06	036	60	60	66	66	10%	10%	17	17
C19	055	60	60	75	72	25%	20%	10,3	9,5
C19	058	60	60	70	72	17%	20%	9,7	10
C19	172	80	80	100	100	25%	25%	18,42	18,31

**Tabla 1.7.** Códigos(9) que no cumplen trazabilidad de sus datos con el alargamiento uniforme de rotura aportado

- El resultado calculado a partir de los datos aportados no cumple trazabilidad con el resultado del código. En la columna COD LAB señala los que no cumplen la Tabla 34.2.a del Código Estructural (ver Tabla 1.6 del informe) y en la columna de Distancias inicial, la desviación de la norma por indicar 80 mm
- Aportan datos equipo estufa
- Característica que está por debajo de los valores establecidos en la Tabla 34.2.a del Código Estructural
- Valores sospechosos expresados en unidades incorrectas, o que se refieren a la equidistancia entre marcas. No se corrigen porque el analista no puede concluir que es un error de transcripción

Mencionar que, de los 97 laboratorios participantes, han aportado el cálculo de la incertidumbre un 76,6%, (en el EILA 20 fue 47,70%).

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

**ENSAYO DE DOBLADO SIMPLE, SEGÚN LA NORMA DE ENSAYO UNE EN ISO 15630-1:2003. APARTADO 7 Y ARTÍCULO 58 DEL CAPÍTULO 13 DEL CÓDIGO ESTRUCTURAL.**

Este es uno de los ensayos de control de recepción que en toda obra hay que llevar a cabo con los suministros que se van recibiendo, en base al artículo 58 *Control del acero para armaduras pasivas* del Código Estructural. Ciertamente es que no puede analizarse estadísticamente como el resto de los ensayos del EILA24, pero se puede observar el resultado con la relación de las fotos que los participantes han enviado, así como una revisión de los mandriles recogidos en la Ficha de Resultados que deben ser los especificados en el artículo 34 del Código Estructural.

Aclarar que la designación del ensayo como “doblado simple” en el protocolo no coincidía con los preceptos recogidos puesto que el apartado 7 de la norma UNE EN ISO 15630-1 hace referencia al ensayo de “doblado-desdoblado”. Esto ha originado que el 38,8% de los participantes lo hayan realizado con mandriles de doblado simple (Tabla 34.2.b del Código), el 7% con mandriles de doblado-desdoblado (Tabla 34.2.c del Código) y lo que es más destacable, el 31,7% indica mandril no reglado y que evidencia una No Conformidad por desviación a las normas de aplicación; y el 22,5% indican haber usado otro mandril no adecuado según el Código.

El mandril especificado en el Código para una barra de diámetro nominal 12, en función del ensayo de doblado sería: **36 para el doblado simple y 60 para doblado-desdoblado.**

Tabla 34.2.b Diámetro de los mandriles

Doblado simple $\alpha = 180^\circ$	
$d \leq 16$	$d > 16$
3 d	6 d

donde:

$d$  Diámetro nominal de barra, en mm.

$\alpha$  Ángulo de doblado.

Tabla 34.2.c Diámetro de los mandriles

Doblado-desdoblado $\alpha = 90^\circ \beta = 20^\circ$		
$d \leq 16$	$16 < d \leq 25$	$d > 25$
5 d	8 d	10 d

donde:

$d$  Diámetro nominal de barra, en mm.

$\alpha$  Ángulo de doblado.

$\beta$  Ángulo de desdoblado.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

A continuación, se relacionan los códigos que no han aportado los diámetros de mandriles especificados para que el Coordinador solicite aclaraciones:

CCAA	COD LAB	FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO (dd.mm.aaaa)	LONGITUD DE LA BARRA (mm)	DIÁMETRO DE LA BARRA (d) (mm)	DIÁMETRO DEL MANDRIL (mm)
C01	310	11.09.2024	129	12	70
C02	271	21.08.2024	1180	12	72
C03	181	25.09.2024	130,6	12	33
C04	224	13.08.2024	130	12	34
C04	319	12.06.2024	1300	12	40
C04	342	05-06-2024	602	12	64
C04	343	16.07.2024	1300	12	72
C07	095	26.09.2024	50	12	72
C09	034	10.09.2024	1300	12	30
C09	094	26.08.2024	800 mm	12 mm	72 mm
C10	046	23.09.2024	130	12	72
C10	200		1304	12	72
C11	091	03.09.2024	130	12	96
C11	109	14/08/2024	1001	12	30
C11	122	16.09.2024	130	12	96
C11	251	02.01.1900	1300	12	64
C12	015	08/07/24	127,1	12	155
C12	075	12.08.2024	798	12	83
C13	160	03.09.2024	1305	12	50
C13	236	03.01.1900	130	12	72
C13	265	26/09/2024	1293	12	128
C16	101		131	12	48
C16	193	02.09.2024	1300	12	50
C16	311	02.09.2024	1300	12	50
C18	037	28/08/2024	1290	12	35,87
C19	068		1300	12	72
C19	097	03.09.2024	1320	12	70,15

**Tabla 1.8.** Códigos(27) que no que no han aportado los diámetros de mandriles especificados

El resultado de los 85 participantes ha sido satisfactorio, no han detectado fisuras o grietas en el acero a simple vista.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aceros	0	28 de enero de 2025	1a Edición

## MEDIDA DEL COEFICIENTE DE FRIABILIDAD DE LAS ARENAS (MICRODEVAL) SEGÚN LA NORMA UNE 146404: 2018

El método de ensayo pretende determinar la resistencia a la fragmentación de las arenas contenidas en los áridos de origen natural o artificial en la fabricación de hormigones.

En el protocolo se indicaba hacer el ensayo por duplicado con una determinación, se enviaron 6 kg de muestra de arena suficiente para hacerlo con dos determinaciones, y 107 de los 119 laboratorios participantes lo hacen por duplicado con dos determinaciones cada ensayo. En la Tabla siguiente, se señalan los que lo han aportado una determinación como diferencia del resto del grupo, aunque han seguido protocolo. Son los siguientes:

C01	C04	C06	C11	C11	C13	C14	C14	C14	C16	C18	C19
210	340	018	155	244	305	160	264	284	315	017	183

Tabla 3.1. Códigos (12) que aportan una determinación por ensayo según protocolo

## ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO: PARÁMETROS DE EJECUCIÓN

Los parámetros que se van a estudiar del ensayo realizado, conforme a la norma UNE 146404: 2018, son los siguientes.

### 1. Se prepara la carga con bolas de acero:

1.1. Se toman 9 bolas de 30 mm de diámetro cuyo peso total debe estar comprendido entre 925-985 g

CCAA	COD LAB	Nº BOLAS 30 mm EMPLEADAS 9		MASA BOLAS 30 mm EMPLEADAS 925-985 g		MASA BOLAS 30 mm EMPLEADAS 925-985 g	
		ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 02.01	ENSAYO 02.02
		(--)	(--)	(g)	(g)	(g)	(g)
C01	089	9	9	992	992	992	991
C01	164	9	9	990	990	990	990
C05	114	9	9	992	992	992	992
C05	127	9	9	987	987	987	987
C07	072	9	9	1001,67	1001,66	1002,37	1001,73
C12	075	9	9	1002,7	1002,7	1002,7	1002,7
C12	076	9	9	1004	1004	1004	1004
C13	134	9	9	996	998	997	995
C13	305	9					
C14	150	9	9	989	988	988,4	989
C14	160	9		1001		1000	
C14	234	9	9	990,9	990,9	990,9	990,9
C14	248	9	9	986	986	986	986
C14	284	9		98		975,8	
C18	013	9	9	993	991	993	991
C18	017						
C18	246	9	9	991	993	991	992
C18	270	9	9	992	990	991	993

Tabla 3.2. Códigos (18) que aportan, o no, el peso de 9 bolas de 30 mm de diámetro >925-985 g de la norma

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	16 de abril de 2025	1a Edición

1.2. Se añaden 21 bolas de 18 mm de diámetro cuyo peso total debe estar comprendido entre 440-500 g.

CCAA	COD LAB	Nº BOLAS 18 mm EMPLEADAS 21		MASA BOLAS 18 mm EMPLEADAS 440-500 g		MASA BOLAS 18 mm EMPLEADAS 440-500 g	
		ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 02.01	ENSAYO 02.02
		(---)	(---)	(g)	(g)	(g)	(g)
C01	164	21	21	503	503	503	503
C01	278	21	21	500,3	498,7	500,3	498,7
C05	114	21	21	503	503	503	503
C06	079	21	21	509,28	509,88	509,4	509,4
C07	072	21	21	503,69	503,67	503,75	504,16
C12	039	21	21	507	507	508	507
C12	075	21	21	510,3	510,3	510,3	510,3
C12	076	21	21	508	508	508	508
C13	305	21					
C18	017						
C18	246	21	21	502	504	503	504
C18	270	21	21	501	499	501	500
C19	172	21	21	505	505,2	505,9	503,3

Tabla 3.3. Códigos (13) que aportan, o no, el peso de 21 bolas de 18 mm de diámetro >440-500 g de la norma

1.3. Se completa con bolas de 10 mm de diámetro, de forma que el peso total de la carga sea de  $(2500 \pm 4)$  g.

CCAA	COD LAB	Peso total de la carga CALCULADO $(2500 \pm 4)$ g		MASA BOLAS 10 mm EMPLEADAS		Peso total de la carga CALCULADO $(2500 \pm 4)$ g		MASA BOLAS 10 mm EMPLEADAS	
		ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 02.01	ENSAYO 02.02
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
C05	074	2511,7	2817,1	1032,5	1032,4	2511,1	2516,3	1032,4	1031,7
C05	114	2501	1601	1006	106	2501	2501	1006	1006
C07	066	2499,1	2499,1	1050,4	1050,4	2499,1	1999,1	1050,4	1050,4
C07	072	2501,42	2501,36	996,06	996,03	2504,78	2504,64	998,66	998,75
C09	104	2500	2499,3	1027,3	1027,4	1599,7	1599,7	127	127
C10	059	2502	2502	1027,6	1027,6	2508	2508	1027,6	1027,6
C11	244	2500	2492	1027	1027				
C11	251	2500	2500	1037	1038	2501	2490	1039	1037
C13	305								
C14	255	2504,2	2504,2	1031,4	1031,4	2504,2	2504,2	1031,4	1031,4
C16	101	2491	2491	1017,1	1017,1	2491	2491	1017,1	1017,1
C18	028	2505	2505	1020	1020	2505	2505	1020	1020
C19	055	2500,2	2500,3	1024,7	1024,8	2500,2	13500,2	1024,7	12024,7
C19	085	2499,8	2499,9	1037,8	1038,1	2499,9	2490,9	1038,1	1038,1
C19	097	2501,7	2473,3	1022,2	1024,2	2501,8	2501,5	1022	1021,9
C19	108	2502,1	2501,9	1041,3	1041,5	2500,4	2504,1	1038,7	1041,8

Tabla 3.4. Códigos(16) cuyo peso total de la carga no está dentro del rango  $2500 \pm 4$  g de la norma

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	16 de abril de 2025	1a Edición

- La muestra de ensayo M1 que indica la norma debe estar comprendida en  $500 \pm 2g$ . Sólo el código **C14-255 supera esta cantidad** con 503,5g/ 504,4g en las determinaciones del ensayo 1 y 503 g en el ensayo 2.2.
- Introducida la carga en los cilindros de ensayo y la **muestra de ensayo M1**, se añade el **volumen de agua de  $2,5 \pm 0,05 \text{ l} = 2.500 \text{ ml} \pm 50 \text{ ml}$** .
- Se descarga lentamente el material después de estar en movimiento el cilindro con una velocidad de  $(100 \pm 5)$  r.p.m. durante 1500 vueltas o 15 min. Se lava, se quita el tamiz de 8mm y se seca el **material retenido en los tamices de 0,2mm y 0,05 mm** en la estufa. Se pesa conjuntamente el material retenido en estos dos últimos tamices (M2). Se comprueba y se observa que los códigos **C09-049, C10-188 y C16-111** no aportan suficientes datos para poder comprobarlo.
- El coeficiente de friabilidad ( $F_A$ ) se calcula mediante la siguiente expresión, redondeando al número entero más próximo:  $F_A = 100 * (M1 - M2 / M1)$

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Realizado el estudio preliminar, se establecen los valores sospechosos, y los valores que por desviaciones al protocolo y/o norma son o no excluyentes, siendo en este último caso, descartados del análisis estadístico.

## VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO (“SOSPECHOSOS”)

### 1. Error en la expresión de las unidades según norma.

En el volumen de agua de  $2,5 \pm 0,05 \text{ l} = 2.500 \text{ ml} \pm 50 \text{ ml}$ , se observan errores en la expresión de las unidades de los siguientes códigos

CCAA	COD LAB	MASA SECA MUESTRA ENSAYO <b>500±2 g</b>		VOLUMEN AGUA ADICIONADA <b>2500 ml±50ml</b>		MASA SECA MUESTRA ENSAYO <b>500±2 g</b>		VOLUMEN AGUA ADICIONADA <b>2500 ml±50ml</b>	
		ENSAYO 01.01 (g)	ENSAYO 01.02 (g)	ENSAYO 01.01 (ml)	ENSAYO 01.02 (ml)	ENSAYO 02.01 (g)	ENSAYO 02.02 (g)	ENSAYO 02.01 (ml)	ENSAYO 02.02 (ml)
C07	066	500	500	250	250	500	500	250	250
C10	046	500	500	2,5	2,5	500	500	2,5	2,5
C10	131	500	500	2,5	2,5	500	500	2,5	2,5
C12	039	500	500	250	250	500	500	250	250
C19	139	500,5	500,1	2500	2500	500,5	500,5	250	250

**Tabla 3.5.** Códigos (5) cuyo volumen de agua adicionada se expresa en unidades incorrectas. Valores sospechosos. Se señalan y corrigen

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	16 de abril de 2025	1a Edición

**VALORES DESCARTADOS. DESVIACIÓN EXCLUYENTE**

- **Equipo no calibrado o no está vigente la fecha de la última calibración**

De los 119 códigos, podemos decir que, salvo 28, aportan todos los datos del equipo de microdeval. Se quiere citar el apartado 4.3.2 de la norma, en relación con el **control periódico del desgaste de las bolas de carga abrasiva**, donde se establece que debe realizarse al menos una vez al año o cada 100 ensayos. Además, dice que: *“Las bolas de 18 mm y 30 mm se controlan mediante pesada del conjunto y reemplazamiento de las más desgastadas por pesadas elementales hasta volver dentro de las tolerancias expresadas en el apartado 5.2. Las bolas de 10 mm se controlan haciéndolas pasar a través de dos barras paralelas de 9.5 mm de separación. Las bolas de 10 mm también se pueden controlar (en sustitución del método dimensional) mediante pesado en lotes de 10; por debajo de una masa de 34 g por lote, deben ser reemplazados con bolas normalizadas.”*

Hay un 18,5% que no aportan ningún dato del equipo utilizado, y que se señalan en la siguiente tabla para que **el Coordinador solicite aclaraciones:**

CCAA	COD LAB	EQUIPO MICRODEVAL			
		TIPO	MARCA	MODELO	F. VERIF/CALIB (dd.mm.aaaa)
C01	089	-	PROETI	-	11.05.2023
C02	271	-	PROYEX	-	06.08.2024
C04	340	-	OMADISA	-	02.03.2023
C05	127	-	PROETI	-	14.06.2024
C09	078	MICRODEVAL	PROETI	-	31.08.2024
C10	022	-	Coinsa Internacional	-	06.05.2024
C11	155	-	MECACISA	-	20.05.2024
C11	251	AUTOMÁTICO	MECACISA	-	09.08.2024
C12	076	-	SUTEST-ATME	-	29.04.2024
C14	157	-	PROETI	-	27.05.2024
C14	165	-	-	-	04.03.2024
C16	030	-	ELE	-	-
C16	111	Electromecánica	MC2	-	21.09.2024
C16	315	-	PROETI	-	25.06.2024
C18	017	-	Proeti	-	-
C18	037	---	PROETISA	---	05.09.2024
C18	057	-	PROETI	-	26.06.2024
C19	032	MICRODEVAL	MATEST	--	21.04.2024
C19	108	II	PROETI	--	08.03.2024
C19	139	ELEC-MECANICA	IIC	-	16.11.2023
C19	172	Rotación	-	-	05.08.2024
C19	183	-	PROETI	-	07.12.2024
C19	202	-	INCOTECNIC	-	15.01.2024

**Tabla 3.6.** Códigos(23) que no aportan tipo/modelo del equipo de Micro Deval

Hay un 4,2% que no ha aportado ningún dato de fecha de verificación y/o última calibración del equipo microdeval y se señalan en la siguiente tabla porque **serán descartados del análisis estadístico:**

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	16 de abril de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	EQUIPO MICRODEVAL					
		CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	F. VERIFICACION (dd.mm.aaaa)	F. CALIBRACION (dd.mm.aaaa)
C14	146	Máquina Microdeval		SUZPECAR	A1600V20.0		12.06.1905
C14	150	Máquina Microdeval		IBERTEST	AIB-1250		
C14	243	Máquina Microdeval	-	Proefi	A0655	-	-
C16	030	Máquina Microdeval		ELE			
C18	017	Máquina Microdeval	-	Proefi	-	-	-

**Tabla 3.7.** Códigos(5) que no aportan fecha de verificación/calibración del equipo de Micro Deval.

Respecto a las balanzas, todos han realizado la calibración/verificación los últimos 12 meses de la fecha del ensayo. En el equipo estufa, sin embargo, se observan los siguientes códigos que no aportan el dato o hace más de dos años desde la fecha de ensayo para **que el Coordinador solicite aclaraciones:**

CCAA	COD LAB	EQUIPO ESTUFA					
		CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	F. VERIFICACION (dd.mm.aaaa)	F. CALIBRACION (dd.mm.aaaa)
C01	210	Estufa	Digital	ENMA	P SELECTA		24.05.2022
C05	120	Estufa	VENTILACIÓN FORZADA	SELECTA	DRY BIG 2002972		30.05.2022
C11	016	Estufa	QV-074	SELECTA	K		10.11.2022
C14	146	Estufa	HORNO-PASTEUR	P-SELECTA	---		11.11.2013
C14	150	Estufa		COBOS			
C14	243	Estufa	-	Proefi	PO225	-	-
C18	017	Estufa	150 l ventilación	Selecta	-	-	-

**Tabla 3.8.** Códigos(7) que no aportan tipo/modelo y/o fecha calibración del equipo estufa

- **No hay trazabilidad entre los datos y el resultado aportado:**

-En la **masa de material retenido en los tamices de 0,2mm y 0,05 mm, tras la estufa**, de los siguientes 34 códigos no se obtiene el mismo valor con el que aportan al calcularlo a partir de sus datos:

CCAA	COD LAB	MASA RECHAZOS TAMICES 0,2 Y 0,05 mm		Masa rechazos tamices 0,2 y 0,05 calculada		MASA RECHAZOS TAMICES 0,2 Y 0,05 mm		Masa rechazos tamices 0,2 y 0,05 calculada	
		ENSAYO 01.01 (g)	ENSAYO 01.02 (g)	ENSAYO 01.01 (g)	ENSAYO 01.02 (g)	ENSAYO 02.01 (g)	ENSAYO 02.02 (g)	ENSAYO 01.01 (g)	ENSAYO 01.02 (g)
C09	049	319,2	318			317	317,2		
C10	188	266,37	283,83			271,62	277,41		
C16	111	333,1	316,3			325,2	319,3		

