



XIII Jornada Técnica de Asefma  
13-14 de junio de 2023

## SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios  
sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).  
Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.

*Javier Loma Lozano.  
Director Aleas.  
Coordinador del grupo de ensayos prestacionales.  
@javloma*



# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



2

## GRUPO DE TRABAJO DE ENSAYOS PRESTACIONALES

- Motivos para la formación de este grupo.
- Participantes.
- Objetivos del grupo de trabajo.
- Estado de los trabajos y resultados.
- Próximas líneas de trabajo.

### PROGRAMA TÉCNICO

## XIII JORNADA TÉCNICA DE ASEFMA

#XIIIJornadaTécnicaAsefma

Coordinador de la Jornada: Pablo Álvarez, @pabloaltron

### Sesión 6. Aleas

Coordina: Javier Loma, Director de Aleas, @javloma

- |       |  |
|-------|--|
| 11:45 | Resumen de la actividad del grupo Aleas<br>Javier Loma, Director de Aleas, @javloma  |
| 12:00 | Presentación de la Guía de toma de muestras<br>Pablo Álvarez, Coordinador del grupo de trabajo "Toma de muestras", @pabloaltron  |
| 12:15 | Presentación del procedimiento experimental de espumación<br>Marisol Barral, Coordinadora del grupo de trabajo "Mezclas a baja temperatura"  |
| 12:30 | Presentación del procedimiento experimental de acondicionamiento de mezclas bituminosas.<br>José Luis Peña, Coordinador del grupo de trabajo "Reutilización de mezclas", @joluperd |
| 12:45 | Resumen de la actividad del grupo "Diseño de mezclas"<br>Rebeca Sastre, Coordinadora del grupo de trabajo "Diseño de mezclas"  |
| 13:00 | Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT-383 (ensayo Fénix)<br>Javier Loma, Coordinador del grupo de trabajo "Ensayos prestacionales", @javloma                |

#XIIIJornadaTecnicaAsefma

# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



3

## ¿Cuáles fueron los motivos para la formación del grupo de trabajo?

- . La normativa europea con las normas EN 13108 han introducido nuevos tipos de mezclas en nuestras formulaciones.
- . El Pliego de Condiciones PG-3 ha incorporado nuevos artículos de MB, siendo en la actualidad: 542, 543, 544 y 545.
- . Podemos fabricar mezclas con diferente tecnología, como son a menor temperatura y con materiales reutilizados.
- . Nos familiarizamos con nuevos productos, como son los aditivos, que nos permiten alcanzar o conseguir nuevas propiedades.

**Con los ensayos convencionales que realizamos hasta ahora no podemos llegar a conocer muchas de las posibilidades que podemos alcanzar con nuestras mezclas y es por ello que debemos estudiar otras alternativas.**

# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



4

## Participantes del GT de ENSAYOS PRESTACIONALES

**COORDINADOR** del grupo: Javier Loma.

**PARTICIPANTES (20):** Alberto Bardesi, Jesus Felipe, Nuria Uget, Elena Hidalgo, Rafael Martinez Moriano, Ángel Sampedro, Rodrigo Miró, María Sánchez, Rafael Jiménez, Esther Tomas, Francisco J. Hueso Montero, Carlos Royo, Jose Manuel Berenguer, Isaias Garcia Hernández, Pedro Hernández Carrillo, Jose Luis Peña, Maria Elena Bautista Dávila, Jose Serrano Córdoba, Ana Isabel Tadeo, Carlos Alonso Troyano, Carlos Esnaola, Miguel Ángel Cullell, Juan Gallego.

**ENTIDADES PARTICIPANTES:** ATC, Pavasal, Probisa, Eiffage, UAX, UPC, CEDEX, PADECASA, CIESM Intevia, Mecacisa, Los Serrano, Laboratorio de Carreteras de la Comunidad de Murcia, Laboratorio Demarcación Ministerio Murcia, Asefma, Repsol, Cemosá, MITMA Laboratorio de Valladolid, UPV, Orsa, Laboratorio de la Comunidad de Madrid, UPM.

# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



5

## Objetivos del Grupo de Trabajo.

En el proceso de formación del GT se definieron estos cuatro objetivos:

- I. Conocimiento sobre el funcionamiento de los ensayos prestacionales y su posible incorporación a los sistemas actuales para el diseño y control de las mezclas bituminosas.***
- II. Experiencias y normativa internacionales de estos ensayos.***
- III. Recopilación de los recursos disponibles en Asefma-Aleas para la realización de estos ensayos.***
- IV. Anillos interlaboratorio.***

Se formaron 4 subgrupos para el desarrollo de cada una de las líneas de estudio, realizando reuniones periódicas para completar los objetivos marcados

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



6

### Funcionamiento de los ensayos PRESTACIONALES (1)

Las mezclas bituminosas deben emplearse para dar respuesta a las necesidades funcionales de la estructura. Sus prestaciones funcionales (en base a las necesidades y a la respuesta del material) se relacionan tanto con el uso, su durabilidad y la seguridad, debiendo asegurar su cumplimiento mediante la realización de los correspondientes ensayos normalizados.

Se pueden determinar estas propiedades realizando ensayos que caractericen una determinada propiedad de forma directa sometiendo al material a unas condiciones de carga y en unas condiciones de entorno que reflejen fielmente las que soporta en el firme. Este tipo de ensayos los denominamos **prestacionales o fundamentales**. Estos ensayos se relacionan de manera directa con el comportamiento de los firmes, siendo generalmente ensayos más largos y costosos.

Los ensayos **empíricos** se relacionan con el comportamiento, pero sin que exista una relación estricta y directa entre los parámetros medidos y las prestaciones funcionales. Sirven para medir una propiedad de forma más sencilla y son métodos más rápidos y menos costosos.

Otros ensayos son los de **simulación** (se miden propiedades en condiciones no reales) o de **composición** (son comparados con las propiedades)

# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



7

## Funcionamiento de los ensayos PRESTACIONALES (2)

En muchos de los casos, para conocer una misma propiedad se pueden utilizar distintos ensayos.

Se han identificado las diferentes propiedades de las mezclas bituminosas, siguiendo el esquema del Manual de diseño de Asefma, y dentro de cada uno de ellos los diferentes procedimientos. Estas propiedades son:

*Rigidez, adaptabilidad al soporte, resistencia a la fatiga, resistencia a las deformaciones plásticas, resistencia a la acción del agua, resistencia a los esfuerzos tangenciales, resistencia a la desintegración, resistencia a la fisuración a bajas temperaturas, resistencia a la fisuración por envejecimiento, resistencia a la fisuración mecánica (descendente), resistencia a la fisuración por reflexión, resistencia al escurrimiento, permeabilidad, trabajabilidad, macrorugosidad, microrugosidad, propiedades acústicas, propiedades ópticas, resistencia al deslizamiento, resistencia al envejecimiento, resistencia a los combustibles y resistencia al hielo.*

Nos encontramos por ello con nuevos métodos de ensayo que nos permiten conocer propiedades que hasta este momento no hemos medido

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



8

### Funcionamiento de los ensayos PRESTACIONALES (3)

Correlación de ensayos prestacionales con las propiedades de las mezclas (Manual de diseño de MB)

#### Modulo de rigidez

UNE EN 12697-26. Rigidez (A,B,C,D,E)  
NLT 383. Ensayo Fenix.  
NLT 360 Determinación módulo resiliente compresión diametral.  
NLT 349 Módulo dinámico a compresión simple probetas cilíndricas

#### Resistencia a la fatiga

UNE EN 12697-24. Resistencia a la fatiga (A,B,C,D,E,F)  
NLT 350 Ensayo de fatiga en flexotracción dinámica .  
Ensayo Ebade  
Ensayo UGR-FACT

#### Resistencia a las deformaciones plásticas

UNE EN 12697-22. Ensayo de rodadura (grande, extragrande y pequeño)  
UNE EN 12697-25. Ensayo de compresión ciclico  
UNE EN 12697-34 Ensayo Marshall  
UNE EN 12697-8 Determinación del contenido de huecos  
UNE EN 12697-20 Ensayo de indentación (para másticos y asfalto fundido)  
NLT 159 Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall  
NLT 160 Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas de arido fino empleando el aparato Hubbard Field  
NLT 168 Densidad y huecos en mezclas bituminosas compactadas.  
NLT 173. Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas mediante la pista de ensayo de laboratorio.  
NLT 381 Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas empleando la máquina giratoria.  
NLT 379 Ensayo de indentación (para másticos y asfalto fundido)



