

INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO DE ENSAYOS DE HORMIGÓN (EILA 2015)

A nivel de central de fabricación:

Andalucía

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 OBJETIVOS DEL EILA 15
- 1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 1.3 OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE CONTRASTE DE HORMIGÓN
- 1.4 LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES
- 1.5 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS A NIVEL DE CENTRAL DE FABRICACIÓN

- 2.2.1 RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS
 - 2.2.1.1 Evaluación del rendimiento entre laboratorios de una misma central
- 2.2.2 ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS
 - 2.2.2.1 Evaluación del rendimiento entre centrales. Evaluación del rendimiento entre laboratorios de una misma central
- 2.2.3 EVALUACIÓN GLOBAL A NIVEL DE CENTRAL DE AMBOS ENSAYOS

3. CONCLUSIONES

4. AGRADECIMIENTOS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS DEL EILA15

El objetivo del presente EILA 2015 de hormigones, es continuar con la labor iniciada durante el año 2014 y realizar un segundo Ejercicio interlaboratorios a nivel nacional (EILA), con el objetivo de evaluar la competencia técnica de los laboratorios participantes dotándoles de una poderosa herramienta de control de calidad, cuya eficacia pueda ser contrastada en la repetición anual de los ensayos.

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2005**, que establece en el apartado 5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración, que los laboratorios deben participar en comparaciones interlaboratorio o programas de ensayos de aptitud.

Según define la **Guía sobre la participación en programas de intercomparación G-ENAC-14**, “las intercomparaciones consisten en la organización, el desarrollo y la evaluación de ensayos del mismo ítem o ítems similares por varios laboratorios, de acuerdo con condiciones preestablecidas.”

Las intercomparaciones incluyen diferentes 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
- Educación de los laboratorios participantes basándose en los resultados de su participación en las intercomparaciones

1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se detalla a continuación los diversos documentos de aplicación en Ejercicios de Intercomparación entre laboratorios, así como la normativa utilizada para el tratamiento estadístico de los resultados.

Como se ha comentado en el apartado anterior, los ejercicios de intercomparación entre laboratorios tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.**

La Entidad Nacional de Acreditación ENAC ha elaborado dos documentos de ayuda para la realización de ejercicios de intercomparación:

-NT-03 Política de ENAC sobre Intercomparaciones

-G-ENAC-14 Guía sobre la participación en programas de intercomparación

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos por los laboratorios se analiza siguiendo la norma **UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud.**

1.3 OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE CONTRASTE DEL HORMIGÓN

Según se indica en el “Plan de ensayos interlaboratorio a nivel estatal (EILA-15) ensayos de hormigón”, el plan de contraste se concretará en los siguientes aspectos, evaluados con el cumplimiento de las Normas UNE que se indican:

- Toma de muestras de hormigón fresco, según **UNE-EN 12350-1:2006**. Ensayos de hormigón fresco. Parte1. Toma de muestras.
- Consistencia del hormigón, según **UNE-EN 12350-2:2006**. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2. Ensayo de asentamiento.
- Fabricación de probetas, según **UNE-EN 12390-2:2001**. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2. Ensayo de asentamiento.
- Resistencia a compresión del hormigón a 28 días, según **UNE-EN 12390-3:2003**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de resistencia a compresión de probetas.
- Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión estática, según **UNE-EN 12390-8:2001**.

El tipo de hormigón utilizado para la toma de muestras **HA-25/B/20/IIa**, confeccionándose una dosificación de cemento de 275 kg por metro cúbico, relación agua/cemento 0.60, tamaño máximo del árido 20mm y consistencia blanda. Para conseguirlo, se realizaron las modificaciones en la dosificación que el fabricante de hormigón consideró necesarias para que el hormigón fabricado respondiera a las características del tipo HA-25/B/20/IIa, en su caso. Estas modificaciones han quedado reflejadas en el Acta de incidencias de los coordinadores que estuvieron presentes en la toma de hormigón y/o en las hojas de carga entregadas por las propias centrales colaboradoras. Además, los áridos y aditivos utilizados debían disponer de Marcado CE y en ningún caso, debía utilizarse el agua reciclada. El fabricante de hormigón ha dispuesto de Sello de Calidad, siempre que ha sido posible, al objeto de garantizar los requisitos de homogeneidad establecidos en la EHE en vigor. Por ello, en algunas comunidades se han realizado los ensayos de homogeneidad conforme la Tabla 71.2.4 de la EHE-08.

La realización del análisis estadístico se realizará conforme a la norma UNE-EN ISO 17043:2010 “Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud”, tomando como valor de referencia del ensayo, los valores medios no aberrantes obtenidos.

Ensayo de asentamiento del hormigón fresco por el método del cono de Abrams, según norma UNE-EN 12350-2:2006.

El ensayo de consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 12350-2:2006**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE-EN 12350-2:2009**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las **Declaraciones responsables registradas** de todos los laboratorios de ensayo participantes. Y es por ello, que es la norma de ensayo recogida en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15, para medir la consistencia del hormigón.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el citado Protocolo de los ensayos de hormigón, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones, sin incidencias destacables en la fabricación de las probetas según las Actas de tomas e incidencias presentadas por los coordinadores.

En la ficha de resultados entregada se solicita en centímetros el valor de las dos determinaciones (dos conos), como se indica en el apartado 31.5 de la Instrucción EHE-08 y se aplican los límites de consistencia definidos en la tabla 86.5.2.1 de la misma. Pero la media obtenida se redondea a los 10 mm más próximos, según establece, en el Apartado 7, la norma **UNE-EN 12350-2:2006**.

Para realizar el análisis estadístico a nivel de Central de fabricación de hormigón, se han utilizado los valores medios no aberrantes, considerando valor aberrante aquellos valores estadísticos mayores al 5% y menores o igual al 1% de su valor crítico tal y como indica la norma UNE 82009-2:1997.

