



GUIA TÉCNICA N° 1

**Recomendaciones para la toma de muestra
y tratamiento en laboratorio de materiales
bituminosos y sus componentes**





GUIA TÉCNICA N° 1

**Recomendaciones para la toma de muestra
y tratamiento en laboratorio de materiales
bituminosos y sus componentes**



**Componentes del grupo de trabajo “Guía Técnica Toma de muestras”
de ALEAS que han participado en la edición de esta guía.**

Coordinador: Pablo Álvarez (BECSA)

José Luis Peña (ASEFMA-ALEAS)

José Manuel Berenguer (EIFFAGE)

José Serrano (CEMOSA)

Rafael Jiménez (CEDEX)

Carmen Calvo (Junta Castilla y León)

José Berbis, Rebeca Sastre (PAVASAL)

Mario Jiménez (PADECASA)

Carlos García (COLLOSA)

Nuria Uguet (PROBISA-EUROVIA)

Marisol Barral (CAMPEZO)

Roberto Orozco (TECNOFIRMES)



ÍNDICE

	página
1. INTRODUCCION	7
2. TÉRMINOS Y DEFINICIONES	9
3. BETUNES Y LIGANTES ASFÁLTICOS	11
4. ÁRIDOS PARA MATERIALES BITUMINOSOS	13
5. MATERIAL DE ASFALTO RECUPERADO	15
6. MEZCLA BITUMINOSA	19
6.1 Mezcla bituminosa en obra	19
6.2 Mezcla bituminosa en planta	20
6.3 Testigos de mezcla bituminosa	22
7. MICROAGLOMERADOS EN FRÍO	25
8. RECICLADO IN SITU CON EMULSIÓN	27
9. EMULSIONES Y RIEGOS	29
10. TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO	33





1

INTRODUCCIÓN

El objetivo de cualquier técnica experimental es caracterizar las propiedades objeto del método de ensayo intentando conseguir que los resultados obtenidos tengan la menor incertidumbre posible.

El grupo Aleas publicó en 2015 la “Guía para la estimación de la incertidumbre en métodos de ensayo de control de mezclas bituminosas” que puede considerarse el documento de referencia en el sector en temas de metrología.

Dentro de las posibles fuentes de incertidumbre de un método experimental, una muy relevante es la toma de muestras, ya que, independientemente de si la realización del ensayo se lleva a cabo siguiendo estrictamente las indicaciones de la norma o protocolo en la que se basa, si los materiales de origen (muestras) no son representativos del material objeto del estudio podemos encontrar que la repetitividad y/o reproducibilidad del método de ensayo sobre la muestra analizada pueden ser suficiente buenas y aun así encontrarnos con resultados con alta incertidumbre.

Por lo tanto, la fase de toma de muestras es un paso crucial para garantizar la calidad de los resultados de los ensayos. Sin embargo, la experiencia práctica muestra que muchas veces dichas tareas son encomendadas a personal con poca formación en la importancia de la toma de muestras.

La norma “UNE-EN 12697-27:2018 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 27: Toma de muestras” es la referencia principal del sector de la pavimentación asfáltica, aunque también se deben destacar otras normas que tratan sobre la toma de muestras de las materias primas, como es el caso de los áridos (UNE-EN 932-1:1997 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo) o la de betunes de pavimentación (UNE-EN 58:2012 Betunes y ligantes bituminosos. Toma de muestras de ligantes bituminosos).

De esta manera, tenemos diversas fuentes de las que surtirnos para llevar a cabo el procedimiento de tomas de muestras. Esta multiplicidad de fuentes de información genera un trabajo adicional a los técnicos de laboratorio y, en algunos casos, incluso confusión, ya que existen discrepancias entre los términos utilizados en las normas citadas.

Por ello, el grupo Aleas incluyó dentro de su plan de actividades el desarrollo de un documento que tratase la toma de muestras en el sector de la pavimentación asfáltica de forma integral, incluyendo materias primas, productos finales e, incluso, productos intermedios generados durante la preparación de probetas.