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



9

### Funcionamiento de los ensayos PRESTACIONALES (4)

Correlación de ensayos prestacionales con las propiedades de las mezclas (Manual de diseño de MB)

<b>Resistencia a la acción del agua.</b>	UNE EN 12697-12	Sensibilidad al agua (A,B,C)
	UNE EN 12697-11	Afinidad arido-ligante
	UNE EN 12697-22	Ensayo de rodadura
	NLT 162	Efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas bituminosas compactadas (ensayo de inmersión-compresión).
	NLT 166	Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos en presencia del agua.
	NLT 362.	Ensayo Cántabro
<b>Resistencia a los esfuerzos tangenciales.</b>	AASTHO T 283	Test de Lottman
	UNE EN 12697-17	Pérdida partículas
	UNE EN 12697-50	Resistencia a la disgregación
	UNE EN 12697-23	Determinación de la resistencia a la tracción indirecta
	NLT 346	Resistencia a compresión diametral (ensayo brasileño) de mezclas bituminosas.
<b>Resistencia a la desintegración</b>	UNE EN 12697-17	Pérdida partículas
	UNE EN 12697-50	Resistencia a la disgregación
	UNE EN 12697-23	Determinación de la resistencia a la tracción indirecta

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



10

### Funcionamiento de los ensayos PRESTACIONALES (5)

Correlación de ensayos prestacionales con las propiedades de las mezclas (Manual de diseño de MB)

**Resistencia a la fisuración a bajas temperaturas.** UNE EN 12697-46 Fisuración y propiedades a baja temperatura

NLT 383. Ensayo Fenix.

UNE EN 12697-44 Propagación de fisura por el ensayo de flexión con una probeta semicircular

Ensayo EBADE

Ensayo UGR-FACT

**Resistencia a la fisuración por envejecimiento.** UNE EN 12697-46 Fisuración y propiedades a baja temperatura

NLT 383. Ensayo Fenix.

UNE EN 12697-44 Propagación de fisura por el ensayo de flexión con una probeta semicircular

Ensayo EBADE

Ensayo UGR-FACT

**Resistencia a la fisuración mecánica (descendente).** UNE EN 12697-46 Fisuración y propiedades a baja temperatura

NLT 383. Ensayo Fenix.

UNE EN 12697-44 Propagación de fisura por el ensayo de flexión con una probeta semicircular

Ensayo EBADE

Ensayo UGR-FACT

**Resistencia a la fisuración por reflexión.** UNE EN 12697-44 Propagación de fisura por el ensayo de flexión con una probeta semicircular

NLT 383. Ensayo Fenix.

Ensayo EBADE

Ensayo UGR-FACT

# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.

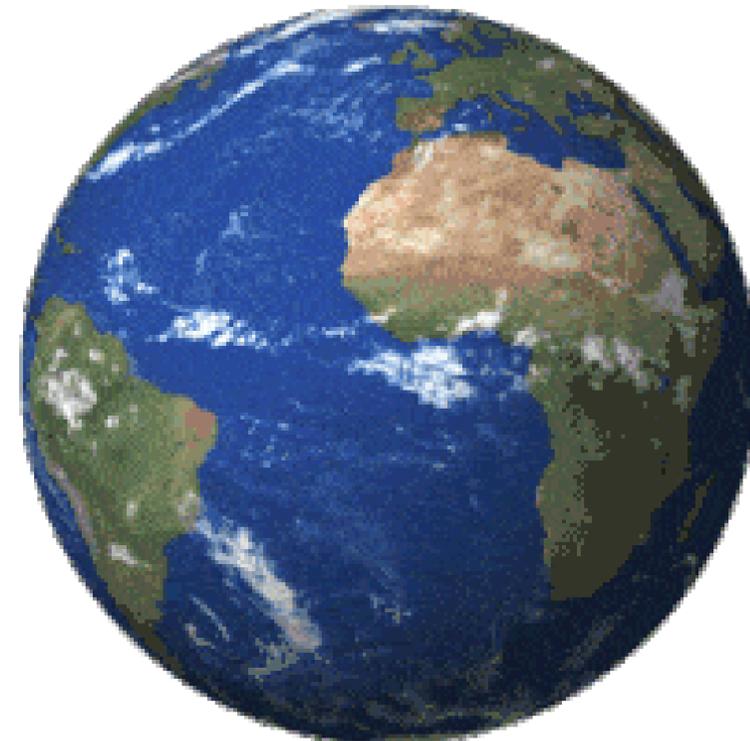


11

## Experiencia internacional

Observatorio internacional. Experiencia de la realización de estos ensayos y prescripciones incluidas en la normativa con ensayos prestacionales en otros países:

- . Francia.
- . Reino Unido.
- . Irlanda
- . USA
- . Australia
- . Alemania.



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



### Experiencia internacional

**REINO UNIDO.** En la PD6691 (especificaciones 13108) y en las series 900 de las MCHW (especificaciones mezclas bituminosas) aparecen los siguientes ensayos por tipología de mezcla.



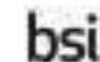
Table 2 Type-testing sample preparation and testing requirements for UK asphalt concrete mixtures conforming to BS EN 13108-1

Material type	Property	Mixing	Sample preparation	Test method
Design AC dense, HMB, HDM base and binder course	Void content $V_{min}$ in trial strip	BS 594987:2015, Annex C	BS 594987:2015, Annex C	BS 594987:2015, Annex C
	Void content $V_{max}$ in trial strip	BS 594987:2015, Annex C	BS 594987:2015, Annex C	BS 594987:2015, Annex C
	Resistance to permanent deformation	BS 594987:2015, Annex D	BS 594987:2015, Annex D	BS 594987:2015, Annex D
EME2	Voids at $N$ gyrations	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-31:2007, Gyratory compactor	BS EN 12697-31:2007, Gyratory compactor
	Water sensitivity	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-12:2008, Method B	BS EN 12697-12:2008, Method B
	Resistance to permanent deformation	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-33:2003, Large slab 3% to 6% voids	BS EN 12697-22:2003, Large device
	Void content $V_{max}$ in trial strip	BS 594987:2015, Annex E	BS 594987:2015, Annex E	BS 594987:2015, Annex E
	Stiffness	BS 594987:2015, Annex E	BS 594987:2015, Annex E	BS 594987:2015, Annex E
BBA	Resistance to fatigue	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-33:2003, Large slab 3% to 5% voids	BS EN 12697-24:2012, A/2PB-TZ 10 °C 25 Hz Trapezoidal method
	Voids at $N$ gyrations	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-31:2007, Gyratory compactor	BS EN 12697-5:2009, BS EN 12697-6:2012, Procedure B and BS EN 12697-8:2003
	Water sensitivity	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-12:2008, Method B	BS EN 12697-12:2008, Method B
	Resistance to permanent deformation	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-33:2003, Large slab 4% to 7% voids	BS EN 12697-22:2003, Large device
	Stiffness	BS EN 12697-35:2004	BS EN 12697-31:2007	BS EN 12697-26:2012, Annex C
Resistance to fatigue	BS EN 12697-35:2004, Laboratory mixing	BS EN 12697-33:2003, Large slab 4% to 7% voids	BS EN 12697-24:2012, A/2PB-TZ 10 °C 25 Hz Trapezoidal method	



### PUBLISHED DOCUMENT

Guidance on the use of BS EN 13108, Bituminous mixtures – Material specifications



making excellence a habit

### MANUAL OF CONTRACT DOCUMENTS FOR HIGHWAY WORKS VOLUME 1 SPECIFICATION FOR HIGHWAY WORKS

#### SERIES 900 ROAD PAVEMENTS – BITUMINOUS BOUND MATERIALS

Contents		Clause	Title	Page
900	(05/18) General	922	(05/18) Surface Dressing: Design, Application and End Product Performance	23
901	(05/18) Bituminous Mixtures	3		
902	(05/18) Reclaimed Asphalt	5	(05/18) Cold Applied Ultra-Thin Surfacing	26
903	(05/18) Placing and Compaction of Bituminous Mixtures	6	(05/18) High Friction Surfaces	29
904	(05/18) Hot Rolled Asphalt Base	9	(05/18) Testing of Bituminous Mixtures	30
905	(05/18) Hot Rolled Asphalt Binder Course (Recipe Mixtures)	9	(05/18) In Situ Recycling: The Repave Process	30
906	(05/18) Dense Base and Binder Course Asphalt Concrete with Paving Grade Bitumen (Recipe Mixtures)	10	927 & 928 (05/18) Not Used	31
907	(05/18) Regulating Course	10	(05/18) Dense Base and Binder Course Asphalt Concrete (Design Mixtures)	31
# 908	(07/21) Warm Mix Asphalt	10	(05/18) EME2 Base and Binder Course Asphalt Concrete	32
909	(05/18) 6 mm Dense Asphalt Concrete Surface Course	12	931 to 935 (07/19) Not Used	36
910	(05/18) Hot Rolled Asphalt Surface Course (Recipe Mixtures)	12	936 (07/19) Geosynthetics and Steel Meshes: Installation and End Product Performance	36
#911	(05/18) Hot Rolled Asphalt Surface Course (Design Mixtures)	937	(05/18) Stone Mastic Asphalt (SMA) Binder Course and Regulating Course	38
		938	(05/18) Porous Asphalt	40