Ensayo de resistencia a compresión a 28 días, según norma UNE-EN 12390-3:2003.

El ensayo de “Resistencia a compresión a 28 días” ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 12390-3:2003**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE-EN 12390-3:2009**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las **Declaraciones responsables registradas** de todos los laboratorios de ensayo participantes. Y es por ello que, con el mismo criterio que en el apartado anterior de la consistencia, es la norma de ensayo recogida en el Protocolo del *Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15*.

De conformidad con el citado Protocolo y en particular, con el Protocolo de los ensayos de hormigón, los laboratorios participantes podían emplear probetas cúbicas de 15 cm de arista, en vez de cilíndricas de 15x30 cm, siempre que los resultados presentados estuvieran afectados por el correspondiente factor de conversión, que se indica en el apartado 86.3.2 de la EHE-08 y se detalla en la siguiente imagen1:

$$f_c = \lambda_{cil,cub15} \cdot f_{c,cúbica}$$

donde:

- f_c Resistencia a compresión, en N/mm², referida a probeta cilíndrica de 15x30cm.
- $f_{c,cúbica}$ Resistencia a compresión, en N/mm², obtenida a partir de ensayos realizados en probetas cúbicas de 15cm de arista.
- $\lambda_{cil,cub15}$ Coeficiente de conversión, obtenido de la Tabla 86.3.2.a

Tabla 86.3.2.a Coeficiente de conversión

Resistencia en probeta cúbica, $f_{c'}$ (N/mm ²)	$\lambda_{cil,cub15}$
$f_c < 60$	0.90
$60 \leq f_c < 80$	0.95
$f_c \geq 80$	1.00

Imagen 1 Factor de corrección de probetas cúbicas de 15 cm de arista.

Es en este mismo apartado del capítulo XVI de la EHE-08, para considerar aceptables los valores de resistencia obtenidos a 28 días, el recorrido relativo de un grupo de tres probetas es el obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividido por el valor medio de las tres, tomadas de la misma amasada, y no podrá exceder el 20%. En el caso de dos probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13%. La ficha de resultados de los

ensayos de hormigón ha facilitado el cálculo de este dato y hay que decir que todos los laboratorios cumplen con lo indicado anteriormente.

De conformidad con los dos Protocolos referidos antes, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones que corresponden a cada una de las probetas ensayadas.

De estas dos determinaciones, expresadas en newton por milímetro cuadrado (N/mm²), se obtiene una media, que se redondea a los 0,5 N/mm² más próximos, según establece, en el Apartado 7, la norma **UNE-EN 12390-3:2003**.

Asimismo, la ficha recoge el modo de conservación y tratamiento previo a la rotura, utilizados por los laboratorios: curado en cámara húmeda o en balsa y refrentado o pulido, respectivamente. Este informe estudia más adelante este dato para comprobar su posible influencia en los resultados obtenidos en el ensayo.

Para realizar el análisis estadístico se han considerado los laboratorios cuyo resultado de rotura a compresión media a 28 días no fuera aberrante, es decir, se han eliminado del estudio aquellos resultados que presentaban una diferencia mayor a $\pm 15\%$, en base a la tabla 71.2.4 de la EHE-08. Para la Resistencia a compresión hasta 7 días la diferencia máxima tolerada es de 7,5%, más otro 7,5% en el crecimiento de resistencia de 7 a 28 días, suma el total del 15% indicado.

Una vez realizado este paso previo, este documento analiza dichos valores medios, así como los valores individuales de cada probeta, tanto a nivel nacional, como a nivel autonómico (entre centrales) y por central de fabricación, con una salvedad en el caso del estudio estadístico nacional. Debido a que el hormigón en cada Comunidad Autónoma ha sido fabricado con el agua y los áridos propios de la zona, se ha procedido a aplicar un “coeficiente de ponderación”, como en el Ejercicio anterior, EILA14, para ajustar todos los valores medios aportados por los laboratorios y poder contrastarlos entre sí a nivel nacional.

A partir de las medias obtenidas de las centrales de fabricación, se ha obtenido la media a nivel nacional. Para calcular el “coeficiente de ponderación” se ha procedido a dividir la media de cada central de fabricación con la media nacional, y este valor se ha aplicado a los resultados de los laboratorios participantes en dicha central. De este modo, se ha obtenido la media ajustada por laboratorio y la media ajustada por central de fabricación.

En el resto de los niveles, autonómicos y de centrales, se utilizan los valores reales aportados por los laboratorios participantes, sin ajuste ninguno.

Ensayo determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, según norma UNE-EN 12390-8:2001.

El ensayo de “Profundidad de penetración de agua bajo presión” ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 12390-8:2001**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE-EN 12390-8:2009**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las **Declaraciones responsables registradas** de todos los laboratorios de ensayo participantes. Y es por ello que, con el mismo criterio que en los apartados anteriores con la consistencia y la resistencia a compresión a 28 días, es la norma de ensayo que se recoge en el Protocolo del *Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15*.

Asimismo y en particular, el *Protocolo de los ensayos de hormigón*, no ha recogido las indicaciones del Anejo 22 ni el tratamiento previo del apartado 86.3.3 de la EHE-08, únicamente lo que indica la norma de ensayo UNE-EN 12390-8:2001.

De conformidad con los citados Protocolos en el párrafo anterior, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones que, corresponden a cada una de las probetas ensayadas y, la documentación gráfica de la ejecución de este ensayo, en su caso. De estas dos determinaciones, expresadas en milímetro (mm), se ha obtenido una media, que se ha redondeado al mm más próximo, según se establece en el Apartado 6 de la norma **UNE-EN 12390-8:2001**.