**Tabla 3.9.** Códigos cuyas masas retenidas en 0,2 y 0,05 mm no las han cumplimentado en la Ficha, y solo dan la suma, no pudiendo comprobar la trazabilidad.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	16 de abril de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	MASA RECHAZOS TAMICES 0,2 Y 0,05 mm		Masa rechazos tamices 0,2 y 0,05 calculada		MASA RECHAZOS TAMICES 0,2 Y 0,05 mm		Masa rechazos tamices 0,2 y 0,05 calculada	
		ENSAYO 01.01 (g)	ENSAYO 01.02 (g)	ENSAYO 01.01 (g)	ENSAYO 01.02 (g)	ENSAYO 02.01 (g)	ENSAYO 02.02 (g)	ENSAYO 01.01 (g)	ENSAYO 01.02 (g)
C01	164	320	340	320	340	325	325	325	332
C03	195	292	300	292	300	296	300	296	301
C05	120	250	250	306,0	304,0	258	260	302,0	308,0
C06	098			336	336,9			335,9	335,1
C06	159	337,9	338,1	337,9	337,8	329	329	329	329
C09	061	283,31	2821,53	283,25	282,53	285,77	288,23	286,77	288,23
C10	046	331,6	323,5	323,5	331,6	329,7	330,7	329,7	330,7
C10	059	317,06	390,5	327,1	309,5	309,88	311,75	5352,9	311,8
C11	109	304	310	303	310	306	304	306	304
C11	244			298,1	306,2				
C11	251	282	280	292,0	280,0	281	279	291,0	279,0
C12	039	301,1	303,2	300,4	303,2	293,9	295,4	293,9	295,4
C12	076	354,8	276,6	354,8	354,0	355,6	355	355,6	355,0
C13	134	291,1	298,1	291,3	298,1	295,6	297,8	295,6	297,8
C13	283	338	339	338	339	338,3	338,3	338,2	338,3
C13	294			292,0	313,0			293,0	304,0
C13	305			354,4				355,1	0
C14	150	331,6	315,6	331,6	315,5	311,3	296,6	311,2	296,6
C14	156	309,5	314,5	309,5	314,5	312,3	310,8	312,3	300
C14	157	282,93	279,28	282,93	279,28	280,51	279,86	280,51	279,87
C14	238	279,3	278,5	279,3	278,5	282,4	284	282,4	284,1
C14	248	2465,8	2465,5	2465,8	2465,5	2470	2470,3	2470,4	2470,3
C14	255	262,8	260,4	262,8	260,4	262,5	261,3	262,6	261,2
C14	264	393,7		393,7		394,9		394,9	
C16	030	270,6	274,1	270,6	274	266,2	264,8	266,2	264,8
C16	315	90,32		406,9		83,54		312,89	
C18	017	291,36	283,3	291,36	283,3	287,4	288,9	287,48	288,09
C18	069	273	265	273	265	269	272	275	269
C18	246	399,63	399,45	399,63	399,45	399,61	399,44	399,59	399,43
C19	085	279,4	284,4	279,4	284,2	296,5	298,9	284,2	288,8
C19	199	304,4	310,8	304,4	306,8	297,2	304,2	297,2	304,2

Tabla 3.10. Códigos (31) cuya masa rechazada 0,2 y 0,05mm calculada no coincide con la aportada

- Valores sospechosos que se señalan pero que el analista no sabe determinar el dato correcto
- Códigos cuya masa rechazada 0,2 y 0,05mm se desvía >10% del resultado calculado a partir de sus datos.
- Códigos que no cumplen la trazabilidad de sus masas retenidas en 0,2 y 0,05 mm.

- Considerando los datos aportados por los propios laboratorios se han obtenido unos valores que al comparar con los resultados sobre el **coeficiente de friabilidad**, se observa una dispersión en algunos de ellos que evidencian una posible **No conformidad con la ejecución del ensayo**, que se

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	16 de abril de 2025	1a Edición

sombrea en rosa. A continuación, la siguiente tabla recoge los laboratorios cuya dispersión con el resultado dado supera el 10% en valores absolutos con el comprobado **y serán descartados del análisis estadístico**, suponen un 16% de los participantes:

CCAA	COD LAB	MASA RECHAZOS TAMICES 0,2 Y 0,05 mm		Masa rechazos tamices 0,2 y 0,05 calculada		Coeficiente friabilidad calculado		COEFICIENTE DE FRIABILIDAD		MASA RECHAZOS TAMICES 0,2 Y 0,05 mm		Masa rechazos tamices 0,2 y 0,05 calculada		Coeficiente friabilidad calculado		COEFICIENTE DE FRIABILIDAD	
		ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 02.01	ENSAYO 02.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 01.01	ENSAYO 01.02	ENSAYO 02.01	ENSAYO 02.02
		(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)
C03	189	254,75	273,11	254,8	273,1	49	45	50,92	54,58	255,87	272,2	255,9	272,2	49	46	51,05	54,43
C05	120	250	250	306,0	304,0	50	50	44,4	44,6	258	260	302,0	308,0	48	48	44	43,2
C05	127	308	275	308,0	275,0	38	45	45,8	50	261	242	261,0	242,0	48	52	54	55,6
C06	130	262	268	262,0	268,0	48	46	51,8	46,4	257	264	257,0	264,0	49	47	52,6	52,7
C10	059	317,06	390,5	327,1	309,5	37	22	36,3	38,3	309,88	311,8	5352,9	311,8	38	-519	38,2	37,7
C11	251	282	280	292,0	280,0	44	44	42	44	281	279	291,0	279,0	44	44	42	44
C11	316	286,5	292,33	286,5	292,3	43	42	47,9	47	293,51	284,5	293,5	284,5	41	43	48,2	49,3
C12	076	354,8	276,6	354,8	354,0	29	45	46	46,1	355,6	355	355,6	355,0	29	29	45,7	45,9
C13	294			292,0	313,0	42	37	48	44,6			293,0	304,0	41	39	48,2	46,8
C14	146	293,9	283,6	293,9	283,6	41	43	49	51	290,1	286,3	290,1	286,3	42	43	49	48
C14	150	331,6	315,6	331,6	315,5	34	37	41,08	47,34	311,3	296,6	311,2	296,6	38	41	47,38	47,6
C14	228	298,99	301,2	299,0	301,2	40	40	45,63	45,32	288,52	292,2	288,5	292,2	42	42	47,72	46,82
C14	234	298,4	298,6	298,4	298,6	40	40	44,24	45,82	298,6	298,5	298,6	298,5	40	40	45,82	45,84
C14	239	294,2	282,2	294,2	282,2	41	44	58,84	56,44	293,9	284,9	293,9	284,9	41	43	58,78	56,98
C14	248	2465,8	2465,5	2465,8	2465,5	-393	-393	43,02	43	2470	2470	2470,4	2470,3	-394	-394	42,2	42,2
C14	264	393,7		393,7		21		35		394,9		394,9		21,0		37	
C14	265	443,7	484,2	443,7	484,2	11	3	32,14	36,22	451,1	452,1	451,1	452,1	10	10	31,56	32,68
C16	315	90,32		406,9		82		19		83,54		312,89		83,3		17	
C19	172	317	319,6	317,0	319,6	37	36	52	51	306,4	306,8	306,4	306,8	39	39	51	51

**Tabla 3.11.** Códigos (19) que no cumplen la trazabilidad de sus datos con el resultado aportado

- Valores sospechosos que se señalan pero que el analista no sabe determinar el dato correcto
- Códigos cuyo coeficiente de friabilidad se desvía >10% del resultado calculado a partir de sus datos.
- Códigos que no cumplen la trazabilidad de sus masas retenidas en 0,2 y 0,05 mm.

**Destaca que la mayoría no han expresado el coeficiente de friabilidad en número entero más cercano como recoge la norma.**

Mencionar sobre el cálculo de la incertidumbre que, de los 119 laboratorios, la calculan un 76,5% (En el EILA18 fue un 40,0% con 104 participantes).

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	16 de abril de 2025	1a Edición

## ÁRIDOS

### Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio, según la norma UNE-EN 1367-2:2010.

Este ensayo tiene por objeto evaluar el comportamiento de un árido que es sometido a repetidos esfuerzos producidos por sucesivas cristalizaciones y rehidrataciones del sulfato de magnesio que se introduce en los huecos del árido, tras la acción cíclica de inmersión del árido en una disolución de sulfato de magnesio, seguida de un secado en estufa.

La disgregación producida por dichos esfuerzos se mide por la cantidad de material producido con granulometría inferior a 10 mm.

Para poder ejecutar el ensayo, como la muestra enviada era arena 0/2 <10mm, había que considerar el **Anexo B de la norma**. Se envió la siguiente información a los laboratorios tras recibir la Coordinación varias consultas:

**ENSAYO DE ÁRIDOS DE GRANULOMETRÍA  
NO COMPRENDIDA ENTRE 10 mm Y 14 mm**

Tabla B.1 – Tamices de ensayo, cestos de mallas y masas recomendados de las probetas

Fracción granulométrica mm	Masa de la probeta g	Tamiz de ensayo		Cestos de mallas		
		Pasa mm	Retenido mm	Tamaño de malla mm	Altura mm	Diámetro mm
Mayor que 14,00	800 a 830	28,00	20,00	3,35	160	120
	600 a 630	20,00	14,00	3,35	160	120
Menor que 10,00	300 a 310	10,0	6,30	1,18	120	95
	200 a 210	6,30	5,00	1,18	120	95
	200 a 210	5,00	3,35	0,60	120	95
	200 a 210	3,35	2,36	0,60	120	95
	100 a 110	2,36	1,18	0,15	80	65
	100 a 110	1,18	0,60	0,15	80	65
	100 a 110	0,60	0,30	0,15	80	65
Menor que 10,00 para su utilización con fines de evaluar granulometrías completas	300 a 310	10,0	6,30	1,18	120	95
	200 a 210	6,30	4,00	0,60	120	95
	200 a 210	4,00	2,00	0,60	120	95
	100 a 110	2,00	1,00	0,15	80	65
	100 a 110	1,00	0,50	0,15	80	65
	100 a 110	0,50	0,25	0,15	80	65

-Fracción granulométrica mm: Menor de 10 mm

-Masa de la probeta: 100 a 110 g

-Tamiz de ensayo: Pasa 1.18, Retenido 0.60

-Tamaño de malla mm: 0.15

-Cestos de malla: tamaño de malla 0.15, altura 80, diámetro 65.

El tipo de muestra remitida no era la habitual de ensayo (10/14mm), y hubo laboratorios que lo indicaron. Les obligaba a comprar cestos que no tenían y que no le compensaba para realizar solo el ejercicio. Por eso, **de los 115 que se inscribieron, solo 81 presentaron resultados**.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de febrero de 2025	1a Edición

El número total de laboratorios participantes ha sido de 81. Todos los laboratorios participantes aportan el resultado por duplicado y cada ensayo con dos determinaciones. Repiten cinco veces las inmersiones.

Más del 50% (44) indican que interrumpen el ensayo más de 48 h. Sin embargo, la norma recoge que las etapas especificadas en los apartados 9.1 a 9.3 tienen una duración de  $48 \pm 2$  h cada ciclo, lo que significaría que cada uno de los ensayos se estima que dure mínimo de 5 a 10 días. Como las interrupciones del ensayo no pueden ser mayores de 72 h como establece la norma en la Nota del apartado 9.4, significaría que cada uno de los ensayos no debería durar más de 25 días. Se señala en la siguiente Tabla aquellos códigos fuera de estos intervalos para que **lo aclare con el Coordinador**:

CCAA	COD LAB	ENSAYO 01								ENSAYO 02							
		¿HA TENIDO QUE USAR LA DISOLUCIÓN DE RESERVA?		¿SE HA PRODUCIDO DISGRAGACIÓN SIGNIFICATIVA DURANTE INMERSIÓN?		TIEMPO QUE HA DURADO EL ENSAYO		¿HA INTERRUPTIDO EL ENSAYO MAS DE 48 h?		¿HA TENIDO QUE USAR LA DISOLUCIÓN DE RESERVA?		¿SE HA PRODUCIDO DISGRAGACIÓN SIGNIFICATIVA DURANTE INMERSIÓN?		TIEMPO QUE HA DURADO EL ENSAYO		¿HA INTERRUPTIDO EL ENSAYO MAS DE 48 h?	
		01.01	01.02	01.01	01.02	01.01	01.02	01.01	01.02	02.01	02.02	02.01	02.02	02.01	02.02	02.01	02.02
		(SI/NO)	(SI/NO)	(SI/NO)	(SI/NO)	(días)	(días)	(SI/NO)	(SI/NO)	(SI/NO)	(SI/NO)	(SI/NO)	(SI/NO)	(días)	(días)	(SI/NO)	(SI/NO)
<b>C01</b>	<b>312</b>	NO	NO	SI	SI	28	28	SI	SI	NO	NO	SI	SI	30	30	SI	SI
<b>C12</b>	<b>075</b>	NO	NO	NO	NO	26	26	NO	NO	NO	NO	NO	NO	26	26	NO	NO
<b>C19</b>	<b>085</b>	SI	SI	SI	SI	36	36	SI	SI	SI	SI	SI	SI	36	36	SI	SI

**Tabla 4.1.** Códigos (3) cuyo ensayo dura más de 25 días

-  Códigos que deberían haber usado la solución de reserva porque ha habido disgregación y no lo hacen (en esta tabla no se recogen todos, se relacionan en tabla 4.2 siguiente)
-  Valores sospechosos, la duración del ensayo supera el tiempo estimado (>25 días) según norma

Como datos de interés, podemos decir que el 37% (30) indican que usan la disolución de sulfato de magnesio de reserva, pero del 22,2% (18) que responde que experimentan disgregación significativa de la muestra, y que la norma indica sustituir con la solución de reserva, solo poco más de la mitad (10) la han usado. Se señala en la siguiente Tabla aquellos códigos fuera de estos intervalos para que **lo aclare con el Coordinador**:

C01	C03	C08	C10	C10	C10	C11	C14
312	181	197	022	046	131	144	243

**Tabla 4.2.** Códigos (8) que experimentan disgregación significativa de la muestra y **no** usan la solución de reserva

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de febrero de 2025	1a Edición

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Realizado el estudio preliminar, se establecen los valores sospechosos, y los valores que por desviaciones al protocolo y/o norma son o no excluyentes, siendo en el primer caso, descartados del análisis estadístico.

### VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO (“SOSPECHOSOS”)

- Error en la expresión de las unidades en la densidad de la disolución.

CCAA	COD LAB	DENSIDAD DE LA DISOLUCION DE SULFATO DE MAGNESIO ENSAYO 01									
		ANTES 1ª INMERSIÓN		ANTES 2ª INMERSIÓN		ANTES 3ª INMERSIÓN		ANTES 4ª INMERSIÓN		ANTES 5ª INMERSIÓN	
		01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)
C01	274	1289	1289	1289	1289	1289	1289	129	1289	1288	1288
C04	320	1288	1288	1290	1290	1290	1290	1295	1295	1300	1300
C04	336	1285	1285	1284	1284	1284	1287	1285	1289	1287	1286
C06	098	1295	1298	1295	1295	1296	1296	1297	1297	1298	1298
C06	128	1292	1292	1292	1292	1291	1291	1293	1293	1296	1296
C11	109	1294	1294	1291	1290	1295	1289	1293	1292	1290	1291
C14	255	1150	1150	1150	1150	1155	1155	1155	1155	1160	1160
C19	055	1285	1285	1290	1290	1293	1293	1296	1296	1298	1298
C19	108	1296	1296	1,31	1,31	1,335	1,335	1,35	1,35	1,355	1,335
CCAA	COD LAB	DENSIDAD DE LA DISOLUCION DE SULFATO DE MAGNESIO ENSAYO 02									
		ANTES 1ª INMERSIÓN		ANTES 2ª INMERSIÓN		ANTES 3ª INMERSIÓN		ANTES 4ª INMERSIÓN		ANTES 5ª INMERSIÓN	
		02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)
C01	274	128,9	128,9	1289	128,9	1289	1289	1289	1289	1288	1288
C04	320	1286	1286	1289	1289	1292	1292	1297	1297	1299	1299
C04	336	1290	1292	1293	1293	1292	1299	1295	1298	1299	1296
C06	079	1,295	1,295	1,297	0,297	1,29	1,29	1,293	1,293	1,295	1,295
C06	098	1295	1295	1295	1295	1296	1296	1297	1297	1298	1298
C06	128	1292	1292	1292	1292	1291	1291	1293	1293	1296	1296
C06	130	1,293	1,293	1,293	1,293	1,295	1,295	1,295	1,295	1,292	1291
C10	046	1,286	11,286	1,286	1,286	1,287	1,287	1,288	1,288	1,288	1,288
C11	109	1290	1296	1292	1290	1296	1297	1291	1292	1290	1293
C14	255	1150	1150	1150	1150	1155	1155	1155	1155	1160	1159
C19	055	1285	1285	1290	1290	1293	1293	1296	1296	1298	1298
C19	108	1295	1295	1,309	1,309	1,333	1,333	13,48	1,348	1,353	1,353

Tabla 4.3. Códigos que expresan en unidades incorrectas los valores de densidad de la disolución en las inmersiones



Valores sospechosos por error en la expresión de las unidades.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de febrero de 2025	1a Edición

- **Error de transcripción de datos.**

Se corrige el error colocando el valor corregido en la casilla correspondiente de los códigos **C11-041** (MASA ÁRIDO LAVADO, TAMIZADO, SECO ANTES 1ª INMERSIÓN), y **C06-098** (MASA ÁRIDO LAVADO, TAMIZADO, ANTES 5ª INMERSIÓN) ambos en el Ensayo 2.

### **VALORES DESCARTADOS. DESVIACIÓN EXCLUYENTE**

Los códigos que incumplan una o varias de las siguientes condiciones, serán excluidos del análisis estadístico:

- **Parámetros en la ejecución del ensayo, que se desvían de la norma/ protocolo:**

- a) **La solución saturada de sulfato de magnesio debe alcanzar antes de su utilización una densidad comprendida entre 1,284 - 1,300 g/ml**, de conformidad con el apartado 7.3.2 de la norma UNE-EN 1367-2:2010.

En el apartado 9.3 de la norma, se indica que: “*Si la densidad estuviera fuera del intervalo especificado, se sustituye la solución por la solución saturada de reserva elaborada conforme a lo indicado en el apartado 7.3.1*”. Sin embargo, los códigos **C01-303**, **C11-144**, **C14-255** y **C14-256** responden que no han tenido que usar la solución de reserva.

Además, si se produjera disgregación significativa del árido, como es el caso de **C11-144**, la norma considera que las densidades de la solución podrían ser imprecisas debido a la presencia de finos en la suspensión o a los efectos del intercambio de iones, y en este caso, debe sustituirse la solución por la solución de reserva.