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



### Experiencia internacional

#### USA.

##### - Módulo dinámico:

- Unconfined Dynamic Modulus Test. ASTM D 3497
- Confined Dynamic Modulus Test
- Shear dynamic modulus test. ASHTO TP 7: *Determining the Permanent Deformation and Fatigue Cracking Characteristics of Hot Mix Asphalt (HMA) Using the Simple Shear Test (SST) Device, Procedure E – Frequency Sweep Test at Constant Height*

##### - Resistencia a fatiga:

- Flexural test. AASHTO TP 8: *Determining the Fatigue Life of Compacted Hot-Mix Asphalt (HMA) Subjected to Repeated Flexural Bending.* (Es como el ensayo de flexion en 4 puntos sobre probeta prismática)

##### - Resistencia a tracción:

- Tracción indirecta. AASHTO TP 9: *Determining the Creep Compliance and Strength of Hot Mix Asphalt (HMA) Using the Indirect Tensile Test Device*
- Thermal cracking test. AASHTO TP 10: *Method for Thermal Stress Restrained Specimen Tensile Strength.* Determina la resistencia a la tracción y la temperatura en la fractura de una muestra de HMA midiendo la carga de tracción, en una muestra que se enfría a una velocidad constante mientras se restringe la contracción.

##### - Módulo resiliente



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



14

### Experiencia internacional

#### AUSTRALIA.

- Módulo resiliente: Resilient modulus testing shall be completed on dense graded asphalt and stone mastic asphalt mixes and the test results reported as part of the mix design submission, unless otherwise advised by the Asphalt Mix Design Registrar. Triplicate test specimens shall be prepared in accordance with AS/NZS 2891.2.2 (to  $5.0 \pm 1.0\%$  air voids) and tested in accordance with AS/NZS 2891.13.1 at a temperature of  $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ .

No se exige valor, solo que se declare.

- Drenaje de ligante. For open graded asphalt and stone mastic asphalt, a sample of production mix shall be prepared and tested in accordance with AG:PT/T235. Testing shall be completed at the maximum production temperature to be adopted for the mix. The asphalt binder drain-off shall be  $\leq 0.3\%$ . The results must be reported as part of the mix design submission.

Table 3-1: EME2 laboratory performance criteria

Property	Test method	Unit	Limit	Value	
Air voids in specimens compacted by gyratory compactor at 100 cycles	AS/NZS 2891.2.2 <sup>(1)</sup>	%	Maximum (mensuration)	6.0 <sup>(2)</sup>	
Water sensitivity	AGPT/T232 <sup>(3)</sup>	%	Minimum	80	
Wheel tracking	At 60 °C and 30 000 cycles (60 000 passes)	AGPT/T231 <sup>(4,5)</sup>	mm	Maximum	4.0
	At 60 °C and 5 000 cycles (10 000 passes)	AGPT/T231 <sup>(4,5)</sup>	mm	Maximum	2.0
Minimum stiffness modulus at $50 \pm 3 \mu\epsilon$ at 15 °C and 10Hz	AGPT/T274 <sup>(4)</sup>	MPa	Minimum	14 000	
Fatigue resistance at 20 °C, 10Hz and $10^6$ cycles	AGPT/T274 <sup>(4)</sup>	$\mu\epsilon$	Minimum	150	
Resilient modulus at 25°C, 0.04s rise time	AS 2891.13.1	MPa	N/A	report	

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



15

### Experiencia internacional

#### FRANCIA.

Principio del método francés

El método francés para el diseño y la construcción de un firme bituminoso se basa en 2 requisitos:

- Especificación de las características de los productos bituminosos de la serie de normas sobre productos NF EN 13108 determinada por ensayos de tipo en laboratorio (según NF EN 13108-20);
- La conformidad de los parámetros de fabricación y de ejecución durante la fase de construcción según los criterios de aceptación normalizados (NF P 98-150-1: Ejecución de capas base de carreteras, capas intermedias y capas de rodadura). La metodología supone que, si la mezcla bituminosa fabricada para la obra se ajusta al diseño de la mezcla de laboratorio y cumple con las especificaciones de puesta en obra, entonces esta mezcla tendrá las prestaciones mecánicas determinadas en el laboratorio.

Nivel de prueba	Método de ensayo	Observaciones
4	1 Preparación de la muestra mediante compactador giratorio NF EN 12697-31	Especificación de contenido de huecos en función de número de giros. Compactadora calibrada con material de referencia para tener el mismo nivel de compactación cualquier sea la tecnología de la compactadora.
	2 Determinación de la sensibilidad al agua de probetas de mezcla bituminosa NF EN 12697-12, método B	Conservación 7 días en aire y agua a 18°C. Rotura por compresión diametral
	3 Deformación en pista NF EN 12697-22, Dispositivo de tamaño grande	Ensayo realizado a 60°C en aire y medición a 3.000, 10.000 o 30.000 ciclos
	Rigidez NF EN 12697-26, Anexo E o Anexo D	Medición del módulo complejo a 15°C, 10 Hz o por ensayo de tracción indirecta 15°C, 0,02s. Aplicable al método de dimensionamiento de firmes en Francia
	Resistencia a la fatiga NF EN 12697-24, Anexo A	Ensayo de fatiga por flexión en 2 puntos (10°C, 25 Hz), aplicable al método de dimensionamiento de firmes en Francia

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



16

### Experiencia internacional

#### ALEMANIA.

- Medida del módulo de rigidez a tracción indirecta (DIN EN 12697-26) anexo C+ DIN EN 12697-23 (especificado por TP Asphalt-StB Parte 23).
- Medida del módulo de rigidez a tracción indirecta (DIN EN 12697-26) anexo F.
- Resistencia a la fatiga (DIN EN 12697-24).
- Resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de rodadura (DIN EN 12697-22).
- Resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de compresión cíclico (DIN EN 12697-25, procedimiento B, ciclos de carga).
- Resistencia a la acción del agua mediante tracción indirecta (DIN EN 12697-12).
- Resistencia a la acción del agua mediante la afinidad entre árido y ligante (DIN EN 12697-11).
- Resistencia a la desintegración mediante la pérdida de partículas (DIN EN 12697-17).
- Resistencia a la fisuración a bajas temperaturas (DIN EN 12697-46/A).
- Resistencia al escurrimiento de ligante mediante el método Schellenberg (DIN EN 12697-18).
- Trabajabilidad mediante compactibilidad (DIN EN 12697-10, Parte 10 A - cambio en la densidad o Parte 10 B - cambio espesor de la muestra).



# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



17

## Experiencia internacional

### ESPAÑA.

#### Artículo 542 del PG3.

- Modulo a 20°C, UNE EN 12697-26 para MAM
- Resistencia a la fatiga, 4 puntos, UNE EN 12697-24 para MAM

#### Artículo 22 (OC 2 2023). Para mezclas con RA,

- Modulo a 20°C, UNE EN 12697-26
- Resistencia a la fatiga, 4 puntos, UNE EN 12697-24
- Lo anterior significa que ahora se ha introducido, para las mezclas bituminosas reutilizadas en caliente y semicaliente en central, la prescripción de dos ensayos, ampliamente conocidos, como son la determinación del módulo dinámico de las mezclas, según Norma UNE-EN 12697-26, y el ensayo de fatiga, según la Norma UNE-EN 12697-24.

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



### Recursos en Aleas.

Se realizó una recopilación del equipamiento disponible en los integrantes de Aleas de cada uno de los ensayos señalados en la metodología. Resultado de este análisis fue el siguiente:

Numero laboratorios 19.

Número ensayos consultados: 56.