De los 97 laboratorios que señalaron su participación, 84 han presentado resultados, y de los 8 laboratorios de centrales, han sido 5, lo que hace un total 89. Todos mantienen las probetas expuestas al agua mínimo durante 72 horas, ninguno indica filtraciones durante el ensayo y solo 11 aportan las fotos requeridas del ensayo. Tras su estudio, se ha detectado una dispersión importante, y se ha llegado a la conclusión de que las variables tratadas en este ensayo son cualitativas, y no tienen capacidad de obtener un valor asignado y por tanto, no contrastables para este Ejercicio.

Por todo lo expuesto, la Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación (SACE) propone repetir este ensayo el próximo EILA16, con un Protocolo más detallado, considerando todo el marco normativo de aplicación.

1.4 LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 15 de hormigones, han participado un total 17 Comunidades Autónomas CC.AA, 21 centrales de fabricación de hormigón y 144 laboratorios de ensayo participantes. (*)

Tabla 1. Laboratorios de ensayo participantes y centrales de fabricación de hormigón Por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	Nº Central de fabricación de hormigón	Nº de laboratorios participantes
Andalucía	Central 1-2	6 laboratorios
	Central 1-1	7 laboratorios
Aragón	Central 1	6 laboratorios
Asturias	Central 1	5 laboratorios
Cantabria	Central 1	5 laboratorios
Castilla- La Mancha	Central 1	10 laboratorios
Castilla- León	Central 1	10 laboratorios
Cataluña	Central 1	11 laboratorios
Comunidad de Madrid	Central 1	15 laboratorios
Comunidad valenciana	Central 1	13 laboratorios
Extremadura	Central 1	2 laboratorios
Galicia	Central 1	2 laboratorios
Islas Baleares	Central 1-3	4 laboratorios
	Central 1-1	2 laboratorios
	Central 1-2	2 laboratorios
Islas Canarias	Central 1-2	9 laboratorios
	Central 1-1	9 laboratorios
La Rioja	Central 1	2 laboratorios
Murcia	Central 1	8 laboratorios
Navarra	Central 1	8 laboratorios
País Vasco	Central 1	8 laboratorios

*Han participado en la realización de los ensayos varios laboratorios de centrales de hormigón que no están incluidos dentro de los 144 laboratorios de ensayo. Los resultados obtenidos por los laboratorios de estas centrales se han estudiado junto con el resto de los laboratorios de ensayo en el apartado 2.2.1.3. A nivel de central.

Se indica en la tabla 2 el número de laboratorios de centrales que participaron y la Comunidad Autónoma a la que corresponden.

Tabla 2. Laboratorios participantes que pertenecen a centrales de hormigón.

Comunidad Autónoma	Nº de laboratorios DE CENTRALES participantes
Cataluña	5 laboratorios
Cantabria	2 laboratorios
Murcia	1 laboratorios

1.5 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el estudio estadístico de los datos se ha aplicado los principios generales contenidos en el protocolo de actuación “Plan de ensayos interlaboratorio a nivel estatal (EILA-15) ensayos de hormigón” así como la norma UNE-EN ISO 17043:2010 “Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud”.

Los datos obtenidos se han agrupado según los siguientes tres niveles:

- A. Todos los datos a nivel nacional.
- B. Datos correspondientes a cada una de las Comunidades Autónomas (CCAA).
- C. Datos correspondientes a una misma central de fabricación de hormigón.

En cada nivel se ha analizado previamente los posibles valores aberrantes, valores aberrantes explicados en el apartado 1.3 para cada tipo de ensayo, y se han eliminado del cálculo estadístico, tomando únicamente como valor de referencia, el valor medio de los valores no aberrantes.

Se describe a continuación los cálculos estadísticos utilizadas en este estudio:

- **Desviación típica o estándar (σ)**

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Siendo:

\bar{x} la media de los valores

- **Coefficiente de variación (CV)**

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

- **Diferencia ($x-X$)**, siendo x el resultado del participante y X el valor de referencia.

- **Diferencia de porcentaje**

$$\frac{x - X}{X} \times 100$$

Siendo:

x el resultado del laboratorio participante

X el valor asignado por consenso.

- **Valores de z**

$$z = \frac{x - X}{\sigma}$$

Conforme a UNE-EN ISO /IEC 17043:2010 Anexo B (B3 y B4)

$|z| \leq 2$ *Resultado satisfactorio (S)*

$2 < |z| < 3$ *Resultado dudoso (D)*

$|z| \geq 3$ *Resultado insatisfactorio (I)*

- **Número E_n**

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

El Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción (IETcc), a principios de 2016, va a organizar una jornada en la que se va a ofrecer una clase magistral sobre el cálculo de la incertidumbre, aplicado a dos ensayos del EILA15, de manera presencial y *on line*, a todos los laboratorios de ensayos declarados que estén interesados. Con el fin de poder realizar el cálculo estadístico del Número E_n en el siguiente informe sobre el ejercicio de comparación interlaboratorio a nivel nacional (EILA16).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A nivel de centrales de fabricación de hormigón

2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

2.2. A NIVEL DE CENTRAL DE FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

El informe se divide en dos partes, una primera, donde se hace un contraste entre los laboratorios participantes de una misma central en el ensayo de resistencia a 28 días del hormigón, y una segunda, en el ensayo de asentamiento a través del método de cono de Abrams, en la que se evalúa el desempeño, a través de la desviación obtenida para cada central, sin aplicar en ningún caso coeficientes de ponderación puesto que es el mismo hormigón.