Se observan los siguientes códigos que antes de la primera inmersión aportan un valor de **densidad fuera del rango** establecido por la norma y no siempre han sustituido por la solución de reserva:

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de febrero de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	ENSAYO 01						ENSAYO 02					
		DENSIDAD DISOLUCIÓN DE MgSO <sub>4</sub> ANTES 1ª INMERSIÓN		¿HA TENIDO QUE USAR LA DISOLUCIÓN DE RESERVA?		¿SE HA PRODUCIDO DISGRAGACIÓN SIGNIFICATIVA DURANTE INMERSIÓN?		DENSIDAD DISOLUCIÓN DE MgSO <sub>4</sub> ANTES 1ª INMERSIÓN		¿HA TENIDO QUE USAR LA DISOLUCIÓN DE RESERVA?		¿SE HA PRODUCIDO DISGRAGACIÓN SIGNIFICATIVA DURANTE INMERSIÓN?	
		01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (SI/NO)	01.02 (SI/NO)	01.01 (SI/NO)	01.02 (SI/NO)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (SI/NO)	02.02 (SI/NO)	02.01 (SI/NO)	02.02 (SI/NO)
C01	303	1,285	1,278	NO	NO	NO	NO	1,275	1,275	NO	NO	NO	NO
C07	072	1,924	1,924	SI	SI	NO	NO	1,925	1,925	NO	NO	NO	NO
C11	144	1,286	1,281	NO	NO	SI	SI	1,284	1,287	NO	NO	SI	SI
C11	269	1,301	1,301	SI	SI	NO	NO	1,306	1,306	SI	SI	NO	NO
C11	316	1,23	1,23	SI	SI	NO	NO	1,232	1,232	SI	SI	NO	NO
C14	255	1150	1150	NO	NO	NO	NO	1150	1150	NO	NO	NO	NO
C14	256	1,282	1,283	NO	NO	NO	NO	1,281	1,282	NO	NO	NO	NO
C16	117	1,215	1,264	SI	SI	NO	NO	1,287	1,29	SI	SI	NO	NO
C16	126	1,211	1,269	SI	SI	NO	NO	1,291	1,291	SI	SI	NO	NO

**Tabla 4.6.** Códigos (9) cuya densidad de la solución antes de la primera inmersión no está comprendida entre 1,284-1,3 g/ml

- Densidad antes de la primera inmersión fuera del rango 1,284 – 1,300 g/ml
- Códigos que deberían haber usado la solución de reserva y no lo hacen
- Densidades comprendidas en el rango 1,284-1,30g/ml o que no estando han utilizado la solución de reserva conforme norma
- Valores sospechosos, parece que en el ensayo 2 hay un error de transcripción con el ensayo 1.

En los cuatro ciclos siguientes, se observa que además de los códigos sombreados en rosa por la primera inmersión que está fuera de rango, hay cuatro códigos más cuya densidad está fuera del rango en posteriores inmersiones:

CCAA	COD LAB	DENSIDAD DE LA DISOLUCION DE SULFATO DE MAGNESIO ENSAYO 01									
		ANTES 1ª INMERSIÓN		ANTES 2ª INMERSIÓN		ANTES 3ª INMERSIÓN		ANTES 4ª INMERSIÓN		ANTES 5ª INMERSIÓN	
		01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)	01.01 (g/ml)	01.02 (g/ml)
C01	303	1,285	1,278	1,288	1,278	1,29	1,28	1,29	1,281	1,29	1,281
C07	072	1,924	1,924	1,924	1,924	1,924	1,924	1,924	1,924	1,925	1,925
C09	034	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,28	1,28	1,27	1,27
C11	144	1,286	1,281	1,29	1,284	1,293	1,289	1,295	1,291	1,301	1,296
C11	269	1,301	1,301	1,29	1,29	1,281	1,281	1,288	1,288	1,278	1,278
C11	316	1,23	1,23	1,26	1,24	1,24	1,23	1,245	1,245	1,23	1,23
C14	156	1,294	1,294	1,29	1,29	1,288	1,288	1,282	1,282	1,275	1,275
C14	192	1,289	1,289	1,289	1,288	1,29	1,288	1,29	1,282	1,289	1,284
C14	255	1,15	1,15	1,15	1,15	1,155	1,155	1,155	1,155	1,16	1,16
C14	256	1,282	1,283	1,285	1,283	1,285	1,282	1,284	1,282	1,283	1,281
C16	117	1,215	1,264	1,219	1,268	1,21	1,271	1,221	1,273	1,23	1,276
C16	126	1,211	1,269	1,221	1,276	1,224	1,281	1,231	1,291	1,234	1,294
C19	108	1,296	1,296	1,31	1,31	1,335	1,335	1,35	1,35	1,355	1,335

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de febrero de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	DENSIDAD DE LA DISOLUCION DE SULFATO DE MAGNESIO ENSAYO 02									
		ANTES 1ª INMERSIÓN		ANTES 2ª INMERSIÓN		ANTES 3ª INMERSIÓN		ANTES 4ª INMERSIÓN		ANTES 5ª INMERSIÓN	
		02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)	02.01 (g/ml)	02.02 (g/ml)
C01	303	1,275	1,275	1,277	1,279	1,28	1,283	1,28	1,283	1,282	1,284
C07	072	1,925	1,925	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923
C09	034	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,28	1,28	1,27	1,27
C11	144	1,284	1,287	1,281	1,28	1,298	1,285	1,299	1,289	1,302	1,298
C11	269	1,306	1,306	1,29	1,29	1,281	1,281	1,288	1,288	1,278	1,278
C11	316	1,232	1,232	1,262	1,245	1,245	1,235	1,24	2,238	1,232	1,232
C14	156	1,294	1,294	1,29	1,29	1,288	1,288	1,282	1,282	1,275	1,275
C14	255	1,15	1,15	1,15	1,15	1,155	1,155	1,155	1,155	1,16	1,159
C14	256	1,281	1,282	1,281	1,281	1,281	1,281	1,28	1,281	1,28	1,281
C16	126	1,291	1,291	1,296	1,292	1,299	1,3	1,304	1,308	1,31	1,312
C19	108	1,295	1,295	1,309	1,309	1,333	1,333	13,48	1,348	1,353	1,353

Tabla 4.7. Códigos (13) que expresan los valores densidad fuera del rango en alguna e las cinco inmersiones



Valores sospechosos por expresar datos fuera de rango 1,284 – 1,300 g/ml

- **No hay trazabilidad entre los datos y el resultado aportado.** El valor del sulfato de magnesio expresado en forma de porcentaje con relación a la masa de árido se determina al aplicar la siguiente ecuación matemática:

$$MS (\%) = 100 \times (M1 - M2) / M1,$$

Siendo: M1 la masa inicial de la probeta

y M2 la masa final del árido retenido, lavado, tamizado y seco tras la quinta inmersión.

En la tabla siguiente se muestran los laboratorios en los que al menos una de las dos determinaciones del ensayo se desvía más de un 10 % en valor absoluto respecto al valor calculado en base a los datos aportados.

CCAA	COD LAB	VALOR MgSO <sub>4</sub> calculado		VALOR MgSO <sub>4</sub>		VALOR MgSO <sub>4</sub> calculado		VALOR MgSO <sub>4</sub>	
		SUBMUESTRA 01.01 (%)	SUBMUESTRA 01.02 (%)	SUBMUESTRA 01.01 (%)	SUBMUESTRA 01.02 (%)	SUBMUESTRA 02.01 (%)	SUBMUESTRA 02.02 (%)	SUBMUESTRA 02.01 (%)	SUBMUESTRA 02.02 (%)
C01	089	3	3	14,4	15,2	4	3	14,7	14,7
C11	041	2	4	3	4	3	4	3	4
C12	075	32	29	36,6	29,5	28	31	28,1	30,8

Tabla 4.5. Códigos (3) en los que el resultado trazado es superior, en valor absoluto, al 10% respecto al resultado aportado.



Valores que no cumplen la trazabilidad entre sus datos y resultados aportados.

**Destaca que la mayoría no han expresado el valor de sulfato de magnesio en número entero más cercano como recoge la norma.** Mencionar que, de los 81 laboratorios participantes, han aportado el cálculo de la incertidumbre un 75,3%.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de febrero de 2025	1a Edición

### Determinación del contenido de sales solubles de un suelo, según la norma UNE 103205:2006

Este ensayo tiene por objeto la determinación del contenido de sales solubles de un suelo mediante disolución de estas al poner en contacto la muestra de ensayo con agua destilada. El contenido final de sales se determina pesando el residuo, obtenido por evaporación, de una cantidad proporcional del extracto acuoso.

Se envía a los laboratorios una muestra de suelo de 3 kg sin cuartear ni tamizar.

En base al apartado 6 de la norma y al protocolo de actuación, cada laboratorio debía realizar el ensayo por duplicado. Inicialmente, se planteó con una determinación por ensayo, sin embargo, la norma recoge dos determinaciones por ensayo. Motivo por el que, con posterioridad, se remitió una segunda Ficha de Resultados. Esta segunda ficha no debió llegar a todos los participantes. Por tanto, se ha decidido llevar a cabo tres tipos de análisis estadísticos:

- **4 determinaciones:** ensayo por duplicado.
- **2 determinaciones:** un ensayo.
- Promedio de los dos ensayos de los primeros y las 2 de los segundos.

El número total de laboratorios participantes asciende a 158, de los cuales 103 realizan cuatro determinaciones y 55 dos determinaciones.

#### ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO: PARÁMETROS DE EJECUCIÓN

Los parámetros que se van a estudiar del ensayo realizado, conforme a la norma UNE 103205:2006, son los siguientes. Si se evidencian desviaciones a la norma excluyentes, serán señalados y descartados del análisis estadístico:

1. La **masa inicial de suelo seco (p)** o muestra de ensayo. La norma de ensayo recomienda, en el punto 5.2, tomar 50 g de suelo secos e introducirlos en el frasco de 1000 cm<sup>3</sup>. Si se emplea una masa de suelo seco distinta a la recomendada, deberán realizarse los cálculos matemáticos teniendo en cuenta dicha masa.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	1-revis. códigos	09 de mayo de 2025	1a Edición

2. El **volumen de agua destilada (V)** para disolver las sales solubles presentes en la muestra de suelo. La norma de ensayo recomienda, en el punto 5.2, adicionar al frasco que contiene la muestra de suelo seco 500 cm<sup>3</sup> de agua destilada y ponerla en agitación durante al menos 1 hora. Si se emplea un volumen de agua destilada distinto al recomendado, deberán realizarse los cálculos matemáticos teniendo en cuenta dicho volumen.

3. El **volumen de extracto acuoso (v)**. La norma de ensayo recomienda, en el punto 5.2, una vez finalizada la agitación del frasco que contiene la muestra de suelo seco y el agua destilada, dejar clarificar la disolución por precipitación el tiempo que sea preciso y, posteriormente, filtrar 250 cm<sup>3</sup> del líquido clarificado tomando 100 cm<sup>3</sup> de éste y verterlos sobre la cápsula de porcelana sobre la que se va a llevar a cabo el procedimiento de evaporación del extracto acuoso. Si se emplea un volumen de extracto acuoso distinto al recomendado, deberán realizarse los cálculos matemáticos teniendo en cuenta dicho volumen.

4. La **masa de residuo (r)** obtenida en la cápsula por evaporación del extracto acuoso, expresada en gramos.

5. El **porcentaje de sales solubles (SS)** obtenidas en una muestra de suelo se obtiene tras ejecutar la norma UNE 103205:2006 y aplicando la siguiente ecuación matemática:

$$SS (\%) = 100 \times [(V \times r) / (v \times p)]$$

6. El **contenido promedio de sales solubles (SS)** determinado.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Realizado el estudio preliminar, se establecen los valores sospechosos, y los valores que por desviaciones al protocolo y/o norma son o no excluyentes, siendo en el primer caso, descartados del análisis estadístico.

## VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO (“SOSPECHOSOS”)

De los 157 laboratorios, se observa que 21,6% (41) códigos recogen errores de transcripción en sus datos de masas.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	1-revis. códigos	09 de mayo de 2025	1a Edición

1. Error en la expresión de las unidades según norma o difieren las cantidades recomendadas en norma.

a) Masa inicial de suelo, volumen inicial de agua destilada y volumen extracto acuoso:

CCAA	COD LAB	MASA INICIAL SUELO SECO		VOLUMEN INICIAL DE AGUA DESTILADA		VOLUMEN EXTRACTO ACUOSO	
		DET.01 (g)	DET 02 (g)	DET 01 (ml)	DET 02 (ml)	DET 01 (ml)	DET 02 (ml)
C04	342	7,0390	10,0490	500	500	250	250
		10,006	10,136	500	500	250	250
C05	141	52,40	51,00	500,05	500	100,05	100
C08	171	57,20	57,20	570	570	100	100
C09	034	10,0	10,0	500	500	100	100
C09	049	50,0	50,0	100	100	100	100
C11	144	10,0	10,0	500	500	98,59	98,15
C11	251	20,0	20,0	500	500	100	100
C12	015	25,2	25,2	500	500	100	100
C16	315	50,0	50,0	500	550	100	100
C18	017	50,09	50,09	500	500	100	10
C18	219	24,99	25,07	250	250	35	35
C19	176	50018	50029	500	500	100	100

Tabla 5.1. Códigos (12) que expresan incorrectamente los parámetros de inicio o difieren de las cantidades recomendadas en norma

 Valores sospechosos. Se señala y corrige.

Los códigos **C09-049** y **C16-315** aportan un valor de agua destilada diferente, pero en la fórmula de cálculo emplean el recomendado por la norma

b) Masa de residuo seco

- En la siguiente tabla se señalan los códigos cuyas **masas de “capsula” vacía y seca y masa “capsula+residuo” seca** no resultan la masa de residuo seco que el participante aporta porque se observan errores de transcripción en el separador decimal (**C03-187**, **C06-128** y **C06-130**) o en el cambio de un numero en la cantidad reflejada (**C05-119** y **C05-120**); han intercambiado las celdas de masa capsula vacía con masa capsula y residuo (**C04-215 Ensayo2**, **C09-078 Ensayo2** y **C13-314**); o porque han puesto valores negativos (**C10-204**) o han puesto la misma masa en ambos parámetros (**C18-163** y **C18-219**):

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	1-revis. códigos	09 de mayo de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	MASA RESIDUO SECO EN LA CÁPSULA				MASA "CÁPSULA" VACIA Y SECA		MASA "CÁPSULA + RESIDUO"	
		DETERM. 01.01 (g)	DETERM. 01.01 Calculada (g)	DETERM. 01.02 (g)	DETERM. 01.02 Calculada (g)	DETERM. 01.01 (g/ml)	DETERM. 01.02 (g/ml)	DETERM. 01.01 (g)	DETERM. 01.02 (g)
C03	187	0,0070	0,0070	0,0060	-129013,8510	104,6140	129143,0000	104,6210	129,1490
C05	119	0,1444	0,1444	0,1285	3,1285	78,2521	95,2556	78,3965	98,3841
C05	120	0,0138	0,0138	0,0147	-9,9933	127,7378	122,9298	127,7516	112,9365
C06	128	0,0037	37,0000	0,0055	55,0000	595086,0000	584151,0000	595123,0000	584206,0000
C06	130	0,0200	1861,0200	0,0200	0,0200	206,6800	164,3400	2067,7000	164,3600
C10	204	0,0176	201,6420	0,0183	149,9859	-100,8122	-74,9838	100,8298	75,0021
C13	314	0,0130	-0,0230	0,0160	0,0106	86,6715	90,2182	86,6485	90,2288
C18	163	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	88,0000	80,9000	88,0000	81,0000
C18	219	0,0064	0,0000	0,0056	0,0056	31,0590	31,1049	31,0590	31,1105

Tabla 5.2. Códigos (9) que transcriben erróneamente el valor de masas de "capsula" vacía y seca y masa "capsula-residuo" seca en el Ensayo 1

CCAA	COD LAB	MASA RESIDUO SECO EN LA CÁPSULA				MASA "CÁPSULA" VACIA Y SECA		MASA "CÁPSULA + RESIDUO" SECA	
		DETERM. 02.01 (g)	DETERM. 02.01 Calculada (g)	DETERM. 02.02 (g)	DETERM. 02.02 Calculada (g)	DETERM. 02.01 (g/ml)	DETERM. 02.02 (g/ml)	DETERM. 02.01 (g)	DETERM. 02.02 (g)
C03	187	0,049	0,0050	0,0799	-0,0020	103,122	130,753	103,127	130,751
C04	215	0,0157	-0,0157	0,0149	-0,0149	124,6216	124,6912	124,6059	124,6763
C05	120	0,0149	0,0000	0,0157	0,0157	130,6383	132,1036	130,6383	132,1193
C06	128	0,0051	51,0000	0,0043	43,0000	601217	599169	601268	599212
C09	078	0,0569	-0,0569	0,0533	-0,0533	25,2883	26,0675	25,2314	26,0142
C14	165	0,0381	0,0381	0,039	853604,6700	80,1188	85,33	80,1569	853690
C16	111	0,0434	0,0434	0,0437	-0,0437	87,8856	91,5818	87,929	91,5381

Tabla 5.3. Códigos (7) que transcriben erróneamente el valor de masas de "capsula" vacía y seca y masa "capsula-residuo" seca en el Ensayo 2

 Valores sospechosos. Se señalan y corrigen, salvo el código C18-163 que indica mismo peso de la capsula vacía y esta con residuo(incoherencia).