NORMA	ENSAYO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
AASHTO T 283	Test de Lottman										SI									
AC150/5320-12C	Ensayo de macha de grasa (aeropuertos)																			
Ensayo EBADE				SI																
Ensayo UGR-FACT																				
ISO 11819-2	Medida de la influencia de la superficie de rodadura en el ruido del tráfico. Método de proximidad.										SI									
ISO 7724-3	Colorimetría.			SI					SI											
NLT 159	Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall	SI																		
NLT 160	Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas de arido fino empleando el aparato Hubbard Field											SI							SI	
NLT 162	Efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas bituminosas compactadas (ensayo de inmersión-compresión).	SI	SI	SI		SI														
NLT 166	Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos en presencia del agua.		SI	SI			SI	SI	SI	SI	SI	SI		SI			SI	SI	SI	SI
NLT 168	Densidad y huecos en mezclas bituminosas compactadas.	SI																		
NLT 173.	Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas mediante la pista de ensayo de laboratorio.			SI	SI	SI		SI	SI	SI	SI	SI		SI						
NLT 175.	Coefficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo TRRL			SI			SI	SI	SI	SI	SI	SI		SI						
NLT 327	Permeabilidad in situ de pavimentos drenantes (permeámetro LCS)	SI	SI				SI	SI	SI		SI	SI	SI		SI	SI	SI	SI	SI	SI
NLT 336	Determinación de la resistencia al deslizamiento con el equipo de medida del rozamiento transversal							SI			SI	SI								
NLT 346	Resistencia a compresión diametral (ensayo brasileño) de mezclas bituminosas.	SI	SI	SI	SI	SI		SI		SI	SI	SI	SI		SI			SI		SI
NLT 349	Módulo dinámico a compresión simple sobre probetas cilíndricas (esbeltas)							SI			SI	SI			SI					SI
NLT 350	Ensayo de fatiga en flexotracción dinámica de mezclas bituminosas.				SI			SI			SI	SI			SI					SI
NLT 360	Determinación del módulo resiliente mediante el ensayo de compresión diametral.				SI			SI			SI	SI			SI					SI
NLT 362.	Ensayo Cántabro	SI																		
NLT 365	Escurrecimiento de ligante en mezclas bituminosas abiertas.	SI	SI				SI	SI	SI	SI	SI	SI		SI						
NLT 376	Compatibilidad de las mezclas bituminosas. Impacto-Giratoria-Vibratoria.	SI	SI				SI	SI	SI	SI	SI	SI		SI						
NLT 379	Ensayo de indentación (para másticos y asfalto fundido)										SI			SI						SI
NLT 381	Resistencia a la deformación plástica de las mezclas bituminosas empleando la máquina giratoria.	SI				SI						SI		SI						SI
NLT 383.	Ensayo Fenix.	SI			SI						SI	SI	SI	SI	SI	SI				SI
prTS 12697-52	"Conditioning to address oxidative ageing" Nuevo método en preparación																			Pendiente



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



20

### Recursos en Aleas.

Se ha realizado un estudio a modo informativo del equipamiento importante necesario para realizar cada uno de los ensayos y un importe aproximado de los principales ensayos prestacionales. Algunos ejemplos.

#### Ensayo según norma NLT 383/20 (Ensayo FENIX):

Requisitos:

- Prensa multiensayo con capacidad de ensayar probetas a tracción directa a velocidad uniforme de 1 mm/min con capacidad de al menos 15 kN y exactitud del 1% a partir de 200 N y un sistema que permita medir desplazamientos con resolución de 0.001 mm. Debe contar con cámara termostática con capacidad de mantener la temperatura establecida para el ensayo con una variación máxima de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  en un rango de temperaturas comprendido entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $+60^{\circ}\text{C}$
- Sierra de corte
- Útiles de ensayo (Juego de placas de ensayo, acoplamiento a prensa)

Valor estimado del conjunto:

20.000 – 30.000 €



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



21

### Recursos en Aleas.

**Ensayo según norma UNE EN 12697-44** (Propagación de la fisuración mediante un ensayo a flexión de una probeta semicircular):

- ✓ Prensa multiensayo con capacidad de al menos 50 kN y exactitud de medida de  $\pm 0,2$  kN. Con capacidad de mantener una velocidad de ensayo constante de 5 mm/min. Debe contar con sensor de deformación capaz de medir con exactitud de  $\pm 0,01$  mm y registro de datos tanto de cargas como deformaciones.

**Valor estimado de prensa con sistema de registro de datos y sensores :**

8000 - 11000 €

- ✓ Mordaza según norma.

**Valor estimado :**

500 – 1000 €

- ✓ Cámara climatizada para almacenar probetas de ensayo
- ✓ Máquina de corte y disco capaz de realizar el corte según lo descrito en norma

**Valor estimado de la maquina de corte y disco :** 6000 - 8000 €



# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



22

## Recursos en Aleas.

**Ensayo según norma UNE EN 12697-24 (Resistencia a la fatiga) (ANEXO D - Ensayo de flexión en cuatro puntos sobre probetas prismáticas -):**

- ✓ Máquina dinámica capaz de aplicar pulsos de sinusoidales con frecuencias en el rango de 0,1 a 60 Hz con precisión 0,1 Hz. Célula de carga con rango mínimo de  $\pm 2$  kN.
- ✓ Sensor para medir desplazamientos con rango  $\pm 1$  mm y clase 0,2.
- ✓ Dispositivo de sujeción de probeta según norma
- ✓ Cámara termostática con precisión de  $\pm 1^\circ\text{C}$ .
- ✓ Sistema de medición y registro según norma.

**Valor estimado del conjunto :**

70000 - 90000 €



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



23

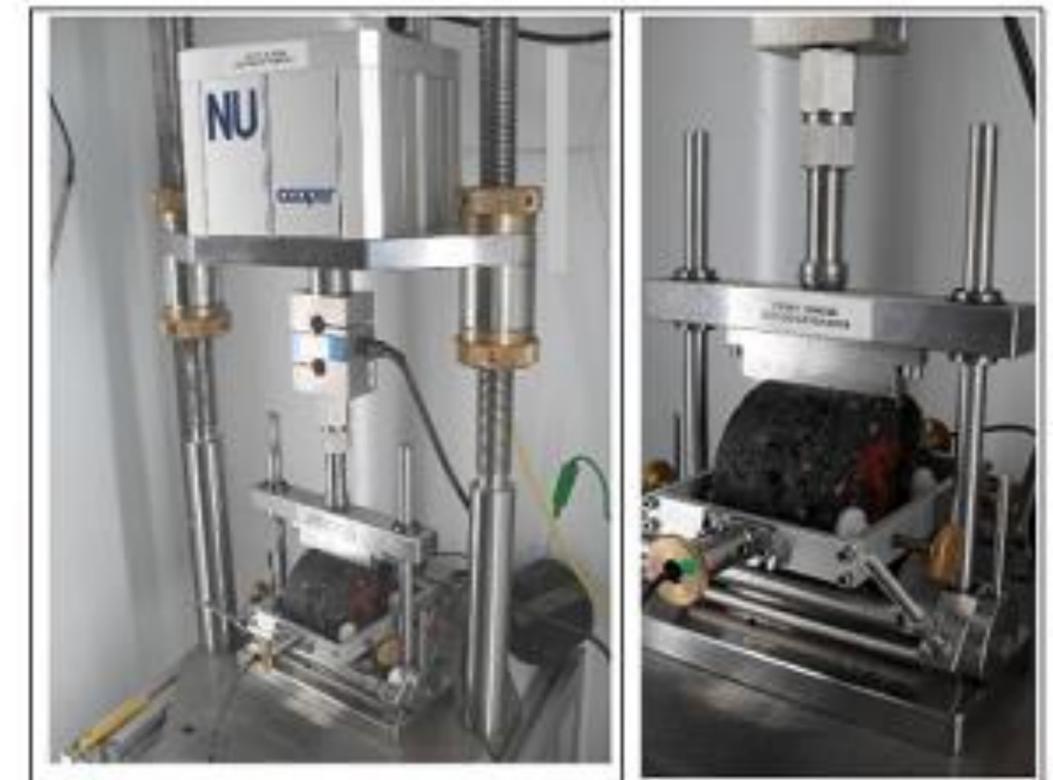
### Recursos en Aleas.

**Ensayo según norma UNE EN 12697-26 (Rigidez) (ANEXO C - Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas -):**

- ✓ Máquina dinámica capaz de aplicar pulsos de carga repetidos tipo Haversine según especificaciones de la norma. Capacidad mínima de 10 kN y 2% de precisión.
- ✓ Sensor para medir desplazamientos con precisión superior a  $0,5 \mu\text{m}$  y rango  $\pm 50 \mu\text{m}$ .
- ✓ Cámara termostática con un rango de temperaturas entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ . Precisión de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Sistema de medición y registro con frecuencia mínima de 500 Hz.
- ✓ Bastidor de carga.