2.2.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS

2.2.1.1. Evaluación del rendimiento entre laboratorios de una misma central

En el análisis estadístico a nivel de central, en Andalucía se han obtenido los valores medios (sin aberrantes) de la resistencia a 28 días, para cada una de las centrales colaboradoras en la citada comunidad, y se han obtenido los siguientes valores:

Tabla 73. Media, desviación típica y Coeficiente de variación, a nivel autonómico.

Central de hormigón	Media (N/mm ²)	Desviación típica	Coef. Variación (%)
20 (1-1)	31,50	1,18	3,75
21 (1-2)	33,50	2,02	6,03

Se estudia a continuación la evaluación del rendimiento de los laboratorios participantes por centrales de fabricación, donde se muestran en las siguientes tablas la media por laboratorio, la diferencia D, el porcentaje D% y el cálculo del z-score.

Central de fabricación 20 (1-1) de la Comunidad de Andalucía

Tabla 74. Evaluación del rendimiento de los laboratorios participantes de la Central 20 (1-1) (Andalucía)

Código Laboratorio	Resistencia a 28 días media (N/mm ²)	Diferencia D=(x-X)	Porcentaje D%	Z-score	Conservación	Previo rotura
24	30,5	-1,00	-3,17	-0,85	cámara húmeda	refrentado
27	30,5	-1,00	-3,17	-0,85	cámara húmeda	refrentado
51	31,5	0,00	0,00	0,00	cámara húmeda	refrentado
60	31	-0,50	-1,59	-0,42	cámara húmeda	refrentado
90	33	1,50	4,76	1,27	cámara húmeda	refrentado
125	31,5	0,00	0,00	0,00	cámara húmeda	refrentado
137	33,5	2,00	6,35	1,69	curado (en balsa)	pulido

Central de fabricación 21 (1-2) de la Comunidad de Andalucía

Tabla 75. Evaluación del rendimiento de los laboratorios participantes de la Central 21 (1-2) (Andalucía)

Código Laboratorio	Resistencia a 28 días media (N/mm ²)	Diferencia D=(x-X)	Porcentaje D%	Z-score	Conservación	Previo rotura
19	31	-2,50	-7,46	-1,24	en balsa	refrentado
47	31,5	-2,00	-5,97	-0,99	cámara húmeda	pulido
50	32	-1,50	-4,48	-0,74	cámara húmeda	pulido
52	34	0,50	1,49	0,25	cámara húmeda	refrentado
116	35,5	2,00	5,97	0,99	cámara húmeda	pulido
136	35,5	2,00	5,97	0,99	cámara húmeda	pulido

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas azules de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios $|z| \leq 2$ e insatisfactorios $|z| \geq 3$.

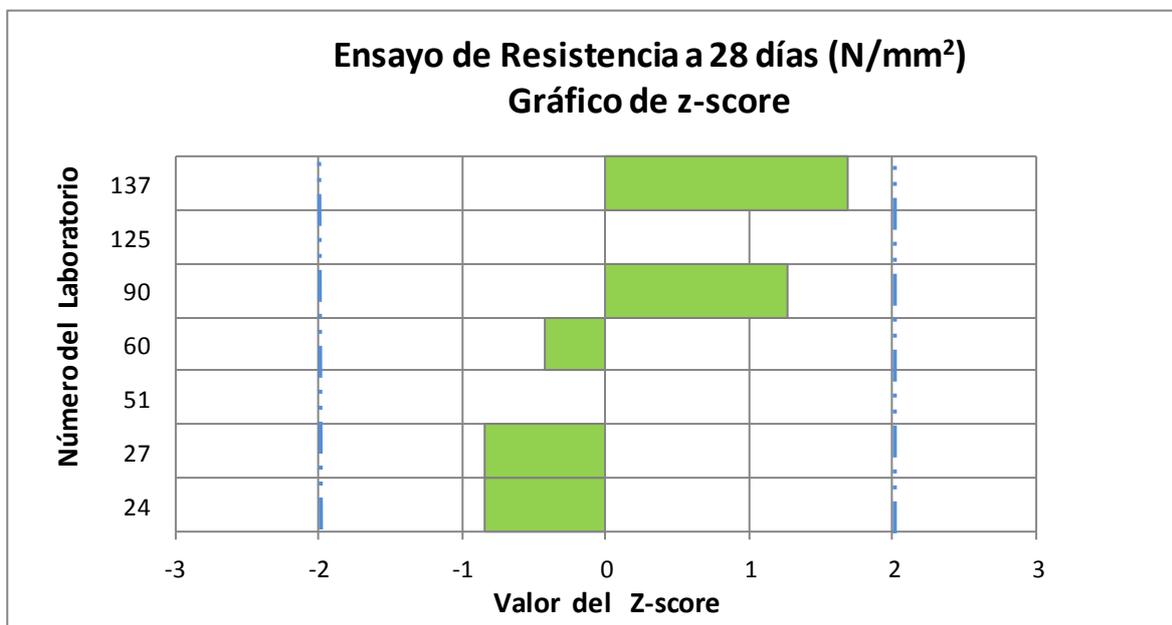


Gráfico 30. Valores de z-score Resistencia a 28 días de los laboratorios participantes de la Central (1-1) (Andalucía)

Se observa que el resultado de z-score del laboratorio con código 51 y 125 da cero porque su media coincide con la de la central de fabricación. No hay desviación.