- En la siguiente tabla se trasladan los códigos cuya masa de residuo seco aportado parecen valores sospechosos a partir de las masas de "capsula" vacía y seca y masa "capsula-residuo" secas indicadas, pero que el analista no sabe determinar el valor corregido correcto:

CCAA	COD LAB	MASA RESIDUO SECO EN LA CÁPSULA				MASA "CÁPSULA" VACIA Y SECA		MASA "CÁPSULA + RESIDUO"	
		DETERM. 01.01 (g)	DETERM. 01.01 Calculada (g)	DETERM. 01.02 (g)	DETERM. 01.02 Calculada (g)	DETERM. 01.01 (g/ml)	DETERM. 01.02 (g/ml)	DETERM. 01.01 (g)	DETERM. 01.02 (g)
C01	089	0,0570	0,0570	0,0390	0,3880	125,5940	116,5410	125,6510	116,9290
C01	164	0,0010	0,0010	0,0100	0,0010	58,9920	66,5050	58,9930	66,5060
C01	278	0,0620	0,0620	0,0698	0,0628	78,0838	76,1682	78,1458	76,2310
C09	061	0,0587	0,0587	0,0602	0,2602	54,2178	55,7311	54,2765	55,9913
C10	188	0,0036	0,0036	0,0035	0,0045	54,6393	53,1329	54,6429	53,1374
C11	082	0,4280	0,0428	0,4140	0,0414	113,2512	109,0269	113,2940	109,0683
C11	269	0,1980	0,0198	0,2020	0,0202	91,5425	92,8696	91,5623	92,8898
C16	275	0,0200	0,0350	0,0200	0,0160	101,2000	113,1700	101,2350	113,1860
C18	017	0,0183	0,0183	0,0168	0,1168	99,1810	118,8320	99,1993	118,9488

Tabla 5.4. Códigos (9) que transcriben erróneamente el valor de masa de residuo seco en el Ensayo 1

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	1-revis. códigos	09 de mayo de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	MASA RESIDUO SECO EN LA CÁPSULA				MASA "CÁPSULA" VACIA Y SECA		MASA "CÁPSULA + RESIDUO" SECA	
		DETERM. 02.01 (g)	DETERM. 02.01 Calculada (g)	DETERM. 02.02 (g)	DETERM. 02.02 Calculada (g)	DETERM. 02.01 (g/ml)	DETERM. 02.02 (g/ml)	DETERM. 02.01 (g)	DETERM. 02.02 (g)
C03	168	0,0271	0,0271	0,308	0,0308	103,1495	103,1489	103,1766	103,1797
C03	267	0,0142	0,0192	0,133	0,0133	99,3584	97,3118	99,3776	97,3251
C08	171	0,171	0,0171	0,0167	0,0167	102,3543	97,1543	102,3714	97,171
C09	061	0,0542	0,0542	0,561	0,0561	61,3794	62,4875	61,4336	62,5436
C11	269	0,184	0,0184	0,197	0,0197	97,2768	96,7568	97,2952	96,7765
C16	275	0,015	0,0150	0,02	0,0160	94,13	103,24	94,145	103,256

Tabla 5.5. Códigos (9) que transcriben erróneamente el valor de masa de residuo seco en el Ensayo 2

Valores sospechosos. Se señalan, pero no se corrigen por no poder determinar el valor correcto.

c) **Contenido de sales solubles:** Los siguientes códigos cometen errores de transcripción:

CCAA	COD LAB	CONTENIDO SALES SOLUBLES			
		DETERM. 01.01 (%)	DETERM. 01.01 Calculada (%)	DETERM. 01.02 (%)	DETERM. 01.02 Calculada (%)
C14	265	3,3200	0,3320	3,4200	0,3420

Tabla 5.6. Códigos que transcriben erróneamente el valor del contenido de sales solubles Ensayo 1 (superior), Ensayo 2(inferior)

CCAA	COD LAB	CONTENIDO SALES SOLUBLES			
		DETERM. 02.01 (%)	DETERM. 02.01 (%)	DETERM. 02.02 (%)	DETERM. 02.02 (%)
C04	319	0,161	0,1610	1,0158	0,1580

Valores sospechosos. Se señalan y corrigen

## VALORES DESCARTADOS. DESVIACIÓN EXCLUYENTE.

1. No hay trazabilidad entre los datos y el resultado aportado.

a) Masa de residuo seco

CCAA	COD LAB	MASA RESIDUO SECO EN LA CÁPSULA				MASA "CÁPSULA" VACIA Y SECA		MASA "CÁPSULA + RESIDUO"	
		DETERM. 01.01 (g)	DETERM. 01.01 Calculada (g)	DETERM. 01.02 (g)	DETERM. 01.02 Calculada (g)	DETERM. 01.01 (g/ml)	DETERM. 01.02 (g/ml)	DETERM. 01.01 (g)	DETERM. 01.02 (g)
C11	041	0,0125	0,0099	0,0116	0,0116	107,7661	110,3887	107,7760	110,4003
C12	076	0,0145	0,0162	0,0144	0,0166	41,1555	42,7884	41,1717	42,8050
C13	314	0,0130	0,0230	0,0160	0,0106	86,6485	90,2182	86,6715	90,2288
C14	203	0,0190	0,0190	0,0180	0,0150	108,4590	103,6810	108,4780	103,6960
C14	264	0,0137	0,0137	0,0092	0,0144	182,5092	179,5391	182,5229	179,5535
C16	275	0,0200	0,0350	0,0200	0,0160	101,2000	113,1700	101,2350	113,1860
C19	176	0,0140	0,0560	0,014	0,0500	99,2500	100,8660	99,3060	100,9160

Tabla 5.7. Códigos (7) cuya masa de residuo seco no es trazable con las masas de capsula vacía y llena con residuo en el Ensayo 1

CCAA	COD LAB	MASA RESIDUO SECO EN LA CÁPSULA				MASA "CÁPSULA" VACIA Y SECA		MASA "CÁPSULA + RESIDUO" SECA	
		DETERM. 02.01 (g)	DETERM. 02.01 Calculada (g)	DETERM. 02.02 (g)	DETERM. 02.02 Calculada (g)	DETERM. 02.01 (g/ml)	DETERM. 02.02 (g/ml)	DETERM. 02.01 (g)	DETERM. 02.02 (g)
C13	314	0,014	0,0140	0,016	0,0130	95,9761	99,577	95,9901	99,59
C16	117	0,0329	0,0033	0,0334	0,0035	100,4631	100,3259	100,4664	100,3294
C16	126	0,0358	0,0034	0,0312	0,0128	99,3469	99,9035	99,3503	99,9163

Tabla 5.8. Códigos (2) cuya masa de residuo seco no es trazable con las masas de capsula vacía y llena con residuo en el Ensayo 2

Valores descartados porque no es trazable su resultado de masa de residuos seco. Excepción: códigos C12-076 y C14-264 porque su error está en la masa de residuo, el resultado de sales solubles es trazable.

Valores calculados en base a los datos aportados que son trazables

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	1-revis. códigos	09 de mayo de 2025	1a Edición

**b) Contenido de sales solubles.**

CCAA	COD LAB	CONTENIDO SALES SOLUBLES ENSAYO 1				CONTENIDO SALES SOLUBLES ENSAYO 2			
		DETERM. 01.01 (%)	DETERM. 01.01 Calculada (%)	DETERM. 01.02 (%)	DETERM. 01.02 Calculada (%)	DETERM. 02.01 (%)	DETERM. 02.01 (%)	DETERM. 02.02 (%)	DETERM. 02.02 (%)
C01	089	0,5700	0,5697	0,3900	3,8799	0,41	0,4093	0,53	0,5292
C03	187	0,0699	0,0700	0,0596	0,0600	0,049	0,0500	0,0799	0,0200
C03	267	0,1400	0,1370	0,1200	0,1218	0,14	0,1921	0,13	0,1329
C03	272	0,1950	0,1946	0,1850	0,1850	0,191	1,9100	0,181	1,8100
C05	119	1,4400	1,4405	1,2900	31,2288	1,17	1,1698	1,13	1,1317
C05	120	0,1380	0,1380	0,1470	0,0670	0,149	0,0000	0,157	0,1570
C08	197	0,1055	0,1322	0,0928	0,1168				
C09	061	0,5858	0,5866	0,6012	2,5973	0,5409	0,5411	0,5602	0,5609
C10	188	0,0400	0,0360	0,0400	0,0450				
C11	041	0,1100	0,0946	0,1200	0,1149				
C11	050	0,2500	0,3099	0,2400	0,2999	0,24	0,2899	0,24	0,2999
C13	305	0,4000	0,3999	0,3000	0,7485				
C13	314	0,1300	0,2300	0,1600	0,1060	0,14	0,1400	0,16	0,1300
C14	203	0,1890	0,1898	0,1780	0,1499	0,169	0,1697	0,179	0,1797
C14	226	0,1990	0,1998	0,2190	0,2199	0,209	0,2099	0,179	0,2300
C16	117	0,3230	0,3234	0,3830	0,3810	0,334	0,0330	0,359	0,0350
C16	126	0,3150	0,4439	0,3310	0,3307	0,347	0,0340	0,319	0,1279
C16	275	0,1500	0,3500	0,1600	0,1600	0,15	0,1500	0,16	0,1600
C18	017	0,1827	0,1827	0,1677	1,1659				
C18	163	0,1860	0,0000	0,1810	1,0000				
C18	206	0,5553	2,7763	0,5517	2,7584				
C18	219	0,1800	0,0000	0,1600	0,1596				
C19	152	0,0014	0,1400	0,0013	0,1320	0,001	0,1020	0,0011	0,1130
C19	176	0,14	0,0560	0,14	0,0500				
C19	183	0,0000	0,0040	0,0000	0,0040	0	0,0020	0	0,0060

**Tabla 5.9.** Códigos (25) con desviaciones de trazabilidad en el contenido de sales solubles superiores al 10%



- Valores descartados porque no es trazable su resultado con los datos aportados
- Códigos con evidencias detectadas en sus masas o datos de partida, reflejadas en el informe

**CONTENIDO YESO EN LA MUESTRA DE ENSAYO**

La norma UNE 103205:2006 indica, en el apartado 5.2 que, si se encontrara yeso entre las sales solubles, debe repetirse el ensayo empleando 1 g de muestra de suelo. En general, siempre que se obtengan valores por encima de dos gramos de residuo por litro de extracto y se sospeche la existencia de yeso debe repetirse el ensayo con menor cantidad de muestra.

**El 24,84% (39) da un valor por encima de dos gramos de residuo por litro, sin embargo, no justifican no repetir el ensayo en el apartado de Observaciones de la ficha. Solo el código C06-151 repite los dos ensayos con 1 gramo, conforme indica la norma.**

C01	C01	C02	C02	C03	C04	C04	C05	C06	C08	C08	
278	310	271	279	267	329	342	074	033	197	213	
C09	C09	C09	C09	C09	C10	C10	C10	C11	C11	C11	C11
012	034	049	094	104	059	188	200	082	258	280	316
C12	C13	C14	C16	C16	C18	C18	C18				
015	305	234	030	182	011	013	219				
C19											
085	097	108	152	202	214	218					

**Tabla 5.10.** Códigos que indican la presencia de yeso en la muestra, pero no ejecutan el ensayo conforme especifica la norma.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	1-revis. códigos	09 de mayo de 2025	1a Edición



Mencionar, sobre el cálculo de incertidumbre del ensayo que:

- De los 102 laboratorios participantes que realizan cuatro determinaciones individuales, aportan este dato un 84,31 %
- De los 55 laboratorios participantes que realizan dos determinaciones individuales, aportan este dato un 76,36 %

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	1-revis. códigos	09 de mayo de 2025	1a Edición

## SUELOS

### **Determinación del coeficiente de permeabilidad de un suelo, según la norma UNE-EN ISO 17892-11:2020. Método con carga constante.**

Este ensayo tiene por objeto determinar, en laboratorio, el coeficiente de permeabilidad de una muestra de suelo analizando las características del flujo de agua al atravesar dicha muestra de suelo. Este ensayo se puede ejecutar empleando **distintos tipos de permeámetros** (de pared rígida o de pared flexible), **distinta carga** (constante o variable) y **distinta presión de salida del flujo de agua** (creciente o constante).

En el protocolo se indica que el ensayo debe hacerse por **método de carga constante**, es decir, el flujo se aplica directamente a través de la muestra de ensayo mediante una bomba, manteniendo constantes los niveles de agua tanto en la entrada como en la salida; y debe determinarse el **coeficiente de permeabilidad corregido por temperatura a 25 °C y a los 120 segundos**.

Para poder ejecutar el ensayo, se hizo llegar 12 kg de muestra de suelo sin tamizar.

El número total de laboratorios participantes asciende a 13 y todos han realizado el ensayo por duplicado. Citar que  **fueron 42 laboratorios los que se inscribieron en el ensayo.**

### **ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO: PARÁMETROS DE EJECUCIÓN**

En el protocolo se indica que debe asegurarse que no queda nada de aire antes de empezar el ensayo, para ello debía estar la muestra saturada por completo en el propio permeámetro y no debía compactarse. La norma establece una serie de características que se deben cumplir antes de llevar a cabo el ensayo. Se analizan las siguientes:

#### **1. Equipo no calibrado o no está vigente la fecha de la última calibración**

En el apartado 5.1 de la norma UNE-EN ISO 17892-11:2020 se establece que la realización de este ensayo requiere una célula para la muestra de ensayo (permeámetro) que puede tener paredes rígidas o flexibles y un sistema para aplicar y medir la presión de agua en uno o ambos extremos de la muestra de ensayo.

En algunos casos la información del tipo de permeámetro utilizado por los participantes, pared rígida o flexible, se obtiene de la documentación fotográfica que han presentado, obligatoria por

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	12 de enero de 2025	1a Edición

protocolo, y que **se señala con texto en rojo en la tabla siguiente**. Salvo el código **C19-179**, que solo entrega una foto de los discos porosos y el código **C18-028** no lo aporta. El 61,5% lo realiza con pared flexible y el 30,7% en pared rígida.

En base al apartado 6.4.6 de la citada norma UNE EN ISO IEC 17025, y al Anexo A de la norma UNE-EN ISO 17892-11:2020, para los equipos de medición establece la siguiente frecuencia:

- **Calibración una vez al año:** Cronómetro, Estufa, Balanza, Equipos de medición de presión de poros y de presión en la célula del permeámetro de pared flexible.
- **Calibración que no exceda de los cinco años:** Termómetro.
- **Verificación mínima:** las balanzas (diariamente), termómetro y permeámetro de cualquier tipo (una vez al año), placas porosas (regularmente).

De los 13 laboratorios que realizan el ensayo, se señala en la siguiente tabla la información aportada del PERMEAMETRO utilizado. Se sombrea en morado aquellos equipos que no cumplen la vigencia (o no lo indican) y en amarillo aquellos cuyo modelo/dato indicado es erróneo:

CCAA	Cód. Lab.	TIPO PERMEÁMETRO	MARCA	MODELO	Fecha VERIFICACION	Fecha CALIBRACION
C04	343	PARED RÍGIDA	DESCONOCIDA	DESCONOCIDO	09.09.2024	
C10	059	Rígido	ITC	D-90-INOX	13.04.2024	No aplica
C11	016	Pared flexible-Cel Triaxial	Mecánica Cientific	210715	Verificado por fabricante en reparación de 2018 (presión y volumen)	
C11	245	PARED FLEXIBLE	COINSA		04.09.2024	
C11	269	PARED RIGIDA	MEC. CIENTÍFICA	Suelos granulares	19.10.2023	19.10.2023
C13	314	PARED RIGIDA	PROETI S.A.	ELEX-175/ S-0507		
C14	157	Equipo triaxial	PROETI	S0150/1		26 06 2024
C14	192	PARED FLEXIBLE	PROETI		18.03.2024	
C14	290	PARED FLEXIBLE	PROETI	S0506	16.09.2024	-
C16	193	PARED FLEXIBLE	MATEST	S245-01	13.04.2024	
C18	028	NO ENTREGA FOTOS	PROETI	Mod. 44.0118	06.05.2024	
C19	085	Equipo triaxial	Mec. Científica			23.10.2023
C19	176	Equipo triaxial.			Observa que la semana del 28 de octubre 2024 vendrán a realizar la calibración anual. Se han realizado verificaciones	

2. **Diámetro interno promedio del permeámetro.** Puesto que el permeámetro empleado para ejecutar el ensayo se trata de un tubo cilíndrico, para determinar el área transversal de la muestra de ensayo en la dirección del flujo, parámetro necesario para calcular el coeficiente

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	12 de enero de 2025	1a Edición

de permeabilidad, debemos medir el diámetro interno del equipo. En la Ficha de resultados se solicitaba la medida en cuatro puntos y su promedio.

### 3. Área transversal del permeámetro / muestra de ensayo en la dirección del flujo.

Puesto que el permeámetro es un cuerpo cilíndrico, el área de una circunferencia se determina multiplicando el número “pi” por el radio interior al cuadrado. Se señala en la siguiente tabla el código que según sus datos no se obtiene la misma área aportada:

CCAA	COD LAB	ÁREA TRANSVERSAL DEL PERMEÁMETRO / MUESTRA DE ENSAYO DIRECCIÓN DEL FLUJO			
		ENSAYO 1 (cm)	ENSAYO 1 (cm)	ENSAYO 2 (cm)	ENSAYO 2 (cm)
C18	028	207,52	181,22	207,52	181,22

**Tabla 6.1.** Códigos que no determinan correctamente el área transversal del permeámetro en base al diámetro aportado

 Valores sospechosos. Sin embargo, se comprueba que es el dato (207,52 cm<sup>2</sup>) que utiliza para el resultado. Se solicita aclarar.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Realizado el estudio preliminar, se establecen los valores sospechosos, y los valores que por desviaciones al protocolo y/o norma son o no excluyentes, siendo en el primer caso, descartados del análisis estadístico.

### VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO (“SOSPECHOSOS”)

#### 1. Caudal de agua constante que atraviesa la muestra de ensayo ( $Q=Vol/120s$ )

El caudal se define como el “volumen de agua que pasa a través de la muestra de ensayo por unidad de tiempo, medido en cm<sup>3</sup>/s”. Para determinar el caudal, basta con recoger en una probeta graduada el volumen de agua que atraviesa la muestra de ensayo una vez ésta ha sido completamente saturada durante un tiempo previamente establecido, que según protocolo era de 120 segundos. Se detectan códigos que no determinan correctamente el valor del caudal:

CCAA	COD LAB	CAUDAL DE AGUA CONSTANTE QUE ATRAVIESA LA MUESTRA				VOLUMEN DE AGUA RECOGIDA EN 120 s	
		ENSAYO 1 (cm <sup>3</sup> /s)	ENSAYO 1 calculado (cm <sup>3</sup> /s)	ENSAYO 2 (cm <sup>3</sup> /s)	ENSAYO 2 calculado (cm <sup>3</sup> /s)	ENSAYO 1 (cm <sup>3</sup> )	ENSAYO 2 (cm <sup>3</sup> )
C10	059	0,306	0,3058	37,9	0,3158	36,7	37,9

**Tabla 6.2.** Códigos que no determinan correctamente el caudal de agua constante

 Valor sospechoso (pone el mismo dato que el volumen). Se señala y corrige

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	12 de enero de 2025	1a Edición

## 2. Gradiente hidráulico ( $i = \Delta h/l$ )

La norma UNE-EN ISO 17892-11:2020 define, en el punto 3.4, el gradiente hidráulico como “el cociente entre la diferencia de carga hidráulica entre dos puntos (pérdida de carga “ $\Delta h$ ”) y la longitud del camino del flujo (distancia entre los puntos medidos en la dirección de flujo “ $l$ ”).

En base a los datos aportados, se señala en la siguiente tabla los códigos cuyo gradiente hidráulico aportado se desvía más de un 10% respecto al valor del gradiente hidráulico calculado:

CCAA	COD LAB	GRADIENTE HIDRÁULICO			
		ENSAYO 1 (---)	ENSAYO 1 CALCULADO (---)	ENSAYO 2 (---)	ENSAYO 2 CALCULADO (---)
C10	059	40,5	0,874	40,5	0,905
C14	192	17,33	1,293	17,33	1,293
C18	028	1,62	1,00	1,62	1,00

**Tabla 6.3.** Códigos que no determinan correctamente el valor del gradiente hidráulico.



Valores sospechosos que en el apartado de valores descartados se detallan.