**Valor estimado del conjunto :**

70000 - 90000 €



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



24

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.

Los anillos de ensayo de laboratorio aportan seguridad y confianza en la realización de los ensayos en los diferentes laboratorios, permitiendo identificar posibles errores sistemáticos. Otra de las ventajas es poder comparar los resultados obtenidos con las especificaciones y en algún caso, proponer modificaciones o requerimientos técnicos en la normativa de mezclas bituminosas.

- En la realización de los ensayos del anillo han participado 7 laboratorios todos miembros de Aleas, que disponen del equipamiento requerido por la norma de ensayo.



soriguē



- Se han ensayado 3 tipos de mezclas diferentes tomadas en una misma planta de fabricación de mezclas bituminosas: AC 16SURF50/70D, AC 16SURF50/70D R20 y BBTM11Bpmb45/80-65, todas las mezclas con diferentes propiedades para diferenciar su comportamiento en los resultados finales.

#XIIIJornadaTecnicaAsefma

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



25

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.

- . Se ha establecido un protocolo de ensayo.
- . En los estudios estadísticos han participado el Laboratorio de la Junta de Castilla y León, Laboratorio del MITMA de Valladolid, Cedex y la Universidad de Barcelona.
- . Se han ensayado con diferente tipología de equipos, para verificar su influencia en los resultados finales.
- . Se han fabricado probetas con y sin recalentamiento, para evaluar las diferencias en los resultados.
- . El ensayo se realiza a 3 temperaturas,  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $5^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$  como indica la norma de ensayo.
- . Se han estudiado posibles los errores producidos en los laboratorios para la ejecución de todos los ensayos, ya sea en la preparación de las probetas como ejecución de los ensayos.

### *Protocolo de ensayo*



*Evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas mediante el ensayo Fénix NLT-383/20*

*PTAleas-NLT383.V1. Noviembre 2022*

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.

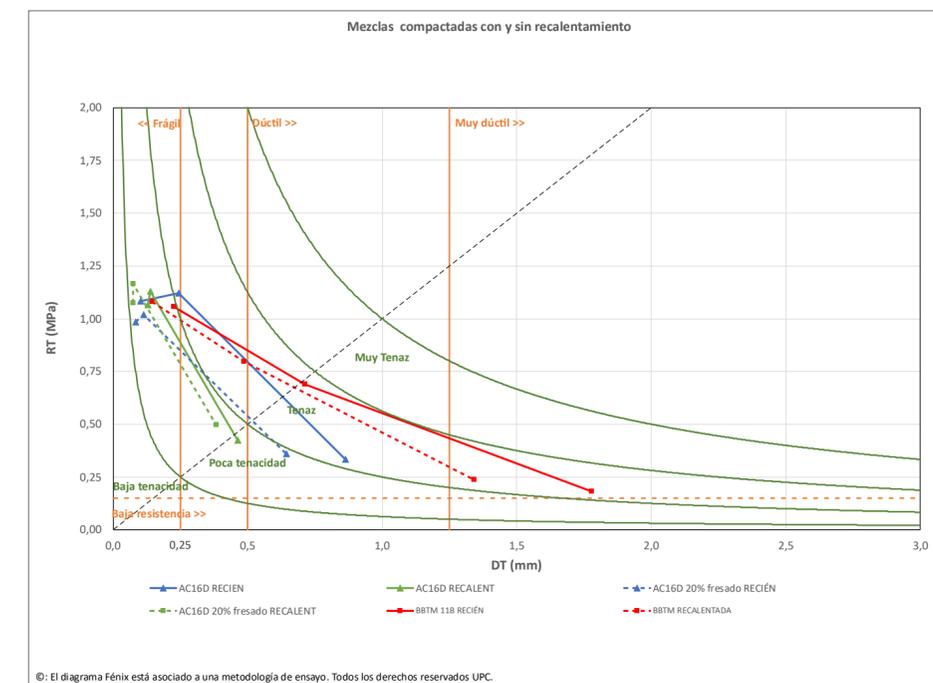
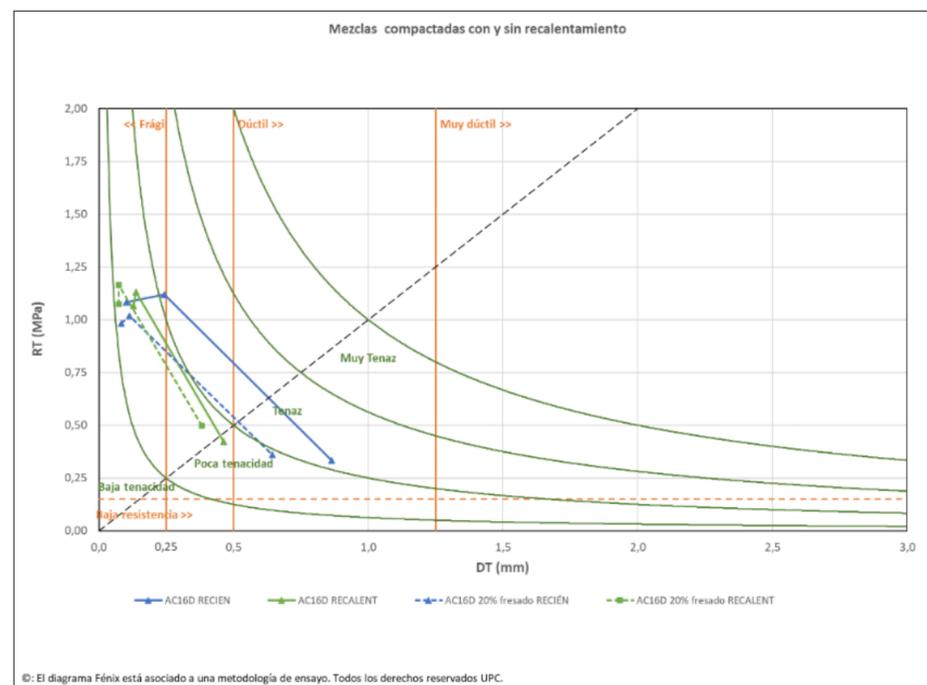


26

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.

*Fenix mezcla AC16D, con y sin RA con probetas fabricadas con la mezcla recién y con recalentamiento.*