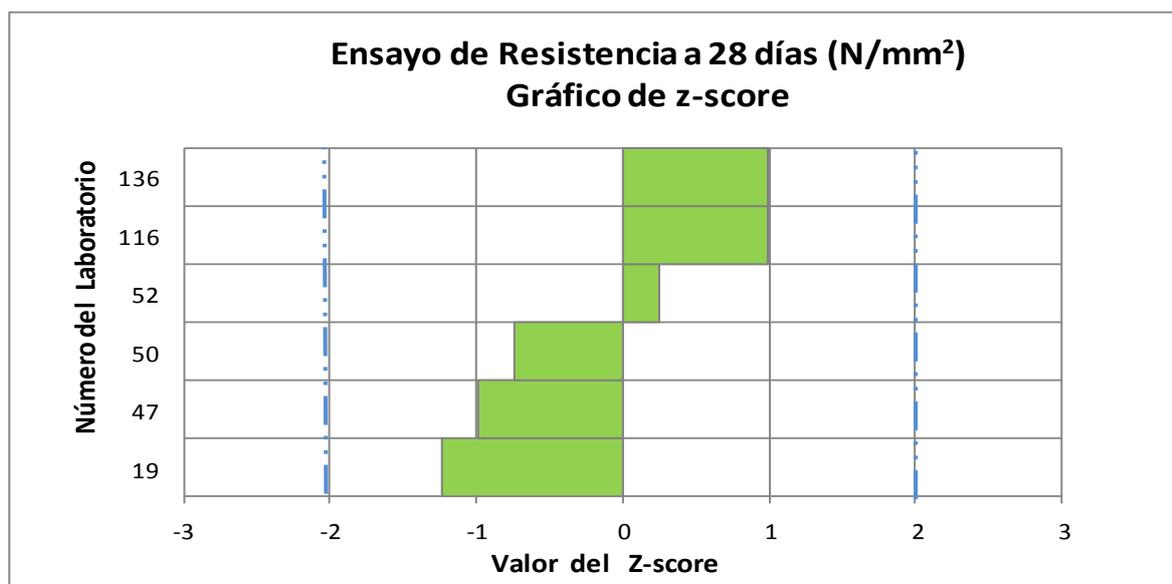


Gráfico 31. Valores de z-score Resistencia a 28 días de los laboratorios participantes de la Central 21 (1-2) (Andalucía)

2.2.2. ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. Cono de Abrams.

2.2.2.1. Evaluación del rendimiento entre laboratorios de una misma central

En el análisis estadístico a nivel de central, en Andalucía se han obtenido los valores medios (sin aberrantes) del Cono de Abrams para cada una de las centrales colaboradoras en la citada comunidad, y se han obtenido los siguientes valores:

Tabla 95. Media, desviación típica y Coeficiente de variación, a nivel autonómico.

Central de fabricación	Cono de Abrams media (cm)	Desviación típica	Coef. Variación (%)
Central 20 (1-1)	7,00	1,15	16,50
Central 21 (1-2)	8,83	0,98	11,13

Para realizar el análisis estadístico se ha utilizado el valor medio de asentamiento, de las dos determinaciones individuales aportadas por los laboratorios (dos conos), medido según indica en el apartado 7 de la norma UNE-EN 12350-2:2006, redondeado a los 10 mm. Sin embargo, en la ficha de resultados entregada se solicita en centímetros como indica el apartado 31.5 de la Instrucción EHE-08, aplicando los límites de consistencia definidos en la tabla 86.5.2.1 de la misma.

Se estudia a continuación la evaluación del rendimiento de los laboratorios participantes por centrales de fabricación, donde se muestran en las siguientes tablas la media por laboratorio, la diferencia D, el porcentaje D% y el cálculo del z-score.

Central de fabricación 20 (1-1) (Andalucía).

Tabla 96. Evaluación del rendimiento del ensayo del Cono Abrams por Central 20 (1-1) (Andalucía)

Código Laboratorio	Cono (cm)	D= (x-X)	Porcentaje D%	Z-score
24	5	-2,00	-28,57%	-1,73
27	7	0,00	0,00%	0,00
51	7	0,00	0,00%	0,00
60	9	2,00	28,57%	1,73
90	7	0,00	0,00%	0,00
125	7	0,00	0,00%	0,00
137	7	0,00	0,00%	0,00

Central de fabricación 21 (1-2) (Andalucía)

Tabla 97. Evaluación del rendimiento del ensayo del Cono Abrams por Central 21 (1-2) (Andalucía)

Código Laboratorio	Cono (cm)	D=(x-X)	Porcentaje D%	Z-score
19	10	1,17	13,21	1,19
47	9	0,17	1,89	0,17
50	9	0,17	1,89	0,17
52	9	0,17	1,89	0,17
116	7	-1,83	-20,75	-1,86
136	9	0,17	1,89	0,17

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas azules de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios $|z| \leq 2$ e insatisfactorios $|z| \geq 3$.

Central de fabricación 20 (1-1) de la Comunidad de Andalucía

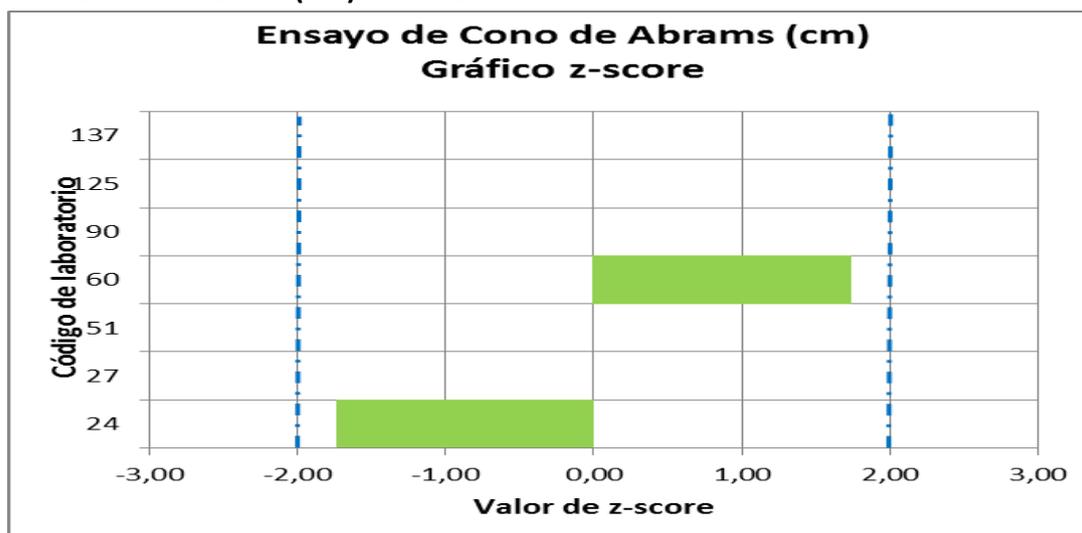


Gráfico 132. Valores de z-score del ensayo de Cono de Abrams de la Central 20 (1-1) (Andalucía)