## 3. La viscosidad del agua con la temperatura afecta a la permeabilidad medida ( $\eta$ )

El apartado 6.1.3 de la norma UNE-EN ISO 17892-11:2020 determina que la viscosidad del agua cambia con la temperatura afectando a la permeabilidad medida, por tanto, se debe registrar la temperatura a la que se realiza el ensayo y corregir el resultado obtenido aplicando la siguiente ecuación matemática (apartado 7.3 de la norma UNE-EN ISO 17892-11:2020):

$$k_T \text{ (cm/s)} = k \times \eta : \eta_T$$

**Tabla 2 - Viscosidad dinámica del agua**

Temperatura T °C	Viscosidad $\eta$ mPa.s
10	1,304
15	1,137
20	1,002
25	0,891
30	0,798

NOTA 1 Se pueden estimar valores intermedios por interpolación. De forma alternativa, la viscosidad dinámica se puede calcular mediante la siguiente aproximación:  

$$\eta_T = 0,02414 \times 10^{[247,8/(T + 133)]}$$
donde  $T$  es la temperatura del ensayo (°C) en el rango anterior

Siendo:

$k_T$  = Coeficiente de permeabilidad corregido por temperatura, medido en cm/s.

$\eta$  = Viscosidad del agua para la temperatura de ensayo, medida en mPa · s

$\eta_T$  = Viscosidad del agua a la temperatura de corrección, medida en mPa · s.

Calculada según NOTA 1 de la Tabla 2 del aptdo 7.3

$$\eta_T = 0,02414 \times 10^{[247,8/(T + 133)]}$$

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	12 de enero de 2025	1a Edición

El ejercicio pedía el coeficiente de permeabilidad a 25°C, y la viscosidad del agua a esa temperatura es 0,891. La viscosidad del agua a la temperatura a la que se había realizado cada ensayo para cada código debía calcularse si no estaba recogida en la Tabla 2 antes citada. Se señalan en la siguiente tabla aquellos códigos cuya viscosidad de ensayo no coincide con la calculada por el analista:

CCAA	COD LAB	TEMPERATURA DEL AGUA DE FLUJO		VISCOSIDAD DEL AGUA DE FLUJO Calculada ( $\eta_{test} = 0,02414 \times 10^{[247,8/(T + 133)]}$ )		VISCOSIDAD DEL AGUA DE FLUJO ( $\eta = 0,02414 \times 10^{[247,8/(T + 133)]}$ )		VISCOSIDAD DEL AGUA DE FLUJO A 25 °C ( $\eta$ )	
		ENSAYO 01 (°C)	ENSAYO 02 (°C)	ENSAYO 01 (mPa · S)	ENSAYO 02 (mPa · S)	ENSAYO 01 (mPa · S)	ENSAYO 02 (mPa · S)	ENSAYO 01 (mPa · S)	ENSAYO 02 (mPa · S)
C14	290	24	24	0,914	0,914	0,933	0,933	0,891	0,891
C18	028	21	21	0,981	0,981	0,95	0,95	0,891	0,891

Tabla 6.4. Códigos que no determinan correctamente la viscosidad del agua de flujo de su ensayo.

## VALORES DESCARTADOS. DESVIACIÓN EXCLUYENTE

Los códigos que incumplan una o varias de las siguientes condiciones, serán excluidos del análisis estadístico:

- **No cumplir un criterio de validación de la norma o recogido en el protocolo.**

La norma UNE-EN ISO 17892-11:2020 establece, en el apartado 6.1.2, Tabla 1, el valor máximo recomendado del **gradiente hidráulico** en función de la permeabilidad de la muestra de ensayo, para asegurar unas condiciones de flujo laminar, evitar el transporte de material dentro de la muestra de ensayo y asegurar que se supera el umbral de gradiente.

Tabla 1 - Guía de gradientes hidráulicos máximos recomendados

Permeabilidad (m/s)	Gradiente hidráulico máximo recomendado
> 10 <sup>-5</sup>	1
10 <sup>-5</sup> a 10 <sup>-6</sup>	2
10 <sup>-6</sup> a 10 <sup>-7</sup>	5
10 <sup>-7</sup> a 10 <sup>-8</sup>	10
10 <sup>-8</sup> a 10 <sup>-9</sup>	20
< 10 <sup>-9</sup>	30 o superior

En base a la misma, se señala en tabla siguiente los gradientes que sí están por debajo de ese valor según su permeabilidad en el ensayo y los que no (61,53%):

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	12 de enero de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	GRADIENTE HIDRÁULICO		PERMEABILIDAD CORREGIDA POR T <sup>a</sup>		GRADIENTE HIDRÁULICO MAX Tabla 1 norma Aptdo.6.1.2	¿CUMPLE?	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 1 (cm/s)	ENSAYO 2 (cm/s)		ENSAYO 1	ENSAYO 2
C04	343	6,312	6,31	2,74E-06	1,98E-06	5	NO	NO
C10	059	40,500	40,50	5,01E-05	4,99E-05	2	NO	NO
C11	016	13,080	13,08	1,36E-07	6,49E-07	10	NO	NO
C11	245	1,110	1,11	0,00025	0,00028	1	NO	NO
C11	269	0,390	0,39	1,41E-05	1,48E-05	2	SI	SI
C13	314	12,800	12,80	4,94E-06	0,000004	5	NO	NO
C14	157	6,000	6,00	1,2E-09	1,16E-09	30	SI	SI
C14	192	17,330	17,33	1,08E-06	1,15E-06	5	NO	NO
C14	290	2,800	2,80	3,38E-06	3,85E-06	5	SI	SI
C16	193	1,082	1,08	1,4E-06	1,2E-06	5	SI	SI
C18	028	1,620	1,62	2,12E-05	1,93E-05	2	SI	SI
C19	085	61,399	61,40	6,11E-08	1,35E-08	20	NO	NO
C19	176			3,28E-08	3,17E-08	20		

**Tabla 6.5.** Códigos (8) que aportan un valor del gradiente hidráulico no acorde a un flujo laminar.

 Valores que no cumplen el gradiente hidráulico acorde a un flujo laminar. Serán descartados

- **No hay trazabilidad entre los datos y el resultado aportado:**

1. **Gradiente hidráulico (i).**

De los 13 laboratorios, hay 3 códigos que no cumplimentan datos necesarios para comprobar la trazabilidad de sus resultados. Se señalan en la siguiente tabla. Deben ser descartados pero considerando el apartado anterior que solo son 5 los laboratorios que cumplen el apartado 6.1.2 de la norma, no se descartan en este ejercicio:

C11	C14	C19
016	157	176

**Tabla 6.6.** Códigos que no cumplimentan datos solicitados en Ficha necesarios para la trazabilidad.

2. **Coefficiente de permeabilidad a la temperatura de ensayo (k).**

El coeficiente de permeabilidad de la muestra de suelo se obtiene tras ejecutar la norma UNE-EN ISO 17892-11:2020 y aplicar las dos siguientes ecuaciones matemáticas (apartado 7.2.2 de la norma UNE-EN ISO 17892-11:2020):

$$k \text{ (cm/s)} = (Q \times l) / (A \times \Delta h) = Q / (A \cdot i)$$

Siendo:

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	12 de enero de 2025	1a Edición

- $Q$  = Volumen de agua que pasa a través de la muestra de ensayo por unidad de tiempo, medido en  $\text{cm}^3/\text{s}$ .
- $l$  = Distancia entre los puntos de medida 1 y 2 en la dirección del flujo, medido en  $\text{cm}$ .
- $A$  = Área transversal de la muestra de ensayo en la dirección del flujo, medida en  $\text{cm}^2$ .
- $\Delta h$  = diferencia de carga hidráulica entre los puntos de medida 1 y 2, medida en  $\text{cm}$ .
- $i$  = Gradiente hidráulico. Adimensional.

En base a los datos aportados, en la siguiente Tabla se señalan los códigos cuyo coeficiente de permeabilidad aportado se desvía más de un 10% respecto al valor del coeficiente de permeabilidad calculado. Sin embargo, son los tres códigos cuyo gradiente hidráulico fue señalado en apartado anterior por tener valores sospechosos y en función de qué parámetros se utilicen para calcular el coeficiente de permeabilidad sí se llega al mismo resultado:

CCAA	COD LAB	ÁREA TRANSVERSAL PERMEÁMETRO/ DIRECCIÓN FLUJO		DIF.CARGA HIDRÁULICA ENTRE PUNTOS MEDIDA 1 Y 2 ( $\Delta h$ )		DISTANCIA ENTRE PUNTOS MEDIDA 1 y 2 DIRECCIÓN DEL FLUJO ( $l$ )		CAUDAL DE AGUA CONSTANTE Calculada ( $Q = \text{Vol}/t_{20\text{seg}}$ )		CAUDAL DE AGUA CONSTANTE QUE ATRAVIESA LA MUESTRA		GRADIENTE HIDRÁULICO Calculado ( $i = \Delta h/l$ )		GRADIENTE HIDRÁULICO ( $i$ )		COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD ( $k = Q/(A \cdot i)$ )		COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD ( $k = Q \cdot l / (A \cdot \Delta h)$ )		COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD ( $k$ )	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		( $\text{cm}^2$ )	( $\text{cm}^2$ )	( $\text{cm}$ )	( $\text{cm}$ )	( $\text{cm}$ )	( $\text{cm}$ )	( $\text{cm}^3/\text{seg}$ )	( $\text{cm}^3/\text{seg}$ )	( $\text{cm}^3/\text{seg}$ )	( $\text{cm}^3/\text{seg}$ )					( $\text{cm}/\text{seg}$ )	( $\text{cm}/\text{seg}$ )	( $\text{cm}/\text{seg}$ )	( $\text{cm}/\text{seg}$ )	( $\text{cm}/\text{seg}$ )	( $\text{cm}/\text{seg}$ )
C10	059	71,5	71,5	8,3	8,6	9,5	9,5	0,3058	0,3158	0,306	37,9	0,874	0,905	40,5	40,5	1E-04	0,013	0,005	0,005	0,005	0,005
C14	192	80,12	80,12	15	15	11,6	11,6	0,1333	0,1417	0,1333	0,1416	1,293	1,293	17,33	17,33	1E-04	1E-04	0,001	0,001	1E-04	1E-04
C18	028	207,5	207,5	23,5	23,5	23,5	23,5	0,6667	0,6133	0,67	0,61	1	1	1,62	1,62	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002

Tabla 6.7. Códigos con observaciones en la trazabilidad de sus datos con el resultado de coeficiente permeabilidad aportado

El código **C10-059** que tiene valores sospechosos en el caudal de agua ( $Q$ ) y en el gradiente hidráulico ( $i$ ), si se calcula el coeficiente de permeabilidad con ambos datos corregidos, obtenemos el mismo resultado ( $0,005 \text{ cm/s}$ ).

El código **C14-192** que tiene valor sospechoso el gradiente hidráulico porque el calculado no es trazable con los datos que aporta, si se calcula el coeficiente de permeabilidad con el gradiente que aporta, obtenemos el mismo resultado ( $0,001 \text{ cm/s}$ ).

El código **C18-028** que tiene valores sospechosos en la carga hidráulica ( $\Delta h$ ) y la distancia ente puntos de medida ( $l$ ) y por tanto, en el gradiente hidráulico, si se calcula el coeficiente de permeabilidad con el gradiente que aporta, obtenemos el mismo resultado ( $0,002 \text{ cm/s}$ ).

Se puede concluir que los tres códigos recogen en su Ficha de resultados algunos datos que no corresponden con su ensayo, y en algunos de ellos, el analista ha detectado el error de transcripción, pero no en todos.

Mencionar que, de los 13 laboratorios participantes, han aportado el cálculo de la incertidumbre un 53,85 %.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	12 de enero de 2025	1a Edición

## MEZCLAS BITUMINOSAS

### Determinación de la pérdida de partículas de una probeta de mezcla bituminosa drenante, según la norma UNE-EN 12697-17:2006

Este ensayo tiene por objeto determinar la pérdida de partículas que experimentan las probetas de mezcla bituminosa, evaluando la variación de masa de estas probetas al someterlas a volteos en la máquina de ensayo de Los Ángeles sin las bolas de acero.

Para poder ejecutar el ensayo, se entregan dos bolsas de 30 kg mezcla tipo PA11 y tipo de betún 45/80-65 porfida (BM30) para poder realizar el ensayo descrito en la norma por duplicado. Por tanto, se debían fabricar cinco probetas cilíndricas para cada uno de los dos ensayos, siendo el resultado de cada ensayo el promedio de las cinco determinaciones.

El número total de laboratorios participantes asciende a 107.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Realizado el estudio preliminar, se establecen los valores sospechosos, y los valores que por desviaciones al protocolo y/o norma son o no excluyentes, siendo en el primer caso, descartados del análisis estadístico.

### VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO (“SOSPECHOSOS”)

Fabricadas las probetas, la norma establece una serie de características que estas deben cumplir antes de llevar a cabo el ensayo:

#### 1. Diámetro y altura de las cinco probetas por ensayo

La norma UNE-EN 12697-17:2006 en su apartado 4.2 establece que las probetas cilíndricas deben medir  $100 \pm 3$  mm de diámetro y  $63,5 \pm 5$  mm de altura. Se observa que los códigos **C08-197** expresa en centímetros y no en milímetros el diámetro y la altura de las cinco probetas tanto en el Ensayo 1 como en el Ensayo 2, y también el código **C10-022** en la altura de las cinco probetas del Ensayo 2. Se señalan y corrigen.

Hay dos códigos, **C18-246** y **C18-270** que intercambian las celdas de diámetro y altura.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	29 de abril de 2025	1a Edición

Sin embargo, hay 10 códigos que fabrican alguna de sus cinco probetas con una altura fuera del rango ( $63,5 \pm 5$  mm ) establecido por la norma:

CCAA	COD LAB	ALTURA DE LA PROBETA $63 \pm 5$ mm Ensayo 1					ALTURA DE LA PROBETA $63 \pm 5$ mm Ensayo 2				
		PROBETA 1.1	PROBETA 1.2	PROBETA 1.3	PROBETA 1.4	PROBETA 1.5	PROBETA 2.1	PROBETA 2.2	PROBETA 2.3	PROBETA 2.4	PROBETA 2.5
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
C04	342	73	73	72,4	73,1	72,1	72,5	72,8	72,2	73	72,7
C08	213	71,2	72,3	71,1	70,9	71,2	71,7	72	71,1	71,6	72,3
C11	244	72,4	72,5	71,5	71,6	72,9	71,1	72	70,5	71,4	71,5
C12	115	68,4	68,1	69	68,4	68,4	68,4	68,5	68	69	69,1
C14	148	66,913	68,463	68,423	68,448	67,555	68,418	68,473	68,453	64,095	68,473
C14	236	57,6	60,7	57,4	58	60,5	5,96	61,1	63,2	60,1	59,6
C16	101	69,4	69,6	68,8	69,8	69,7	69,8	69,9	68,6	69,1	69,9
C16	117	69,6	69,6	69,4	69,8	69,8	69,6	69,6	69,4	69,8	69,8
C16	126	69,4	69,8	69,7	69,9	70	69,8	69,7	69,2	69,1	69,5
C19	183	66,9	67,5	68	66,3	67,5	68,3	68,1	67,3	68	68,1

**Tabla 7.1.** Códigos (10) cuya altura de las probetas de mezcla bituminosa no cumplen el rango que establece la norma

- Valores descartados por altura de probetas fuera del rango establecido por norma
- Valores sospechosos por error en la expresión de sus unidades

## 2. Tiempo de conservación de la probeta antes de la ejecución del ensayo.

La norma UNE-EN 12697-17:2006 establece en su apartado 4.4 que “*Antes del ensayo, las probetas se deben conservar sobre una superficie plana durante 2 días, como mínimo*”.

Se observa que hay 5 códigos que no expresan en minutos el tiempo de conservación, más bien días o en horas. Se señalan y corrigen:

CCAA	COD LAB	TIEMPO DE CONSERVACIÓN PREVIO AL ENSAYO 1 $\geq 2880$ min = 2 días					TIEMPO DE CONSERVACIÓN PREVIO AL ENSAYO 2 $\geq 2880$ min = 2 días				
		PROBETA 1.1	PROBETA 1.2	PROBETA 1.3	PROBETA 1.4	PROBETA 1.5	PROBETA 2.1	PROBETA 2.2	PROBETA 2.3	PROBETA 2.4	PROBETA 2.5
		(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
C01	303	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
C11	244	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C13	305	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
C14	156	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
C16	193	48 H	48 H	48 H	48H	48 H	48	48	48	48	48

**Tabla 7.2.** Códigos (5) cuyo tiempo de conservación no se expresa en minutos

- Valores sospechosos por error en la expresión de sus unidades

## 3. Temperatura de ejecución del ensayo.

La norma UNE-EN 12697-17:2006 establece en su apartado 5.1, que “*La temperatura de ensayo se debe definir, y mantener en la cámara durante el ensayo, con una tolerancia de  $\pm 2$  °C*”.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	29 de abril de 2025	1a Edición

En la NOTA del citado apartado recoge que la temperatura es un parámetro que tiene una gran influencia en el ensayo, y debe estar comprendida entre 15°C y 25°C. Todos los códigos aportan un valor dentro de este rango. Sin embargo, en el protocolo se recogía que la temperatura del ensayo debía ser a 25 °C, y, por tanto, debía estar comprendida entre 23 y 27 °C. Aquellos que no lo hacen bajo estas condiciones, serán descartados.

#### 4. Número de golpes de compactación por el método del impacto.

Según la norma en su apartado 4.2 “*las probetas serán compactadas mediante 2 x 50 impactos*”.

#### 5. Masa de las probetas antes y después del ensayo.

Se recogen en las siguientes dos tablas, correspondientes respectivamente al Ensayo 1 y al Ensayo 2, los códigos que se observan errores de transcripción. Se señalan y corrigen:

CCAA	COD LAB	MASA INICIAL DE LA PROBETA SECA W1					MASA FINAL DE LA PROBETA SECA W2					PÉRDIDA DE PARTÍCULAS $100 \times (W1 - W2 / W1)$									
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	11.1	PROBETA A 2.1 Calculada	1.2	PROBETA A 2.2 Calculada	1.3	PROBETA A 2.3 Calculada	1.4	PROBETA A 2.4 Calculada	1.5	PROBETA A 2.5 Calculada
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
C05	120	1136	1135	1137	1132	1135	988	985	1002	978	985	13	13	13,3	13	11,8	12	13,6	14	13,21	13
C10	059	1145	1127	1154	1107	1071	896	861	844	865	825	21,7	22	23,7	24	26,8	27	21,9	22	22,98	23
C11	313	1045	1042	1041	1047	1045	924	901	910	908	899	11,6	12	13,6	14	12,6	13	13,3	13	13,96	14
C14	236	999	1027	991	995	991	901	903	869	880	888	9,8	10	12	12	12,3	12	11,5	12	9,2	10
C16	035	1121	1121	1120	1121	1120	1038	1039	1030	1045	1048	7	7	7	7	8	8	7	7	7	6

Tabla 7.3. Códigos (5) cuyas masas del Ensayo 1 tienen errores de transcripción. Son señalados y corregidos

Valores sospechosos por error de transcripción corregidos

CCAA	COD LAB	MASA INICIAL DE LA PROBETA SECA W1					MASA FINAL DE LA PROBETA SECA W2					PÉRDIDA DE PARTÍCULAS $100 \times (W1 - W2 / W1)$									
		2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.1	PROBETA 2.1 Calculada	2.2	PROBETA 2.2 Calculada	2.3	PROBETA 2.3 Calculada	2.4	PROBETA 2.4 Calculada	2.5	PROBETA 2.5 Calculada
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
C03	181	1107	1111	1112	1115	1117	1000	983	978	989	978	9,7	10	11,5	12	12,1	12	11,3	11	12,4	12
C14	243	1169	1159	1129	1173	1136	1025	1056	1005	1041	1009	12,3	12	9	9	11	11	11,3	11	11,2	11
C16	035	1122	1121	1120	1119	1120	1032	1039	1015	1031	1039	8	8	7	7	9	9	8	8	7	7
C18	028	1113	1109	1105	1111	1104	969	948	939	956	952	12,9	13	14,5	14	14,9	15	14	14	13,8	14

Tabla 7.4. Códigos (4) cuyas masas del Ensayo 2 tienen errores de transcripción. Son señalados y corregidos

Valores sospechosos por error de transcripción corregidos

### VALORES DESCARTADOS. DESVIACIÓN EXCLUYENTE

Los códigos que incumplan una o varias de las siguientes condiciones, serán excluidos del análisis estadístico:

- No realizar el ensayo conforme norma.