*Fenix todas las mezclas ensayadas: AC16D, AC16D R20 y BBTM11B.*



# SESIÓN 6.

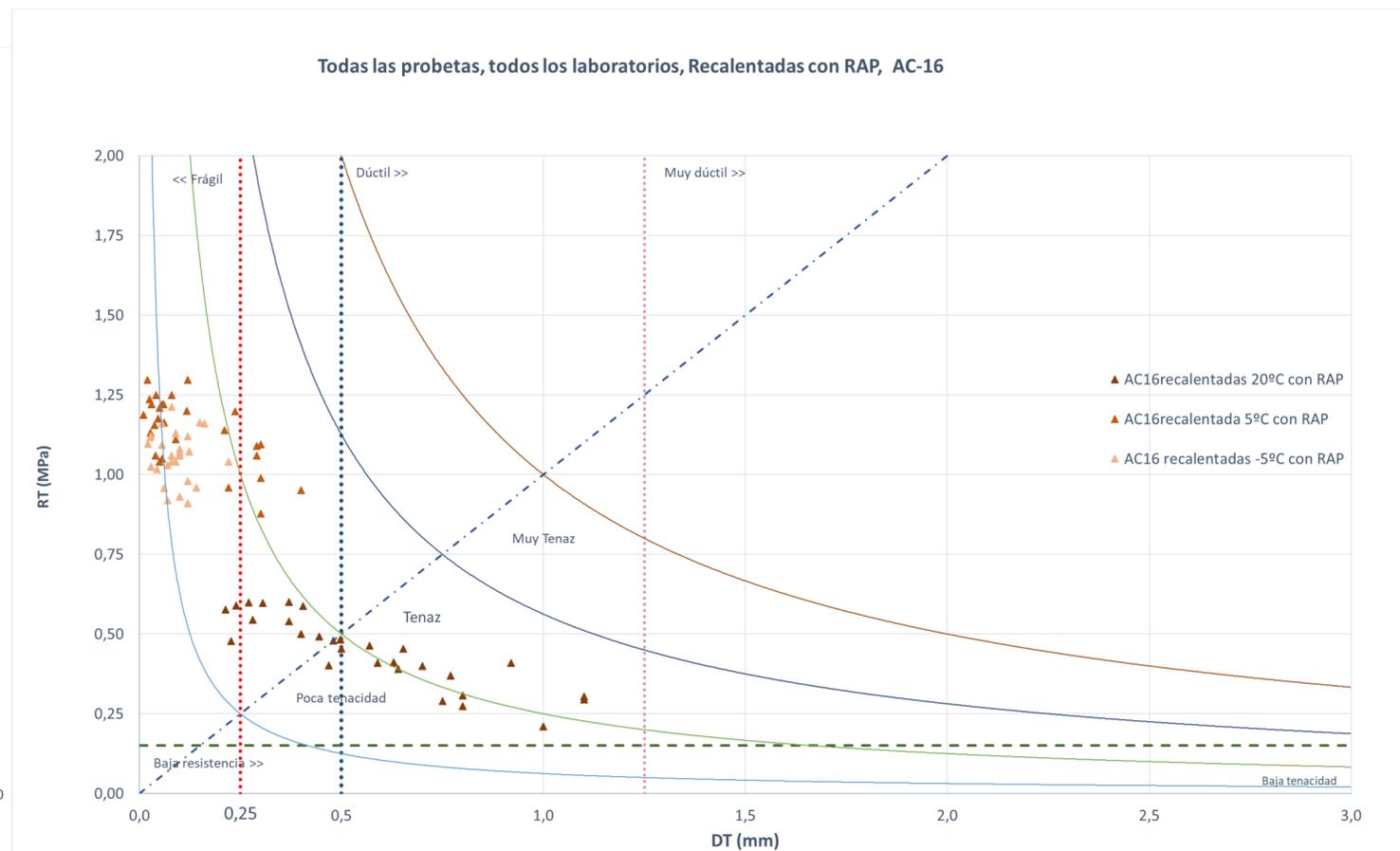
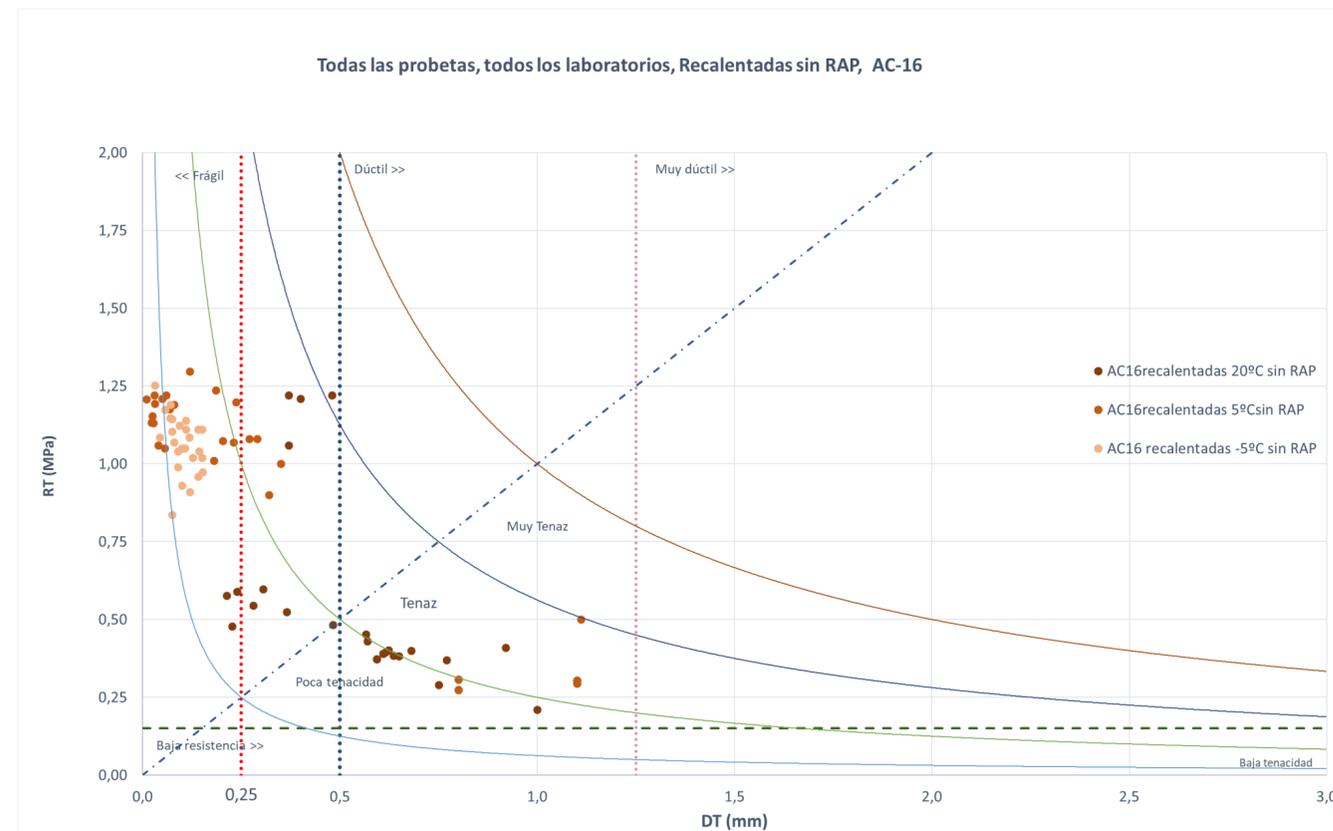
## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



27

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.



©: El diagrama Fénix está asociado a una metodología de ensayo. Todos los derechos reservados UPC.

©: El diagrama Fénix está asociado a una metodología de ensayo. Todos los derechos reservados UPC.

# SESIÓN 6.

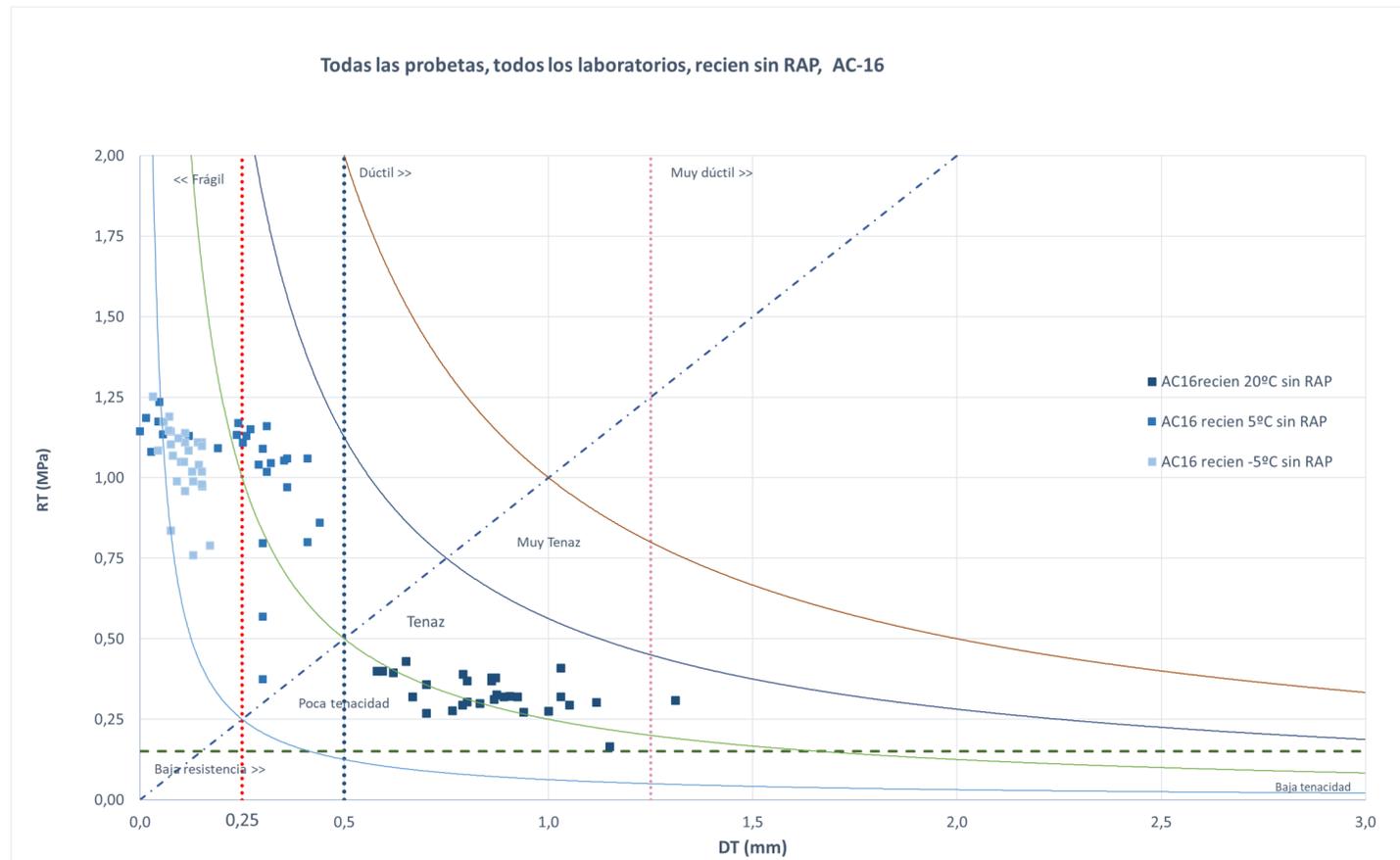
## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.