Central de fabricación de Central 21 (1-2) de la Comunidad de Andalucía

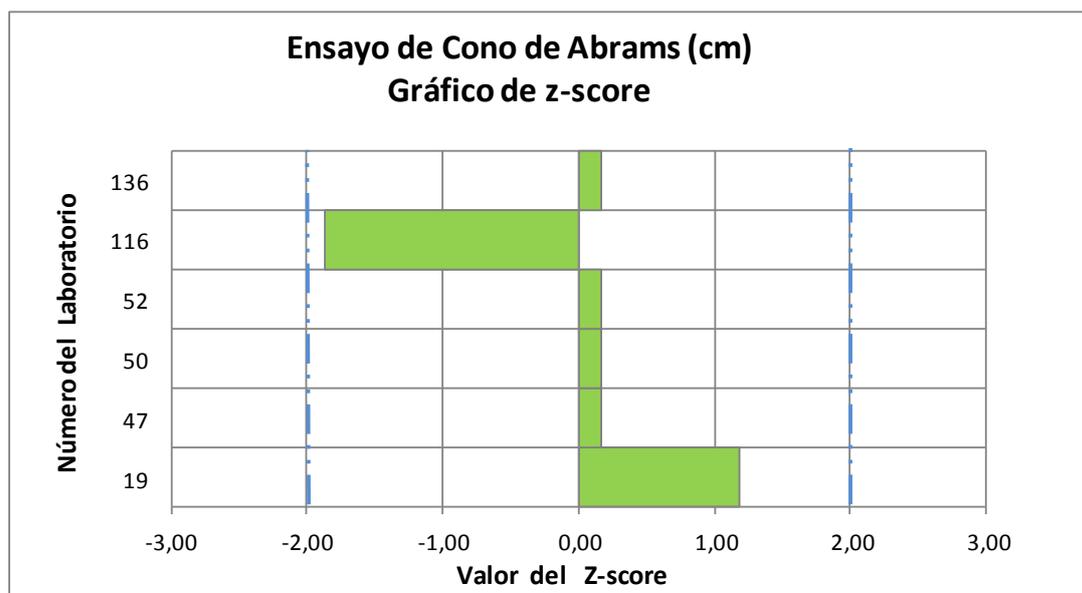


Gráfico 133. Valores de z-score del ensayo de Cono de Abrams de la Central 21 (1-2) (Andalucía)

2.2.3. EVALUACIÓN GLOBAL A NIVEL CENTRAL DE FABRICACIÓN: Resistencia a 28 días y Asentamiento de Cono Abrams.

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de resultados tanto para el ensayo de Resistencia a compresión a 28 días como para el ensayo del Cono de Abrams de todos los laboratorios a nivel de central de fabricación.

Como se ha indicado anteriormente en el apartado 1.5 Descripción del Análisis estadístico del presente informe, el cálculo de z-score se realiza:

$$z = \frac{x - X}{\sigma}$$

Siendo, x el resultado del laboratorio participante, X el valor asignado por consenso y σ la desviación típica.

Los resultados obtenidos del cálculo de z-score se clasifican, según la UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 en su Anexo B (B3 y B4):

$|z| \leq 2$ Resultado satisfactorio (S)

$2 < |z| < 3$ Resultado dudoso (D)

$|z| \geq 3$ Resultado insatisfactorio (I)

La tabla recoge **para cada laboratorio y por ensayo** el resultado del z-score indicado según la sigla correspondiente **y a nivel de central de fabricación**.

Laboratorios de Central 20 (1-1) (Andalucía)

Tabla 154 Evaluación global a nivel de Central

Código Central	Código Laboratorio	Resistencia a compresión	Cono de Abrams
Central 20 (1-1)	24	S	S
	27	S	S
	51	S	S
	60	S	S
	90	S	S
	125	S	S
	137	S	S

Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); – sin resultado

Laboratorios de Central 21 (1-2) (Andalucía)

Tabla 155 Evaluación global a nivel de Central

Código Central	Código Laboratorio	Resistencia a compresión	Cono de Abrams
Central 21 (1-2)	19	S	S
	47	S	S
	50	S	S
	52	S	S
	116	S	S
	136	S	S

Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); – sin resultado

3. CONCLUSIONES

1. En particular, para cada Comunidad Autónoma:

Laboratorios de Central 20 (1-1) (Andalucía).

En Resistencia a 28 días, todos los laboratorios han obtenido valores de z-score satisfactorios, en total da un 100% con valores satisfactorios. Según el diagrama de cajas y bigotes no consta tampoco de valores atípicos.

En el Asentamiento de hormigón, todos los laboratorios han obtenido valores de z-score satisfactorios, en total se da un 100% de valores satisfactorios. Según el diagrama de cajas y bigotes, la central de Central 20 (1-1) tiene una caja que tiene poca dispersión en sus resultados entre los cuartiles 25%-75%. Con respecto a los bigotes, consta de dos valores atípicos, tanto por debajo de su Límite inferior como por encima del Límite superior, y que corresponden respectivamente a sus laboratorios con código 24 y 60.