Se señala en la siguiente tabla los 31 códigos que indican un **tiempo de conservación previo al ensayo** inferior a los 2 días= 2880 min establecido en norma en su apartado 4.4:

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	29 de abril de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	TIEMPO DE CONSERVACIÓN PREVIO AL ENSAYO 1 $\geq 2880$ min=2 días					TIEMPO DE CONSERVACIÓN PREVIO AL ENSAYO 2 $\geq 2880$ min=2 días				
		PROBETA 1.1	PROBETA 1.2	PROBETA 1.3	PROBETA 1.4	PROBETA 1.5	PROBETA 2.1	PROBETA 2.2	PROBETA 2.3	PROBETA 2.4	PROBETA 2.5
		(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
C01	089	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
C02	271	250	265	280	295	310	325	340	355	370	385
C03	168	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1400	1440	1400	1400
C05	074	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
C06	033	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
C06	079	2300	2330	2360	2390	2420	2370	2400	2430	2460	2490
C06	130	250	260	270	280	290	255	275	285	295	300
C06	142	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
C08	213	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C09	094	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C10	180	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
C11	109	400	400	400	400	400	450	450	450	450	450
C11	251	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
C11	313	4 horas	4 horas	4 horas	4 horas	4 horas	4 horas	4 horas	4 horas	4 horas	4 horas
C11	316	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C12	076	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
C13	314	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C14	148	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C14	157	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
C14	192	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C14	194	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C14	203	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C14	226	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C14	228	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
C14	265	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
C18	013	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C18	174	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
C18	246	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C18	270	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
C19	032	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
C19	172	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240

**Tabla 7.5.** Códigos (31) cuyo tiempo de conservación previo al ensayo es inferior a los dos días recogido en norma

 Valores descartados por conservar las probetas un tiempo inferior a lo establecido por norma

Hay que señalar tres códigos que recogen en el apartado de Observaciones de su Ficha otros tiempos que se contradicen con el valor recogido en las celdas de las diez probetas: **C11-109** (2 días); **C11-251** (3 días) y **C11-313** (4 días). En este ejercicio no serán descartados por este motivo, pero evidencia la repetición de un error que debería conllevar una acción correctiva por parte del laboratorio.

En el protocolo se recogía que la **temperatura del ensayo debe ser a 25 °C**, y, por tanto, según el apartado 5.1 de la norma, debía estar comprendida entre 23 y 27 °C. En la tabla siguiente se recogen los 26 códigos que indican una temperatura de ensayo fuera de este rango:

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	29 de abril de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	TEMPERATURA DE ENSAYO 1 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$	TEMPERATURA DE ENSAYO 2 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$
		( $^{\circ}\text{C}$ )	( $^{\circ}\text{C}$ )
C01	312	20	20
C03	181	19,7	20,4
C03	267	21,9	21,6
C05	120	23,1	22,8
C05	127	20	20
C06	033	19,1	19,2
C06	036	21	21
C06	098	21	22
C06	137	22,5	22,5
C06	159	19,5	19,9
C08	197	20	20
C09	034	22	22
C09	049	20,1	20,1
C10	188	20	20
C13	305	22	21
C14	281	22	21
C16	133	23	22,8
C18	013	20	20
C18	017	20	20
C18	106	160	160
C18	163	23,1	22,8
C18	174	16	16
C18	246	20	20
C18	270	20	20
C19	085	21,4	21,7
C19	172	22	22

**Tabla 7.6.** Códigos (26) cuya temperatura de ensayo está fuera del rango considerando los  $25^{\circ}\text{C}$  por protocolo del ejercicio

- Valores descartados por no cumplir temperatura de ensayo establecida por protocolo
- Valores sospechosos por error en la expresión de sus unidades

• **Equipo no calibrado o no está vigente la fecha de la última calibración**

En la tabla siguiente se señalan los códigos que no aportan última fecha de verificación ni de calibración del equipo de compactación:

CCAA	Cód. Lab.	EQUIPO COMPACTAC.	MARCA	MODELO	Fecha VERIFICACION	Fecha CALIBRACION
C10	046	AUTOMÁTICA MARSHALL	PROETI	B0041		
C10	131	AUTOMÁTICA MARSHALL	PROETI	B0041		
C12	115		Mecánica Científica	250013		
C14	157					
C16	030	Impactos	PROETI	B0042		
C18	017	Impacto	Proeti	-		
C18	106	Automático	Controls	76-B4012		

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	29 de abril de 2025	1a Edición

- **No hay trazabilidad entre los datos y el resultado aportado.**

El porcentaje de pérdida de partículas de una probeta de mezcla bituminosa se obtiene tras aplicar la siguiente ecuación matemática:

$$PL (\%) = 100 \times (W_1 - W_2) / W_1$$

Siendo: **W<sub>1</sub>** la masa inicial de la probeta

y **W<sub>2</sub>** la masa de la probeta después de someterla al volteo

Se recogen en las siguientes dos tablas, correspondientes respectivamente al Ensayo 1 y al Ensayo 2, los códigos que, en base a los datos aportados, el porcentaje de pérdida de partículas se desvía en valor absoluto más de un 10% respecto al valor calculado y en algún caso, el analista no detecta el posible error de transcripción cometido. Serán descartados:

CCAA	COD LAB	MASA INICIAL DE LA PROBETA SECA W1					MASA FINAL DE LA PROBETA SECA W2					PÉRDIDA DE PARTÍCULAS Ensayo 1 100X(W1-W2/W1)									
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	11.1	PROBET A 2.1 Calculada	1.2	PROBET A 2.2 Calculada	1.3	PROBET A 2.3 Calculada	1.4	PROBET A 2.4 Calculada	1.5	PROBET A 2.5 Calculada
C06	033	1044	1046	1044	1046	1046	831	899	919	883	937	15,2	20	14	14	13,8	12	15,6	16	14	10
C13	305	1079	1141	1091	1119	1088	878	829	815	850	804	25,1	19	27,3	27	25,3	25	24,1	24	26,15	26
C14	236	999	1027	991	995	991	901	903	869	880	888	9,8	10	12	12	12,3	12	11,5	12	9,2	10

**Tabla 7.7.** Códigos (3) cuyos datos aportados no son trazables con los resultados de pérdida de partículas por probeta en Ensayo 1

CCAA	COD LAB	MASA INICIAL DE LA PROBETA SECA W1					MASA FINAL DE LA PROBETA SECA W2					PÉRDIDA DE PARTÍCULAS Ensayo 2 100X(W1-W2/W1)									
		2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.1	PROBETA 2.1 Calculada	2.2	PROBETA 2.2 Calculada	2.3	PROBETA 2.3 Calculada	2.4	PROBETA 2.4 Calculada	2.5	PROBETA 2.5 Calculada
C04	340	1067	1092	1088	1093	1097	988,3	976,6	907,3	983,8	1005	7,4	7	10,6	11	8,4	17	10	10	8,4	8
C07	066	1010	1001	1011	1013	1011	926,3	920,9	935,4	966,3	937,8	8,26	8	7,92	8	7,44	7	7,52	5	7,26	7
C09	049	1050	1056	1055	1053	1056	911,1	900,1	883,2	847,7	852,3	13,2	13	14,8	15	13,3	16	19,5	19	19	19
C10	059	1081	1082	1090	1090	1087	840,7	821,4	837,5	895,6	837,2	22,26	22	24,89	24	23,14	23	21,53	18	22,96	23
C13	305	1075	1083	1137	1091	1096	778,9	856,9	816,4	801,2	808,1	27,5	28	24,5	21	28,2	28	26,5	27	26,2	26
C14	236	1002	995,9	1050	1010	1003	921,2	905,3	896,3	999,1	911,4	8,1	8	9,1	9	14,7	15	11	1	9,2	9
C18	011	1131	1129	1132	1124	1125	1046	1002	1038	1011	1024	7,5	8	11,2	11	6,6	8	10	10	8,9	9

**Tabla 7.8.** Códigos (5) cuyos datos aportados no son trazables con los resultados de pérdida de partículas por probeta en Ensayo 2

- Valores descartados por no cumplir trazabilidad entre los datos aportados y su resultado
- Valores sospechosos por error de transcripción corregidos

**Destacar que el resultado se debe redondear al 1% más próximo.**

Citar que la densidad geométrica promedio de las probetas es de 2,07 Mg/m<sup>3</sup> (2.070 kg/m<sup>3</sup>). Recordar que desde la norma UNE EN 12697-6:2012 las densidades de las mezclas pasan a expresarse en mega gramos por metro cúbico en lugar de kilogramos por metro cúbico.

Mencionar sobre el cálculo de la incertidumbre que, de los 107 participantes, el 71 % lo aporta.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	29 de abril de 2025	1a Edición

## MEZCLAS BITUMINOSAS

### **Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa, según las normas UNE-EN 12697-12:2009 y UNE-EN 12697-23:2004. Método A.**

Este ensayo tiene por objeto medir el efecto de la humedad de una mezcla bituminosa analizando la resistencia a tracción indirecta de un juego de probetas saturadas y almacenadas en agua a elevada temperatura y un juego de probetas fabricadas en seco.

Para poder ejecutar el ensayo, se entregan dos bolsas de 30 kg mezcla tipo PA11 y tipo de betún 45/80-65 porfida (BM30) para poder realizar el ensayo descrito en la norma por duplicado.

En el protocolo se establece que el ensayo debe hacerse por el **Método A**. Fabricar ocho probetas cilíndricas y determinar la densidad, altura y diámetros para poder descartar las dos que presenten, con respecto a las otras seis, mayores desviaciones en los tres parámetros anteriormente mencionados.

Con las probetas no descartadas se debían hacer dos grupos de tres probetas: uno para la serie seca y otro para la serie húmeda, determinando en cada serie la resistencia a tracción indirecta promedio de las determinaciones obtenidas en cada una de las tres probetas de la serie correspondiente, conforme la norma UNE EN 12697-23

El número total de laboratorios participantes asciende a 92, puesto que los códigos **C06-130** y **C13-305** no realizan el Ensayo 2, y los códigos **C16-117** y **C16-126** no realizan el Ensayo 1.

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Realizado el estudio preliminar, se establecen los valores sospechosos y los valores que por desviaciones al protocolo y/o norma son o no excluyentes, siendo en este último caso, descartados del análisis estadístico.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de abril de 2025	1a Edición

## VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO (“SOSPECHOSOS”)

### 1. Error de transcripción o por expresión de las unidades de los siguientes parámetros:

En los parámetros para calcular la resistencia a la tracción indirecta de las probetas bituminosas: carga máxima expresada en kilo Newton, y diámetro y altura en milímetros, para obtener una resistencia en kPa como indica la norma y el protocolo (se observa errata en la Ficha que indica GPa). Se señala como muestra, códigos que repiten el error en la expresión de las unidades en las diferentes series en uno o en ambos ensayos.

CCAA	COD LAB	ENSAYO EN LA SERIE SECA TERCERA PROBETA. Ensayo 1				ENSAYO EN LA SERIE HÚMEDA SEGUNDA PROBETA. Ensayo 2			
		CARGA MAX	DIAMETRO	ALTURA	RESISTENCIA	CARGA MAX	DIAMETRO	ALTURA	RESISTENCIA
		(kN)	(mm)	(mm)	(Gpa ó kPa)	(kN)	(mm)	(mm)	(Gpa ó kPa)
C01	328	18976	101,4	65,7	0,00181	12925	101,6	65,3	0,00124
C04	320	1085	101,86	69,86	0,001	844	101,53	70,01	0,001
C04	340	13800	101,6	59,2	1461	12075	101,6	62,3	1214
C06	033	53,3	66,1	101,6	5053	67,3	101,5	65,3	6464
C09	034	9,21	101,6	62,8	919	8,794	101,6	63,4	869
C10	022	11,71	101,6	6,272	1169,7	9,1	101,6	62,24	916,1
C14	160	6890	101,39	60,85	710,928	4690	101,18	62,46	472,493
C18	206	13941	101,24	67,35	1302	12694	101,08	66,7	1199
C18	069	144,44	101,77	63,3	0,00143	121,52	101,66	65,2	0,00117
C19	218	1954	101,7	62,4	0,00192	1688	101,1	63,1	0,00165

Tabla 8.2. Códigos (10) que no expresan en unidades solicitadas o intercambian celdas entre parámetros en uno o en ambos ensayos



Valores sospechosos en la expresión de sus unidades. Se señalan y corrigen

### En la agrupación de las series de tres probetas

De las ocho probetas de mezcla bituminosa fabricadas, debían ser descartadas dos y con las seis restantes formar dos grupos de tres probetas: uno para realizar el ensayo en seco y otro para el ensayo en húmedo. El laboratorio **C11- 073**, en el Ensayo 02, indica que ha empleado la misma probeta 2 por duplicado en la serie seca del Ensayo 2. Parece un error de transcripción.

### Densidades promedio de la agrupación de las series de tres probetas en seco y húmedo

La densidad media del grupo de tres probetas seleccionadas y utilizadas para obtener la sensibilidad de la muestra, en ningún caso podrá ser mayor o menor que la densidad media obtenida en seco y en húmedo. Debe ser un valor comprendido entre ambas medias o igual. Se señalan en la siguiente tabla los que no cumplen esta condición:

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de abril de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	DENSIDAD PROMEDIO 6 PROBETAS SS Y SH Ensayo 1 Calculada (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 6 PROBETAS SS Y SH (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SS (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SH (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 6 PROBETAS SS Y SH Ensayo 2 Calculada (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 6 PROBETAS SS Y SH (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SS (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SH (kg/m <sup>3</sup> )
C18	2006	2100,5	2101	2100	2101	2105	2104	2105	2105
C18	037	2109	2108	2108	2110	2110,05	2110,5	2108,3	2111,8
C18	112	2149	2149	2149	2149	2141,5	2144	2136	2147
C18	246	2,4035	2,402	2,398	2,409	2,397	2,399	2,396	2,398
C18	270	2,3945	2,399	2,388	2,401	2,4005	2,398	2,399	2,402
C19	108	2065,5	2061	2066	2065	2060	2060	2060	2060

Tabla 8.3. Códigos que indican una densidad promedio de las 6 probetas de mezcla bituminosa matemáticamente incoherente

 Valores sospechosos por error matemático

NORMAS DE DEDONDEO: si la última cifra del número que queremos redondear es menor que 5, dejaremos sin modificar el último dígito. (P.ej.2110,04 redondeado es 2110,0) Si la última cifra que queremos redondear es igual o mayor que 5 (5, 6, 7, 8, 9) se aumentará el valor al siguiente número más próximo (P.ej.2110,05 redondeado es 2110,1).

### VALORES DESCARTADOS. DESVIACIÓN EXCLUYENTE

Los códigos que incumplan una o varias de las siguientes condiciones, serán excluidos del análisis estadístico:

- **No cumplir un criterio de validación de la norma.**

La norma UNE-EN 12697-12 en el apartado 6.1.1.6 establece que las probetas de ensayo se dividirán en dos subconjuntos que tendrán aproximadamente la misma longitud y densidad media. **La diferencia de las longitudes medias no excederá de 5 mm. Y la diferencia entre las densidades promedio no excederá de 15 kg/m<sup>3</sup>.** Respecto al primer criterio de validación todos lo cumplen. Respecto del segundo criterio, en la siguiente tabla se señalan los códigos que no cumplen que la diferencia entre densidades promedio es  $15 \leq \text{kg/m}^3$ :

CCAA	COD LAB	Ensayo 1			Ensayo 2		
		DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SS (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SH (kg/m <sup>3</sup> )	Diferencia entre densidades promedio Ensayo 1 Calculada (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SS (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO 3 PROBETAS SH (kg/m <sup>3</sup> )	Diferencia entre densidades promedio Ensayo 2 Calculada (kg/m <sup>3</sup> )
C04	327	2062,5	2070,6	8,1	2060,4	2079,3	18,9
C06	098	2072	2076	4	2087	2067	20
C09	104	2127	2160	33	2340	2343	3
C10	107	2387	2401	14	2437	2453	16
C14	150	2330	2357	27	2368	2381,33	13,3333
C16	101	2138,27	2154,8	16,54	2142,1	2152,08	10,01
C16	337	2166	2212	46	2,16	2,253	0,093

Tabla 8.4. Códigos (7) cuyos valores promedio de densidad de la serie seca y húmeda difieren en valor absoluto  $> 15 \text{ kg/m}^3$

 Valores descartados por incumplir desviación excluyente.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de abril de 2025	1a Edición

Como tercer criterio de validación de la norma UNE-EN 12697-23 en su apartado 11.1, establece que **los valores de resistencia a la tracción indirecta de cada probeta se aceptan si no difieren más del 17 % respecto del valor promedio de la serie a la que pertenecen (seca o húmeda):**

CCAA	COD LAB	Ensayo 1. SERIE HÚMEDA			Resistencia promedio SH Ensayo 1	Dif. resistencia probeta respecto promedio ≤ 17%			Ensayo 2. SERIE HÚMEDA			Resistencia promedio SH.Ensayo 2	Dif. resistencia probeta respecto promedio ≤ 17%		
		PRIMERA PROBETA	SEGUNDA PROBETA	TERCERA PROBETA		PRIMERA PROBETA	SEGUNDA PROBETA	TERCERA PROBETA	PRIMERA PROBETA	SEGUNDA PROBETA	TERCERA PROBETA				
		RESISTENCIA TRACCIÓN (Gpa o kPa)				RESISTENCIA TRACCIÓN (Gpa ó kPa)			RESISTENCIA TRACCIÓN (GPa)						
		(Gpa o kPa)	(Gpa o kPa)	(Gpa o kPa)	Calculada	1.1	1.2	2.1.3	(Gpa ó kPa)	(GPa)	(GPa)	Calculada	2.1	2.2	2.3
C03	267	1,295	1,225	1,245	1,26	3,19%	2,39%	0,80%	1,114	1,136	1,427	1,23	9,11%	7,32%	16,43%
C05	120	0,919	0,914	1,339	1,06	13,08%	13,56%	26,64%	0,919	0,892	0,886	0,90	2,22%	0,78%	1,45%

**Tabla 8.5.** Códigos (2) que aportan resultados de resistencia a tracción indirecta de sus probetas próximos al 17% o lo superan respecto a su valor promedio

 Valor descartado por diferir las resistencias de sus tres probetas en la serie húmeda del Ensayo 1 >17% de su promedio

- **No hay trazabilidad entre los datos y el resultado aportado de resistencia a tracción indirecta de cada probeta**

En base a los parámetros aportados de diámetro ( $\emptyset=2*\text{radio}$ ), y altura, así como la carga máxima aplicada aportada, se obtiene la resistencia de tracción en cada probeta ( $ITS= F/(\text{Pi}*\text{radio}*altura)$ ). Se señalan en la siguiente tabla los códigos que no cumplen la trazabilidad de su resultado de resistencia con los datos aportados de los parámetros citados con los datos de la primera probeta de la serie seca del Ensayo 1, aunque sucede en más probetas de la serie tanto seca como húmeda y en uno o en ambos ensayos:

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de abril de 2025	1a Edición

CCAA	COD LAB	ENSAYO EN LA SERIE SECA PRIMERA PROBETA					
		CARGA MAX (kN)	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	RESISTENCIA (Gpa ó kPa)	RESISTENCIA Calculada (Gpa ó kPa)	TIPO DE ROTURA
C03	272	10,3	101,46	65,38	1273,96000	0,00099	combinación
C05	074	16,91	101,63	65,14	1,67400	0,00163	Limpia
C06	159	9,9	101	60	0,00092	0,00104	Limpia
C09	012	12,93	101,6	72	1595,00000	0,00113	combinación
C10	131	12,33	101,3	61,8	0,00126	0,00125	Limpia
C14	150	10,01	101,73	67,38	1231,53000	0,00093	combinación
C14	284	10,89	101,6	66	1003,50000	0,00103	Limpia
C19	097	13,6	102,1	62,9	1661,00000	0,00135	combinación
C19	108	11,04	101,6	62	1362,00000	0,00112	combinación
C19	139	12,09	101,9	63,3	1482,00000	0,00119	deformación
C19	202	7,92	101,6	61,66	0,00098	0,00080	combinación
C19	167	11,29	101,3	62,7	1133,418	0,001131608	combinación

**Tabla 8.6.** Códigos (11) que no cumplen la trazabilidad de sus datos con el resultado de resistencia de tracción indirecta de sus probetas tanto en la serie tanto seca como húmeda, y en uno o en ambos ensayos

 Valor descartado por no cumplir la trazabilidad de la resistencia de tracción indirecta de sus probetas con los datos aportados en la serie tanto seca como húmeda en ambos ensayos.