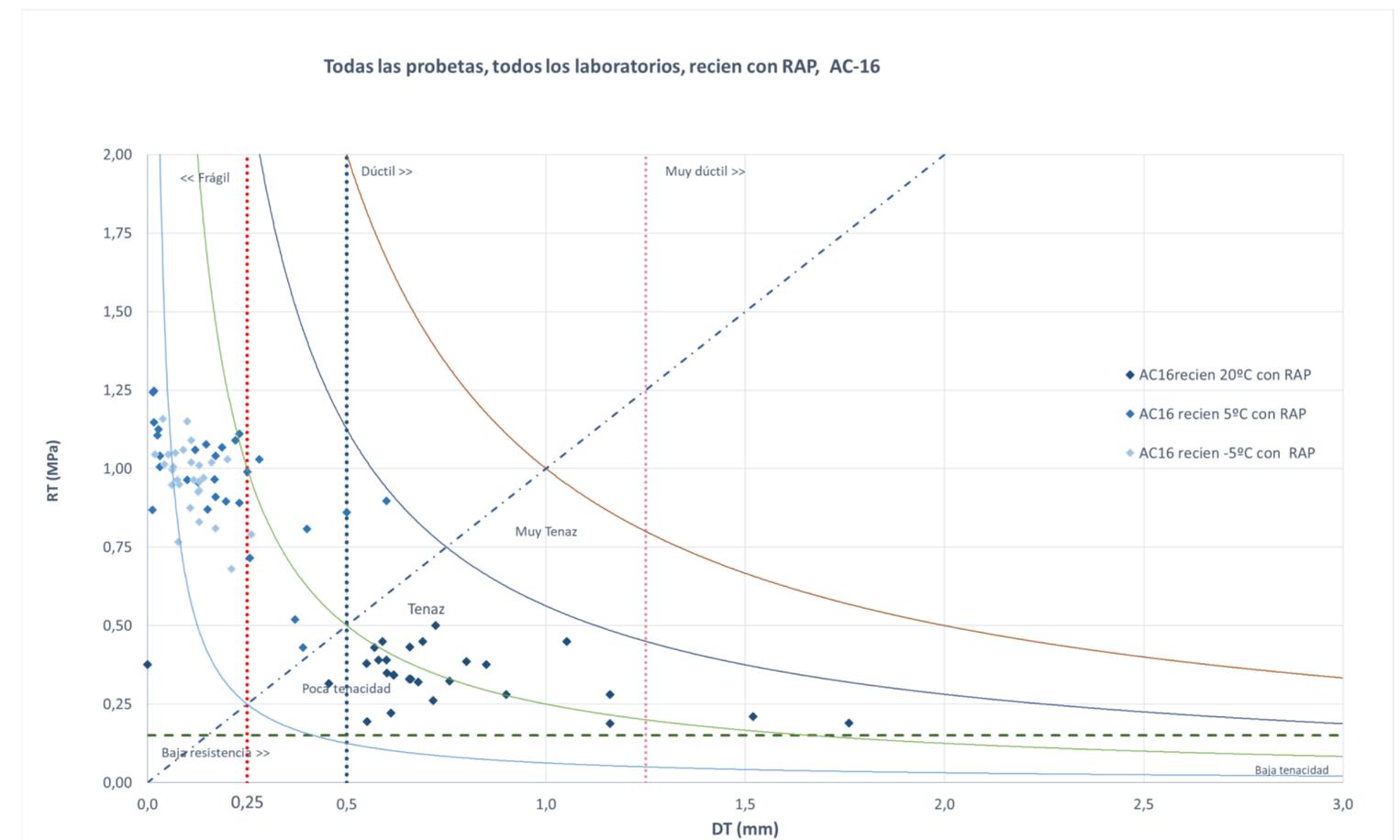


28

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.



©: El diagrama Fénix está asociado a una metodología de ensayo. Todos los derechos reservados UPC.



©: El diagrama Fénix está asociado a una metodología de ensayo. Todos los derechos reservados UPC.

# SESIÓN 6.

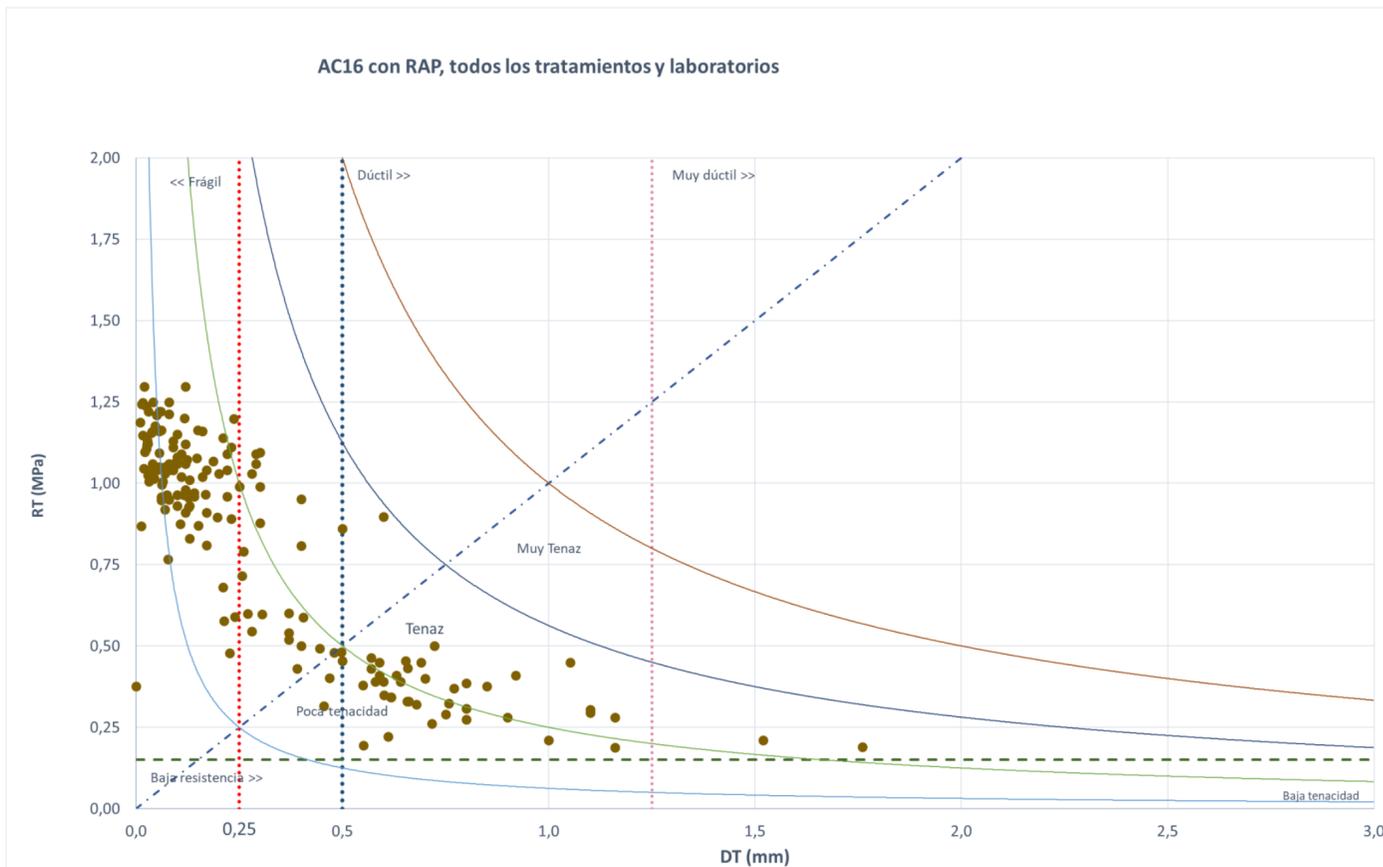
## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.