Laboratorios de Central 21 (1-2) (Andalucía).

En Resistencia a 28 días, todos los laboratorios han obtenido valores de z-score satisfactorios, en total da un 100% con valores satisfactorios.

En el Asentamiento de hormigón, todos los laboratorios han obtenido valores de z-score satisfactorios, en total se da un 100% de valores satisfactorios. Según el diagrama de cajas y bigotes, la central de Central 21 (1-2) tiene una caja que se representa como un punto por la ausencia de dispersión en sus resultados entre los cuartiles 25%-75%. Con respecto a los bigotes, consta de dos valores atípicos, tanto por debajo de su Límite inferior como por encima del Límite superior, y que corresponden respectivamente a sus laboratorios con código 116 y 19.

4. AGRADECIMIENTOS

Este ejercicio interlaboratorios en el área de hormigones, 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
Región de Murcia
Consejería de Fomento e Infraestructuras
Dirección General de Ordenación del Territorio, Arquitectura y Vivienda
- Victoria de los Ángeles Viedma Peláez
Junta de Comunidades de Castilla La Mancha



COORDINADORES AUTONÓMICOS

- Miguel Ángel Santos Amaya
Junta de Andalucía
- M^a Teresa Ramos Martín
Junta de Andalucía
- Ana López Álvaro
Gobierno de Aragón
- Ana Rico Oliván
Gobierno de Aragón
- Juan Carlos Cortina Villar
Principado de Asturias



- Ana Carolina Álvarez Cañete

Principado de Asturias



- Yolanda Garví Blázquez

Gobierno de les Illes Balears



- Inmaculada Alcolecha Fuente

Gobierno de les Illes Balears



- Javier Jubera Pérez.

Gobierno de Canarias



- Enrique Alonso Moreno

Comunidad Autónoma de Cantabria



- Joan Teixidó Vidal

Generalitat de Catalunya



- María del Mar López Brea

Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha



- José María Ruiz Rincón

Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha



- Felicitísimo Garcón Herrera

Junta de Castilla y León



- Emilio Sánchez Barquilla

Junta de Extremadura



- M^{ra} José Paniagua Mateos

Xunta de Galicia



- Ignacio Fernández Muro

Comunidad Autónoma de La Rioja



- | | | |
|---|--|---|
| • Estela Martínez Velasco | Comunidad Autónoma de La Rioja |  |
| • Salud García López | Comunidad Autónoma de Madrid |  |
| • Antonio Azcona Sanz | Comunidad Autónoma de Madrid |  |
| • Emilio Meseguer Peña | Comunidad Autónoma de la Región de Murcia |  |
| • M ^a Carmen Mazkiarán López de Goikoetxea | Gobierno de Navarra |  |
| • Juan José Palencia Guillén | Generalitat Valenciana |  |
| • Elvira Salazar Martínez | Gobierno del País Vasco |  |

ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN PROGRAMA ESPECÍFICO EILA HORMIGONES 2015

- **ANEFHOP.** Asociación Nacional de Empresas Fabricantes de Hormigón Preparado



CENTRALES DE HORMIGÓN COLABORADORAS

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| • Prebesur | (Córdoba) |
| • Horpresol | (Málaga) |
| • Betón Catalán | (Villanueva de Gallego, Zaragoza) |
| • General de hormigones de Lugones | (Oviedo) |
| • Suministros de Ibiza, S.A. | (Ibiza) |
| • Hormirapit | (Alaior , Menorca) |
| • Auxiliar ibérica | (Palma de Mallorca) |
| • Canary Concrete S.A. | (Aguimes, Gran Canaria) |
| • Canary Concrete S.A. | (Adeje, Tenerife) |
| • Hongomar herrera | (Camargo, Asturias) |
| • Intedhor | (Alcázar de San Juan, Ciudad Real) |
| • Hormigones Zarzuela | (Valladolid) |
| • Promsa | (Zona Franca de Barcelona) |
| • Votarantim prebetong sur | (Mérida, Badajoz) |
| • Hormigones crihosa horaesa S.A. | (Alesón, La Rioja) |

- Lafarge Áridos y Hormigones S.A.U. (Alcobendas, Madrid)
- Hormissa (Murcia)
- Hormigones arga S.A. (Orcoyen, Navarra)
- Hormigones euzko (Mañaria, Vizcaya)
- Prebetong hormigones, S.A. (Santiago de Compostela, A Coruña)
- Hormigones caleta S.A. (Quart de Poblet, Valencia)

ELABORACIÓN Y GESTIÓN DE LAS FICHAS DE RESULTADOS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

- Fernando Meseguer Serrano
- Victoria de los Ángeles Viedma Peláez
- IETCC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja:
José Antonio Tenorio Ríos, José María Chillón Moreno y Raquel Selfa Marugán

LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

JUNTA DE ANDALUCÍA

- Cementos Portland Valderrivas S.A. - Sevilla
- Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra, SA
- Laboratorio de Control de Calidad, GEOCOR SL –Delegación de Córdoba
- Sergeycó Andalucía, S.L.
- Labson, Geotecnia y Sondeos, S.L.
- Laboratorios Tcal, S.L.
- Control de Calidad Cádiz, S.L.L
- Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Córdoba
- Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Granada
- Juan Luis Luque Pino
- Oluz S.L.P
- Estudio y control de calidad de obras SL
- Inecca, Ingeniería y Control S.L.- Málaga

GOBIERNO DE ARAGÓN

- Igeo-2, S.L.
- Control 7, S. A. U.
- Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.
- Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón
- Pretersa- Prenavisa Estructuras de Hormigón
- PHI 2011 S.L.L