Señalar que el **C19-167** no cumple trazabilidad solo en el Ensayo 2 en las dos series y el **C10-131** en el Ensayo 1 en la primera probeta de la serie seca y en las tres probetas de la serie húmeda.

Citar también los siguientes códigos que no cumplen trazabilidad en alguna de las probetas y el analista no detecta si ha habido algún error de transcripción. Como es puntual, no serán descartados por este motivo:

- C06-079 no cumple trazabilidad en la segunda probeta de la serie seca del Ensayo 2,
- C10-059 no cumple trazabilidad en la segunda probeta de la serie seca del Ensayo 2, y
- C11-251 no cumple trazabilidad en la primera y segunda probeta de la serie seca del Ensayo 2.

• **No hay trazabilidad entre los datos y el resultado aportado de sensibilidad al agua**

La sensibilidad al agua de una mezcla bituminosa por el Método A establecido por protocolo, se obtiene tras ejecutar el apartado 8.1 de la norma UNE-EN 12697-12:2009 y aplicar la siguiente ecuación matemática:

$$ITSR (\%) = 100 \times (ITS_w / ITS_d)$$

Siendo:

- ITSR sensibilidad al agua, de acuerdo con el Método A de la norma
- **ITS<sub>w</sub>** la resistencia media a la tracción indirecta de una serie de probetas de mezcla bituminosa en húmedo
- **ITS<sub>d</sub>** la resistencia media a la tracción indirecta de un juego de probetas de mezcla bituminosa en seco.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de abril de 2025	1a Edición

En la tabla siguiente se señalan los códigos cuyos resultados se desvían más de un 10 % en valor absoluto respecto del valor calculado en base a sus datos aportados:

CCAA	COD LAB	Resistencia promedio SS Ensayo 1	SENSIBILIDAD AL AGUA Calculada Ensayo 1	SENSIBILIDAD AL AGUA Ensayo 1	Resistencia promedio SH Ensayo 1	Resistencia promedio SS Ensayo 2	SENSIBILIDAD AL AGUA Calculada Ensayo 2	SENSIBILIDAD AL AGUA Ensayo 2	Resistencia promedio SH Ensayo 2
		Calculada	(%)	(%)	Calculada	Calculada	(%)	(%)	Calculada
C01	164	0,002	100,0%	88,7	0,002	0,002	100,0%	88,4	0,002
C04	320	0,001	100,0%	85	0,001	0,001	100,0%	85	0,001
C06	033	5157,333333	123,3%	81,1	6357,666667	5251	121,6%	82,3	6383
C10	131	0,001253	83838786,9%	86,22	1050,5	0,00122933	86,3%	86,27	0,00106033
C11	024	0,002	100,0%	88,3	0,002	0,002	100,0%	86,4	0,002
C11	155	0,001	100,0%	87,03	0,001	0,001	100,0%	87,5	0,001
C11	244	0,001	100,0%	83	0,001	0,001	100,0%	82,3	0,001
C14	192	0,001056667	109,1%	91,5	0,001153333	0,00115333	91,6%	91,8	0,00105667
C14	228	0,000837	109,8%	91,1	0,000919	0,00095	110,4%	90,6	0,001049
C18	206	1296,333333	87,6%	87,6	1135	1316,33333	88,7%	206	1168
C18	163	0,001	100,0%	87,65	0,001	0,001	100,0%	87,96	0,001

Tabla 8.7. Códigos (11) que no cumplen la trazabilidad de sus datos con el resultado de sensibilidad aportado

 Valores descartados por no cumplir trazabilidad de sus datos con el resultado de sensibilidad

Mencionar sobre el cálculo de la incertidumbre del ensayo que, de los 92 participantes, el 70,83 % la calculan.

Documento	Revisión	Fecha	Descripción
Informe Materiales Eila24-Aridos	0	25 de abril de 2025	1a Edición

## EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS EN MATERIALES

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de los resultados aportados en los ensayos de materiales, a nivel nacional. estas tablas se dividen **por Comunidad Autónoma** indicando: el código del laboratorio y su evaluación, según el análisis estadístico realizado, con la sigla que corresponda.

**Tabla evaluación.** Evaluación global a nivel NACIONAL EILA24

CCAA	CODIG. LECCE	BARRAS DE ACERO		MICRODEVAL ÁRIDOS		SULFATOS MAGNESIO-ÁRIDOS		SALES SOLUBLES SUELO			PERMEAB. SUELO		PERDIDA PARTIC.MBC		SENSIBILIDAD MBC	
		T	A. previc	T	A. previo	T	A. previo	Todos	4DET	2DET	T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo
c01	89	---	---	S	S	S	SD	D	SD	---	---	---	S	SD	S	S
c01	164	S	S	S	AN	AB	AB	S	S	---	---	---	D	D	S	SD
c01	210	---	---	S	S	S	S	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c01	274	S	S	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	S	D	D
c01	278	---	---	S	D	---	---	AN	AN	---	---	---	---	---	---	---
c01	303	S	S	S	S	S	SD	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c01	310	S	S	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c01	312	S	S	S	S	S	S	S	AN	---	---	---	S	SD	S	S
c01	328	S	S	---	---	---	---	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c02	271	S	S	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	SD	---	---
c02	279	---	---	---	---	---	---	AB	AB	---	---	---	---	---	---	---
C02	325	S	S													
c03	168	---	---	S	S	S	S	S	AN	---	---	---	S	SD	S	S
c03	181	S	S	S	S	S	S	S	AB	---	---	---	S	SD	S	S
c03	187	---	---	---	---	---	---	S	SD	---	---	---	---	---	---	---
c03	189	S	S	S	SD	AB	AB	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c03	195	S	SD	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c03	267	S	S	S	S	S	S	S	SD	---	---	---	S	SD	S	S
c03	272	---	---	S	S	S	S	S	SD	---	---	---	---	---	S	SD
c03	282	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c03	295	---	---	---	---	---	---	S	AN	---	---	---	---	---	S	S
c04	215	S	S	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c04	224	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c04	230	---	---	---	---	---	---	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c04	319	---	---	S	S	S	S	---	S	---	---	---	S	S	S	S
c04	320	---	---	---	---	AB	AB	S	S	---	---	---	---	---	S	SD
C04	325	S	S	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c04	327	---	---	S	S	AB	AB	S	S	---	---	---	S	S	S	SD
c04	329	---	---	---	---	---	---	S	D	---	---	---	---	---	---	---
c04	331	S	SD	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c04	336	S	S	S	AN	AB	AB	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c04	338	S	SD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c04	340	S	S	S	S	S	S	S	---	S	---	---	S	SD	S	S
c04	342	S	S	S	S	S	S	AB	AB	---	---	---	S	S	S	S
c04	343	S	S	---	---	---	---	S	---	S	S	SD	---	---	---	---
c05	74	S	SD	S	S	---	---	S	D	---	---	---	S	SD	S	SD
c05	81	SD	SD	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	S	S
c05	114	AB	AB	S	S	AB	AB	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c05	119	---	---	---	---	---	---	AB	SD	---	---	---	---	---	---	---
c05	120	S	SD	S	SD	---	---	S	SD	---	---	---	S	SD	S	SD
c05	127	---	---	S	SD	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	---	---
c05	141	---	---	---	---	---	---	S	---	S	---	---	---	---	---	---

*Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (SD); (--) no participa.*

CCAA	CODIG. LECCE	BARRAS DE ACERO		MICRODEVAL ÁRIDOS		SULFATOS MAGNESIO-ÁRIDOS		SALES SOLUBLES SUELO			PERMEAB. SUELO		PERDIDA PARTIC.MBC		SENSIBILIDAD MBC	
		T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo	Todos	4DET	2DET	T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo
c06	18	---	---	S	S	---	---	AN	AB	---	---	---	---	---	---	---
c06	27	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---
c06	33	---	---	S	S	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	S	SD
c06	36	S	SD	---	---	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	---	---
c06	64	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	S	S	S
c06	79	S	S	S	S	S	S	S	---	S	---	---	S	SD	S	S
c06	98	---	---	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	SD	S	SD
c06	110	S	S	S	S	---	---	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c06	128	---	---	D	AN	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c06	130	---	---	S	SD	AB	AB	S	---	S	---	---	S	SD	SD	SD
c06	137	S	S	---	---	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	---	---
c06	142	---	---	S	S	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	S	S
c06	151	---	---	S	S	---	---	AB	AB	---	---	---	S	S	---	---
c06	159	---	---	S	S	---	---	S	---	S	---	---	D	SD	S	SD
c07	66	---	---	S	S	S	S	AB	AB	---	---	---	S	SD	---	---
c07	72	---	---	S	AN	S	SD	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c07	95	AB	AB	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c08	171	S	S	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c08	197	AB	AB	---	---	S	S	S	---	SD	---	---	S	SD	---	---
c08	213	---	---	S	S	---	---	S	S	---	---	---	D	SD	---	---
c09	12	---	---	---	---	---	---	D	---	AB	---	---	---	---	S	SD
c09	34	S	S	S	S	S	SD	D	D	---	---	---	S	SD	S	S
c09	49	---	---	S	S	---	---	S	---	S	---	---	S	SD	S	S
c09	61	S	S	S	S	---	---	AN	SD	---	---	---	---	---	---	---
c09	78	---	---	S	S	---	---	AN	AN	---	---	---	---	---	---	---
c09	94	AB	AB	---	---	---	---	D	---	AB	---	---	S	SD	S	S
c09	99	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c09	104	---	---	S	AN	AB	AB	S	S	---	---	---	S	S	S	SD
c10	22	S	S	S	S	S	S	S	---	D	---	---	S	S	S	S
c10	46	AB	AB	S	S	S	S	S	---	S	---	---	S	S	S	S
c10	59	S	S	S	SD	S	S	S	---	S	AB	SD	S	SD	S	S
c10	107	---	---	---	---	---	---	S	---	S	---	---	S	S	S	SD
c10	131	---	---	S	S	S	S	S	---	S	---	---	S	S	S	SD
c10	180	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---	S	SD	---	---
c10	188	S	S	S	AN	S	S	S	---	SD	---	---	S	SD	S	S
c10	200	---	---	---	---	---	---	S	---	AB	---	---	---	---	---	---
c10	204	---	---	---	---	---	---	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c11	16	AB	AB	S	S	---	---	S	---	S	S	SD	---	---	---	---
c11	24	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	SD
c11	41	---	---	S	S	S	SD	SD	---	SD	---	---	---	---	---	---
c11	45	S	SD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c11	50	---	---	D	AN	---	---	S	SD	---	---	---	---	---	---	---
c11	82	S	S	---	---	AB	AB	D	AN	---	---	---	---	---	---	---
c11	91	S	S	D	AN	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c11	109	S	S	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c11	122	D	D	---	---	---	---	S	---	D	---	---	---	---	---	---
c11	144	---	---	---	---	S	SD	AB	---	AB	---	---	---	---	---	---
c11	155	SD	SD	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	SD

*Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (SD); (--) no participa.*

CCAA	CODIG. LECCE	BARRAS DE ACERO		MICRODEVAL ÁRIDOS		SULFATOS MAGNESIO-ÁRIDOS		SALES SOLUBLES SUELO			PERMEAB. SUELO		PERDIDA PARTIC.MBC		SENSIBILIDAD MBC	
		T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo	Todos	4DET	2DET	T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo
c11	244	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---	S	S	S	SD
c11	245	---	---	S	S	S	S	S	S	---	AB	SD	---	---	---	---
c11	251	S	S	S	SD	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c11	258	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c11	269	---	---	S	AN	S	SD	S	S	---	AB	S	---	---	---	---
c11	273	S	S	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	S	S
c11	280	---	---	---	---	---	---	AB	---	AB	---	---	---	---	---	---
c11	285	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c11	296	D	S	S	S	---	---	D	AN	---	---	---	---	---	---	---
c11	301	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	S
c11	309	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c11	313	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	S	S	S
c11	316	S	S	S	SD	S	SD	S	S	---	---	---	S	SD	S	S
c12	15	AB	AB	---	---	---	---	S	D	---	---	---	---	---	---	---
c12	39	S	S	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c12	75	S	S	S	S	AB	SD	S	S	---	---	---	S	S	---	---
c12	76	AN	D	S	SD	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	---	---
c12	93	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c12	115	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---	---	S	S	---	---
c13	283	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c13	294	---	---	S	SD	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c13	300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---
c13	305	---	---	S	D	---	---	S	---	SD	---	---	D	SD	SD	SD
c13	314	S	S	---	---	---	---	S	SD	---	S	SD	S	SD	S	S
c14	146	---	---	S	SD	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c14	148	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	SD	---	---
c14	150	S	S	S	SD	---	---	S	---	S	---	---	---	---	S	SD
c14	156	---	---	S	S	S	SD	S	S	---	---	---	S	S	---	---
c14	157	AB	AB	S	S	S	S	AB	AB	---	S	S	S	SD	S	S
c14	160	AB	AB	S	S	S	S	S	---	S	---	---	D	D	S	D
c14	165	---	---	S	AN	---	---	S	AN	---	---	---	---	---	---	---
c14	192	S	S	S	S	S	SD	S	AN	---	S	SD	S	SD	S	SD
c14	194	---	---	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	SD	S	S
c14	203	---	---	---	---	---	---	S	SD	---	---	---	S	SD	S	S
c14	226	---	---	---	---	---	---	S	SD	---	---	---	S	SD	---	---
c14	228	---	---	S	SD	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	S	SD
c14	236	---	---	---	---	---	---	AB	AB	---	---	---	S	SD	---	---
c14	238	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c14	281	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	SD	---	---
c14	284	S	S	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	SD
c14	290	---	---	---	---	---	---	S	---	S	S	S	---	---	---	---
c14	234	S	S	S	SD	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c14	239	---	---	D	SD	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c14	243	S	S	S	SD	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c14	248	---	---	S	SD	S	S	D	D	---	---	---	S	S	S	S
c14	255	S	S	S	S	S	SD	AB	---	AB	---	---	---	---	---	---
c14	256	S	S	---	---	S	SD	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c14	261	---	---	---	---	---	---	AB	AB	---	---	---	---	---	---	---
c14	264	S	S	S	SD	---	---	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c14	265	D	D	S	SD	---	---	S	---	D	---	---	S	SD	---	---

*Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (SD); (--) no participa.*

CCAA	CODIG. LECCE	BARRAS DE ACERO		MICRODEVAL ÁRIDOS		SULFATOS MAGNESIO-ÁRIDOS		SALES SOLUBLES SUELO			PERMEAB. SUELO		PERDIDA PARTIC.MBC		SENSIBILIDAD MBC	
		T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo	Todos	4DET	2DET	T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo
c16	30	AB	AB	S	SD	---	---	S	S	---	---	---	S	S	S	S
c16	35	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	S	S	S
c16	101	D	D	S	D	S	S	S	AB	---	---	---	AB	AB	S	SD
c16	111	S	S	S	S	---	---	D	D	---	---	---	---	---	---	---
c16	117	---	---	---	---	S	SD	S	SD	---	---	---	AB	AN	SD	SD
c16	126	---	---	---	---	S	SD	S	SD	---	---	---	AB	AB	SD	SD
c16	133	---	---	S	S	---	---	S	S	---	---	---	S	SD	---	---
c16	182	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c16	193	D	S	S	S	S	S	S	S	---	S	S	S	S	S	S
c16	275	S	S	---	---	---	---	S	SD	---	---	---	---	---	---	---
c16	311	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c16	315	---	---	AN	SD	S	AB	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c16	337	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	SD
c18	11	S	S	S	S	---	---	S	---	S	---	---	S	SD	S	S
c18	13	S	S	I	AN	S	S	AN	---	AB	---	---	S	SD	S	S
c18	17	S	S	S	SD	---	---	S	---	SD	---	---	S	SD	S	S
c18	28	S	S	S	S	S	S	S	---	S	AN	S	S	S	S	S
c18	37	S	S	S	S	S	S	S	---	S	---	---	D	D	S	S
c18	52	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	D	D	---	---
c18	57	S	S	S	S	S	S	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c18	69	---	---	S	S	S	S	S	---	S	---	---	S	S	S	S
c18	73	---	---	---	---	---	---	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c18	88	---	---	---	---	---	---	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c18	96	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c18	106	---	---	S	S	---	---	S	---	D	---	---	S	SD	S	S
c18	112	---	---	S	S	S	S	S	---	S	---	---	S	S	S	S
c18	113	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c18	134	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c18	163	S	S	S	AN	S	S	S	---	SD	---	---	S	SD	S	SD
c18	174	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	S	SD	S	S
c18	184	---	---	---	---	S	S	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c18	206	---	---	---	---	---	---	AN	---	SD	---	---	S	S	I	SD
c18	219	D	S	---	---	---	---	S	---	SD	---	---	---	---	---	---
c18	231	---	---	---	---	---	---	AB	---	AB	---	---	---	---	---	---
c18	246	---	---	I	AN	---	---	---	---	---	---	---	S	SD	S	S
c18	270	---	---	I	AN	---	---	---	---	---	---	---	S	SD	S	S
c19	14	---	---	---	---	---	---	AB	AB	---	---	---	---	---	---	---
c19	32	S	S	S	S	S	S	S	AN	---	---	---	S	SD	S	S
c19	55	AN	SD	S	S	S	S	S	---	S	---	---	S	S	S	S
c19	58	AB	SD	S	S	---	---	S	---	S	---	---	---	---	---	---
c19	68	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c19	85	S	S	S	S	D	D	S	S	---	S	SD	S	SD	S	S
c19	97	S	S	S	S	S	S	D	AN	---	---	---	S	S	S	SD
c19	108	---	---	S	S	S	SD	S	S	---	---	---	S	S	S	SD
c19	139	---	---	S	S	S	S	---	---	---	---	---	S	S	S	SD
c19	152	---	---	---	---	---	---	S	SD	---	---	---	---	---	---	---

*Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (SD); (--) no participa*

CCAA	CODIG. LECCE	BARRAS DE ACERO		MICRODEVAL ÁRIDOS		SULFATOS MAGNESIO-ÁRIDOS		SALES SOLUBLES SUELO			PERMEAB. SUELO		PERDIDA PARTIC.MBC		SENSIBILIDAD MBC	
		T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo	Todos	4DET	2DET	T	A. previo	T	A. previo	T	A. previo
c19	167	S	S	---	---	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	SD
c19	172	S	SD	S	SD	S	S	S	---	S	---	---	S	SD	S	D
c19	176	---	---	---	---	---	---	S	---	SD	S	SD	---	---	---	---
c19	183	S	S	D	AN	S	D	S	SD	---	---	---	S	S	S	S
c19	186	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c19	199	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
c19	202	S	S	S	AN	AB	AB	S	---	S	---	---	S	S	S	SD
c19	214	---	---	---	---	---	---	S	S	---	---	---	---	---	---	---
c19	218	S	S	S	S	D	D	S	---	S	---	---	S	S	S	S
c19	222	---	---	S	S	S	S	S	S	---	---	---	S	S	S	S

*Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (SD); (--) no participa*

## AGRADECIMIENTOS

Este ejercicio interlaboratorios en el área de MATERIALES, ha cubierto los objetivos y expectativas previstas, debido fundamentalmente, a la buena predisposición, trabajo, y esfuerzo, de todas las personas y entidades participantes en el mismo, para los cuales, sirva el presente recordatorio, y el más sincero agradecimiento.