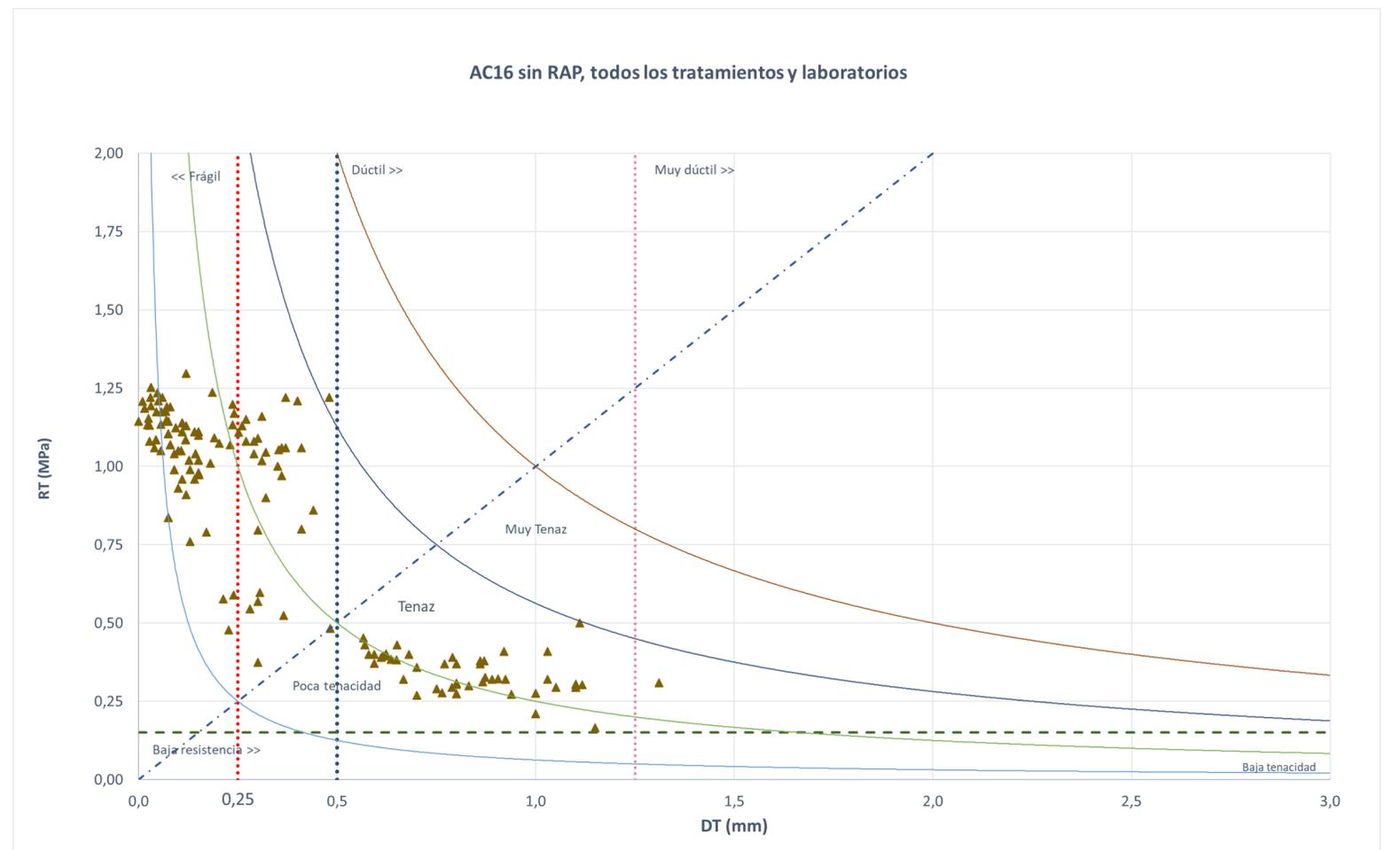


29

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.



©: El diagrama Fénix está asociado a una metodología de ensayo. Todos los derechos reservados UPC.



©: El diagrama Fénix está asociado a una metodología de ensayo. Todos los derechos reservados UPC.

# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.

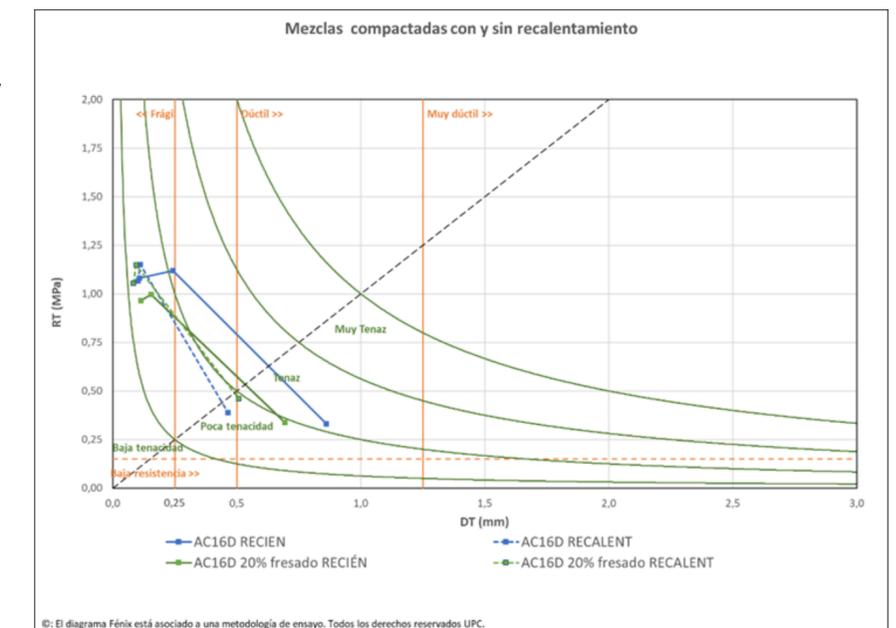


30

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.

El recalentamiento tiene una gran influencia en los parámetros obtenidos en el ensayo Fénix. Implica lo siguiente:

- En una misma mezcla, el recalentar hace disminuir la ductilidad y tenacidad, y aumenta la resistencia a tracción, a cualquier temperatura de ensayo.
- En ductilidad, la mayor diferencia debida al recalentamiento en resultados se obtiene al realizar el ensayo a 20°C. A temperaturas menores, la influencia del recalentamiento es menor.
- En resistencia a tracción, las diferencias debidas al recalentamiento son mayores a bajas temperaturas.
- Las diferencias observadas implican que la mezcla AC 16D en un principio podría cumplir los requisitos de la NT01/2022, pero si se ensayan produciendo un recalentamiento en la mezcla, pasan a no cumplir dichos requisitos.



# SESIÓN 6.

## Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



31

### Anillo interlaboratorio. Ensayo Fenix.

#### CONCLUSIONES

- Para la caracterización de los materiales hay distinta tipología de ensayo, con varios métodos posibles que nos aportan información importante sobre las propiedades a medir.
- Este tipo de ensayos son muy utilizados en todo el mundo como puede apreciarse en la información sobre la normativa internacional de varios países.
- El anillo interlaboratorio realizado con el ensayo Fenix ha servido para realizar un trabajo comparativo de anillo con 3 tipos de mezclas diferentes en 7 laboratorios, comprobando la variación de las propiedades de ductilidad y tenacidad de los materiales ensayados. Ha servido para realizar una puesta a punto de los equipos y demostrar la necesidad de realizar este tipo de trabajos.
- Los resultados obtenidos en el anillo indican que debe prestarse una especial atención a la calibración y estado de los equipos utilizados, así como para la correcta ejecución de todas las fases del ensayo.

# SESIÓN 6.

Presentación del ensayo interlaboratorios sobre la norma NLT383 (ensayo Fenix).

Grupo de trabajo de ensayos prestacionales.



32

## Próximos trabajos en el grupo. Ensayo Fenix.

- . Documentación de todo el trabajo realizado en este año.
- . Realización de un nuevo ensayo interlaboratorio con un número mayor de laboratorios y diferente tipología de ensayos (pe. Fenix vs SCB).
- . Formación sobre alguno de los ensayos prestacionales.
- . Colaboración con los otros grupos de trabajo.

Mostrar el agradecimiento a todos los participantes que han intervenido en el desarrollo de este grupo de trabajo de ensayos prestacionales de Aleas.





**Gracias por su atención!!**