PRINCIPADO DE ASTURIAS

- Estabisol S.A
- Laboratorio Asturiano de Control Técnico
- Canteras La Belonga S.A
- Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias
- Auxiliar de Ingeniería y Control

GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS

- PIMELAB-Centro Tecnológico
- Laboratorio Balear para la Calidad, S.L.
- Munditest Menorca S.L
- Control Blau-q S.L.
- Labartec S.L.U.
- Instituto de la Gestión Técnica de Calidad S.L. (IGETEC)
- Intercontrol Levante S.A
- Labartec Ibiza S.L

GOBIERNO DE CANARIAS

- Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.
- Alliroz, S.L.
- Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, S.A. - Delegación Tenerife
- Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, S.A. - Delegación Gran Canaria
- Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Tenerife del Gobierno de Canarias
- Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias
- Entidad colaboradora de la Administración S.L.U
- Controles Externos de la Calidad Canarios, S.L
- Laboratorio Canario de Calidad S.L

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

- Icinsa
- TRIAX, S.A.
- GTK laboratorio geotécnico
- Soningeo S.L.
- Laboratorio de carreteras autonómicas del Gobierno de Cantabria

GENERALITAT DE CATALUNYA

- Applus norcontrol, S.L.U.- Delegación de Rubí
- Laboratori del vallès control de qualitat, S.L
- Centre d'estudis de la construcció i anàlisi de materials, S.L.U
- Getinsa-payma S.L.L- Delegación Barberà del Vallès
- Labocat calidad, S.L.
- Lgai Technological Center, S.A
- Getinsa-payma SLL- Delegación Vila Seca
- Inqua, SL- Delegación de Lérida.
- Instituto de auscultación estructural y medio ambiente, S.L
- Norma S.C
- Bac engineering consultancy group S.L

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA – LA MANCHA

- Laboratorio y consultoria Carring S.L.
- Ideyco S.A.U.
- Control de Obras Públicas y Edificación, S.L.
- Laboratorio de Construcción Civil de SGS Tecnos SA
- Sergeyco Castilla La Mancha S.L.
- Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura aplicada S.L.
- Fernández- Pacheco Ingenieros SL- Delegación Albacete
- Asistencia Técnica Industrial SAE - Delegación Ciudad Real
- Servicios Externos y Aprovisionamiento SL- Delegación Ciudad Real
- Servicios Externos y Aprovisionamiento SL.- Delegación Albacete

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

- Euroconsult, S.A.
- Inzamac - Delegación Zamora
- Centro de Estudios y Control de Obras, S.A
- Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L.
- Investigación y Control de Calidad SA
- Centro de Control de Calidad- Junta de Castilla-León ST Fomento de Burgos
- Centro de Control de Calidad- Junta de Castilla-León Delegación Valladolid
- Centro de Estudios de Materiales y Control Obra S.A
- Laboratorio de Calidad de Materiales S.L.L
- Cenilesa Ingeniería y Calidad S.L

JUNTA DE EXTREMADURA

- Getynsa Payma- Delegación Badajoz
- Elabores, Calidad en la Construcción

XUNTA DE GALICIA

- Euroconsult S.A
- Cye Control y Estudios S.L

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

- Asistencia Técnica Industrial SAE- Delegación La Rioja
- Laboratorios de Ensayos Técnicos S.A

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

- Geotecnia y Medio Ambiente 2000 S.L
- Euroconsult S.A
- Geotecnia y Cimientos, S.A. (GEOCISA)
- Ciesmarcos- Intevia, S. A. U.
- Instituto Técnico de control S.A.
- Control de estructuras y suelos S.A
- Geotecnia y calidad en la construcción S.L.L
- Laboratorio Geocontrol S.L
- Laboratorio de Ingenieros del ejército "GENERAL MARVÁ" (LABINGE)
- Asociación Madrileña de Empresas Fabricantes de Hormigón y Mortero
- Laboratorio de Control de Calidad e Ingeniería, S.L
- Control de Estructuras y Geotecnia S.L
- Eptisa Servicios de Ingeniería S.L
- Adamas Control y Geotecnia S.L.L
- Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

- Laboratorios del Sureste, S.L.
- Laboratorios Ceico, S.L.
- Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios horysu- Delegación de Cartagena
- Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios horysu-Delegación de Espinardo
- Centro de Ensayos y Medio Ambiente, S. L.
- ITC laboratorio de ensayos, S.L.L.
- Massalia Ingenieros, S.L.
- Laboratorio de Mecánica del Suelo

GOBIERNO DE NAVARRA

- Laboratorio Entecsa
- Igeo2 S.L
- Laboratorio de Ensayos Navarra S.L
- Geea Geologos S.L- Delegación Pamplona
- Geea Geologos S.L- Delegación Estella
- Laboratorio de Edificación de la ETS Arquitectura e Ingeniería de Edificación
- Laboratorio Oficial de Control de Calidad- Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra
- CECTECO (Centro de Control y Técnicas especiales SL)

GENERALITAT VALENCIANA

- Intercontrol Levante- Delegación de Carlet
- Comaypa, S.A.
- Gandiacontrol, S.L.
- Consulteco, S.L.
- Getynsa-Paym,a, S.A.U.- Delegación de Quart de Poblet (Valencia)
- AIDICO, Instituto Tecnológico de la Construcción, S. L.
- Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A
- Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (VALENCIA)
- Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante
- C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)
- C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)
- Asver Verificaciones S.L.U
- Lesin Levante S.L.U

GOBIERNO DEL PAÍS VASCO

- Eptisa Cinsa
- Saiotegi, S.A.
- Gikesa
- Serinko – Euskadi, S.L.
- Euskontrol, S.A.
- Fundacion Tecnalía Research and Innovation
- Euroconsult Norte, S.A.
- Saitec Ingenieros, S.A