### COORDINADORES GENERALES

Emilio Meseguer Peña

Victoria de los Ángeles Viedma Peláez

Juan Queipo de Llano

### COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel Santos Amaya      Junta de Andalucía



Carlos Cuerda Sierra      Junta de Andalucía



Ana Rico Oliván      Gobierno de Aragón



Esperanza Jarauta Pérez      Gobierno de Aragón



Juan Carlos Cortina Villar      Principado de Asturias



Ana Carolina Álvarez Cañete      Principado de Asturias



Yolanda Garví Blázquez      Govern de les Illes Balears



Inmaculada Alcolecha Fuente      Govern de les Illes Balears



Javier Jubera Pérez.      Gobierno de Canarias



Enrique Alonso Moreno	Comunidad Autónoma de Cantabria	
Agustí Careta Pons	Generalitat de Catalunya	 Generalitat de Catalunya
Marta Iniesto Alba	Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha	 Castilla-La Mancha
María del Mar Domínguez Sierra	Junta de Castilla y León	
Pilar Marinero Diez	Junta de Castilla y León	
José Ángel Rena Sánchez	Junta de Extremadura	
M <sup>a</sup> José Paniagua Mateos	Xunta de Galicia	
Israel López García	Comunidad Autónoma de La Rioja	
Isabel García Larache	Comunidad Autónoma de Madrid	
Antonio Azcona Sanz	Comunidad Autónoma de Madrid	
Teresa Barceló Clemares	Comunidad Autónoma de la Región de Murcia	
M <sup>a</sup> Carmen Mazkiarán López de Goikoetxea	Gobierno de Navarra	
Manuel Ozores Pastor	Generalitat Valenciana	
Juan Carlos Fajardo Pradas	Generalitat Valenciana	

Elvira Salazar Martínez                      Gobierno Vasco



Alberto Apaolaza Sáez de Viteri                      Gobierno Vasco



Ane Hernández Pérez de Guereñu                      Gobierno Vasco



#### TRATAMIENTO Y GESTIÓN MUESTRAS EILA MATERIALES 2024

Fernando Meseguer Serrano

Ricardo Gomariz Carrillo

#### EMPRESAS COLABORADORAS EILA MATERIALES 2024

PASAVAL, S.L.

Murcia

#### ELABORACIÓN PROTOCOLOS Y GESTIÓN DE LAS FICHAS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Victoria de los Ángeles Viedma Peláez

IETCC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo

Torroja



#### LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN EILA 2024:

##### JUNTA DE ANDALUCIA

1.	LAB. ANDALUZ DE ENSAYOS DE CONSTRUCCION SRL (LAENSA) – (SE)	AND-L-002
2.	CEMOSA (CO)	AND-L-003
3.	CEMOSA (JA)	AND-L-013
4.	CEMOSA (MA)	AND-L-018
5.	GEOLEN (SE)	AND-L-020
6.	CODEXSA (SE)	AND-L-031
7.	CEMALSA EXPERTOS EN CALIDAD S.L. (AL)	AND-L-044
8.	SERGEYCO ANDALUCIA SL (CA)	AND-L-046
9.	LABSON (CO)	AND-L-054
10.	GEOTECNICA DEL SUR (GR)	AND-L-059
11.	CEMOSA (SE)	AND-L-074
12.	CEMOSA (GR)	AND-L-076
13.	GEOTECNICA DEL SUR (CA)	AND-L-077

14. TCAL (CO)	AND-L-108
15. CONCADIZ (CA)	AND-L-125
16. LABORATORIO ENSAPROC (CO)	AND-L-150
17. ELABORA (SE)	AND-L-155
18. INECCA INGENIERIA Y CONTROL, SL (MA)	AND-L-164
19. INACON (AL)	AND-L-179
20. LTE (MA)	AND-L-210
21. ATLAS (SE)	AND-L-213
22. EQA LABORATORIO SL (GR)	AND-L-269
23. VORSEVI INGEO, SL	AND-L-298
24. LAB. OFICIAL CORDOBA	(oficial)
25. LAB. OFICIAL GRANADA	(oficial)
26. LAB. OFICIAL SEVILLA	(oficial)

#### GOBIERNO DE ARAGÓN

1. Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca	ARA-L-002
2. Control 7, SAU - Zaragoza	ARA-L-006
3. Geotecnia, Desarrollo y Servicios, SA	ARA-L-009
4. Inversiones Payaruelos, SL	ARA-L-015
5. ANALIZA 4, SLL	ARA-L-019
6. Igeo-2, S.L. - Delegación de Zaragoza	ARA-L-021
7. Laboratorio de Ensayos Técnicos, SA (ENSAYA)	ARA-L-025
8. PRETERSA-PRENAVISA Estructuras de Hormigón SL	ARA-L-026
9. Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón	(oficial)

#### PRINCIPADO DE ASTURIAS

1. Laboratorio Asturiano de Control Técnico, SAL (LACOTEC)	AST-L-020
2. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obras S.A. (CEMOSA)	AST-L-023
3. Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias	(oficial)

#### GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS

1. Laboratorio Balear de la Calidad, SLU	BAL-L-002
2. LABARTEC, SLU	BAL-L-005
3. Control BLAU-Q, SLU	BAL-L-007
4. Instituto de la Gestión Técnica de Calidad, SL (IGETEC)	BAL-L-009
5. SGS Tecnos, SA- Delegación Menorca	BAL-L-014
6. Laboratorio de Carreteras - Consell de Mallorca	(oficial)

### GOBIERNO DE CANARIAS

1. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación Santa Cruz de Tenerife	CNR-L-001
2. Controles Externos de la Calidad Canarias, SL	CNR-L-003
3. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de Las Palmas de Gran Canaria	CNR-L-006
4. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de Santa Cruz de la Palma	CNR-L-007
5. Alliroz, S.L.	CNR-L-010
6. Terragua Ingenieros, S.L.N.E.	CNR-L-026
7. Labetec Ensayos Técnicos Canarias, S.A.- Delegación de Las Palmas	CNR-L-027
8. Estudios de Suelos y Obras Canarias SL (ESOCAN)	CNR-L-030
9. Labetec Ensayos Técnicos Canarias, S.A.- Delegación de Tenerife	CNR-L-043
10. Consultores Control Tres SL	CNR-L-044
11. Ensayos no destructivos Atlante SLU	CNR-L-045
12. Investigación y control de calidad SAU (INCOSA)-Delegación Gran Canaria	
13. Servicios de Laboratorios y Calidad de la Construcción. Consejería de Obras Públicas y Transportes - Delegación Tenerife	(oficial)
14. Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias	(oficial)

### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

1. ICINSA, SA	CTB-L-003
2. GTK Laboratorio geotécnico	CTB-L-008
3. SONINGEO SL	CTB-L-010

### JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA

1. Laboratorio y consultoría Carring S.L.	CLM-L-005
2. Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura Aplicada, SL	CLM-L-029
3. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL. (SEA SL) - Delegación Albacete	CLM-L-033
4. Impello Desarrollo SL	CLM-L-037
5. SGS Tecnos, SA- Delegación Guadalajara	CLM-L-038
6. Ibensa	CLM-L-040
7. Notio	CLM-L-041
8. Fernandez-Pacheco Ingeniería Y Urbanismo SL.	CLM-L-043

### JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

1. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de Valladolid	CYL-L-005
2. Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L. (INGEMA)	CYL-L-014
3. Investigación y Control de Calidad (INCOSA)	CYL-L-015

4. EPTISA Servicios de Ingeniería SL - Delegación de León	CYL-L-025
5. Cenilesa Ingeniería y Calidad SL	CYL-L-044
6. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA(CEMOSA)-Delegación Zamora	CYL-L-055
7. Laboratorios técnica y Estudios, S.L. (LTE)	CYL-L-058
8. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)-Delegación Salamanca	CYL-L-062
9. Construcciones y Obras Llorente S.A. (COLLOSA)	CYL-L-064
10. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)-Delegación Valladolid	CYL-L-066
11. Ensayos y Geotecnia ENDUSA S.L	CYL-L-067
12. TPF Getinsa Euroestudios SL	CYL-L-068
13. Demarcación De Carreteras del Estado en Castilla y León occidental (MITMA)	(oficial)
14. Centro de Control de Calidad de Burgos. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. Junta de Castilla y León	(oficial)
15. Centro de Control de Calidad de Valladolid. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. Junta de Castilla y León	(oficial)

#### GENERALITAT DE CATALUNYA

1. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Cerdanyola	CAT-L-002
2. Geomar Enginyeria Del Terreny, Slp	CAT-L-008
3. Applus Norcontrol, Slu. Delegacion Rubi	CAT-L-012
4. Terres Laboratori De Ciències De La Terra, SL	CAT-L-014
5. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Vila-seca	CAT-L-018
6. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Fornells	CAT-L-026
7. Centre D'estudis de la Construcció I Anàlisi de Materials, Slu (CECAM)	CAT-L-027
8. Lostec, Sa	CAT-L-028
9. Labocat Calidad, SL. Delegacion Terrassa	CAT-L-054
10. Geotècnicia I Control de Qualitat, Sa	CAT-L-056
11. Lgai Technological Center, Sa	CAT-L-068
12. Land Laboratori D'assaigs I Geotècnicia, SL	CAT-L-084
13. Bureau De Organización Soldadura Y Ensayos, SL	CAT-L-088
14. Bac Engineering Consultancy Group, SL. Delegacion Cubelles	CAT-L-104
15. Tpf Getinsa Euroestudios, SL. Delegacion Barberá del Vallés	CAT-L-109
16. Tpf Getinsa Euroestudios, SL. Delegación Vila-seca	CAT-L-111
17. Bac Engineering Consultancy Group, SL. Delegacion Sant Just	CAT-L-114
18. 2020 FSQ Qualitat, SL	CAT-L-115
19. Geoplanning Estudis Geotècnics, SL (ICEC)	CAT-L-116
20. Laboratorio Igeolab, SL	CAT-L-118

### JUNTA DE EXTREMADURA

1. Intromac	EXT-L-007
2. Elaborex, Calidad en la Construcción SL-Delegación Badajoz	EXT-L-014
3. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL	EXT-L-029
4. Ensaproex	EXT-L-032
5. Asesoramiento Técnico y Laboratorios de Control, S.L. - ATLAS	EXT-L-035

### XUNTA DE GALICIA

1. INGEOFISA	GAL-L-002
2. Control y Estudios, SL (CYE- Narón)	GAL-L-005
3. Cenilesa, Estudios Técnicos Y Control, SL	GAL-L-010
4. Geonor Servicios Técnicos, SL	GAL-L-011
5. Estudios Mikar, SL	GAL-L-013
6. Galaicontrol, SL (Arteixo)	GAL-L-014
7. Investigación y Control Lugo SL (INVECO-Lugo)	GAL-L-016
8. Applus Norcontrol, SL (A Coruña)	GAL-L-018
9. Galaicontrol, SL (Vigo)	GAL-L-021
10. Ingeniería, geotecnia y calidad SL (IG Calidad)	GAL-L-028
11. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL (A Coruña)	GAL-L-034
12. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL (Vigo)	GAL-L-035
13. 3C Calidad y Control, SCOOP Galega	GAL-L-044
14. AIMEN, asociación de investigación metalúrgica del noroeste	GAL-L-045
15. Enmacosa Consultoría Técnica SA (Mos)	GAL-L-056
16. Eurotec Inspección SL	GAL-L-059
17. Control y Estudios, SL (CYE-Santiago)	GAL-L-061
18. Investigación y Control Lugo SL (INVECO- Burela)	GAL-L-063
19. C.G.I-8, SA	GAL-L-065
20. Gestecnic Ingeniería SL	GAL-L-072
21. Enmacosa Consultoría Técnica SA (A Coruña)	GAL-L-074
22. G.O.C., SA	GAL-L-077
23. Applus Norcontrol, SL (Pontevedra)	GAL-L-080
24. Applus Norcontrol, SL (Ourense)	GAL-L-084
25. Enmacosa Consultoría Técnica SA (San Cibrao das Viñas)	GAL-L-086
26. Control y Estudios, SL (CYE- A Coruña)	GAL-L-087

### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

1. ENSATEC S.L.U	LRJ-L-001
2. TÜV SÜD IBERIA, SAU	LRJ-L-009
3. Laboratorio de Obras Públicas y Edificaciones -Consejería de Sostenibilidad y Transición Ecológica	(oficial)

### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

1. Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000)	MAD-L-002
2. Cepasa Ensayos Geotécnicos SA	MAD-L-005
3. Ciesm Intevia SAU	MAD-L-019
4. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)	MAD-L-030
5. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA)	MAD-L-036
6. Control de Obras Públicas y Edificación, SL	MAD-L-046
7. Geotécnia y calidad en la construcción, SLL	MAD-L-050
8. Esgeyco SL	MAD-L-053
9. Orbis Terrarum Projects S,L N.E	MAD-L-057
10. Control de Estructuras y Geotecnia SL (CEyGE)	MAD-L-061
11. Geología, Materiales y Construcción S.L.	MAD-L-063
12. Laboratorio de Control de Calidad e Ingeniería, S.L. (CCI)	MAD-L-064
13. Control de estructuras y suelos SA (CONES)	MAD-L-065
14. Adamas Control y Geotecnia S.L.L	MAD-L-066
15. Geotécnica Consultores SLU	MAD-L-074
16. Asesoría, Rehabilitación, Proyectos Y Análisis Técnicos S.L. (ARPA)	MAD-L-075
17. V2 Geotecnia y Control SL.	MAD-L-088
18. Auscultación Control Ensayos SL	MAD-L-089
19. Arolab Ingeniería y Control de Calidad SL	MAD-L-090
20. Tüv Süd Iberia, SAU (GEOTECNIA 2000)	MAD-L-091
21. Asfaltos y Construcciones Elsan, S.A.	MAD-L-092
22. EC INGENIERÍA - SOCOTEC (Antes Euroconsult)	MAD-L-100
23. MAHORSA	Laboratorio central

### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

1. Laboratorios del Sureste, S.L.	MUR-L-003
2. Centro de Estudios, Investigaciones y Control de Obras, S.L. (CEICO)	MUR-L-005
3. Inversiones de Murcia, S.L., HORYSU- Delegación de Cartagena	MUR-L-006
4. Inversiones de Murcia, S.L., HORYSU-Delegación de Espinardo	MUR-L-007
5. ITC laboratorio de ensayos, S.L.L.	MUR-L-018
6. Massalia Ingenieros, S.L.	MUR-L-019
7. Técnica y Calidad de Proyectos Industriales, S.L (TYC PROYECTOS)	MUR-L-021
8. INGEOLAB Calidad en Obra S.L.	MUR-L-022
9. Centro Tecnológico de la Construcción CTCON	MUR-L-027

### GOBIERNO DE NAVARRA

1. Laboratorios Entecsa, SA	NAV-L-001
2. Laboratorio de Ensayos Navarra SA (LABENSA)	NAV-L-003
3. GEEA Geólogos, SL (Estella)	NAV-L-005

4. GEEA Geólogos S.L (Pamplona)	NAV-L-008
5. Laboratorio Ensaproc SL	NAV-L-015
6. Investigación y Control de Calidad (INCOSA)	NAV-L-017
7. Laboratorio de Control de Calidad Departamento Cohesión Territorial Gobierno de Navarra	(oficial)

#### COMUNIDAD VALENCIANA

1. Intercontrol Levante, SA- Delegación de Carlet	VAL-L-001
2. Comaypa, S.A.	VAL-L-006
3. Sondeos, Obras y Estudios Geotécnicos (INTECOM)	VAL-L-009
4. Gandiacontrol, S.L.	VAL-L-010
5. CONSULTECO	VAL-L-013
6. Entecsa Valencia SL	VAL-L-036
7. ASVER Verificaciones, SLU	VAL-L-047
8. Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A (IMASALAB)	VAL-L-051
9. Maestrat Global, S.L.	VAL-L-052
10. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (Valencia)	VAL-L-053
11. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante	VAL-L-054
12. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)	VAL-L-058
13. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)	VAL-L-059
14. Servicios de Ingeniería, Geotecnia, Mantenimiento y Control S.L. (SIGMA)	VAL-L-061

#### GOBIERNO VASCO

1. EPTISA-CINSA Ingeniería y Calidad, SA - Grupo EP	PVS-L-002
2. SAIO TEGI, SA	PVS-L-004
3. GIKE, SA Control Calidad Edificación	PVS-L-005
4. LABIKER Ingeniería y Control de Calidad, SL	PVS-L-006
5. Fundación Tecnalia Research and Innovation	PVS-L-013
6. Entecsa Bilbao S.L	PVS-L-034
7. Applus Norcontrol, S.L.U.	PVS-L-035
8. CEMOSA EUSKO KONTROL S.L.	PVS-L-039
9. Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava	(oficial)