El documento que se muestra a continuación recopila el conocimiento y experiencia de un importante

número de técnicos de la industria de pavimentación asfáltica en España. Como ya ha ocurrido en anteriores documentos del grupo Aleas, la versión que se muestra está abierta a un permanente proceso de revisión y mejora y, para ello, nada mejor que recibir los comentarios y críticas de los técnicos del sector, para lo que disponen de un canal permanente de contacto a través de la web <https://asefma.es/aleas/> o por medio de la cuenta de correo aleas@asefma.com.es



2

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento de recomendaciones, se aplican los siguientes términos y definiciones.

- **Lote:** cantidad producida, entregada o parcialmente entregada, o acopiada que ha sido fabricada en condiciones que se suponen uniformes. En el caso de un proceso continuo, se considera lote la cantidad producida en un periodo determinado. Ej: la cantidad de mezcla bituminosa fabricada y almacenada en un silo en caliente.
- **Incremento:** cada una de las porciones tomadas de un lote de material que es sometido a muestreo.
Ej. Cada una de las paladas de mezcla bituminosa tomadas en el proceso de muestreo de ambos lados de la extendidora.
- **Muestra bruta:** muestra obtenida por combinación de los incrementos en cantidad suficiente para los ensayos requeridos.
Ej. Serie de capazos/recipientes de material resultantes de la combinación de las diferentes paladas de mezcla (incrementos) tomadas en un punto del extendido.
- **Muestra representativa:** muestra bruta obtenida a partir de incrementos tomados según un plan de muestreo establecido con el fin de conseguir que la calidad de esta muestra se corresponda con la del lote. Ej. Muestra bruta tomada de la caja de un camión a partir de varios incrementos.
- **Muestra reducida:** Porción representativa de una muestra bruta de la que se parte para la preparación de muestras de ensayo.
Ej. Cantidad de mezcla procedente de un primer cuarteo en laboratorio de la muestra bruta inicial para confeccionar a partir de ella probetas de mezcla bituminosa.
- **Muestra de ensayo:** Porción representativa de muestra reducida necesaria para la realización de un ensayo determinado. En ocasiones la muestra reducida puede coincidir con la muestra de ensayo.
Ej. Cantidad de muestra normativa necesaria para la correcta realización de una determinación de densidad máxima por el método volumétrico de mezcla bituminosa.
- **Probeta de ensayo:** Porción de material tratada de forma adecuada de forma que se pueda realizar un ensayo sobre la misma. Pueden ser necesarias varias probetas de ensayo para obtener un resultado.



3

BETUNES Y LIGANTES ASFÁLTICOS

La toma de muestra de betunes y ligantes asfálticos se encuentra recogida en la normativa UNE EN 58 Betunes y ligantes bituminosos. Toma de muestras de ligantes bituminosos. En esta normativa se detallan los diferentes procedimientos a emplear dependiendo de la frecuencia y la cantidad de material a extraer.

Pero si hay algo que caracteriza a la toma de muestra de este tipo de materiales son las medidas de seguridad a adoptar debido a que se va a trabajar con líquidos estacionarios o en movimiento con una temperatura superior a los 100° C.

Los betunes y ligantes son muestreados y ensayados por los fabricantes en los puntos de fabricación o expedición. No obstante, hay un creciente interés en la evaluación de las características en los puntos de entrega, es decir, en la llegada a la planta de fabricación de mezcla bituminosa. Tanto este procedimiento como la toma de muestra mediante llaves o válvulas instaladas en las zonas de trasiego de la planta, necesitan de la intervención de personal cualificado y con medidas de seguridad adecuadas. El operador que lleve a cabo estas operaciones debe llevar ropa de protección total del cuerpo, casco, balaclava, zapatos de seguridad, gafas y protector del rostro y guantes adecuados para la operación.

TOMA DE MUESTRA DURANTE LA DESCARGA EN LA PLANTA

En la toma durante las operaciones de descarga de betún en las que se cuente con válvula de toma de muestras el procedimiento se inicia una vez que se ha detenido la descarga. Se debe colocar un recipiente grande debajo de la válvula de muestra para recoger cualquier goteo o derrame menor. Con posterioridad se drenan 2 litros de betún aproximadamente en el recipiente colocado bajo la válvula para eliminar cualquier residuo de betún de la carga anterior y también que se elimine cualquier resto que pueda haberse asentado en el sumidero o la tubería. A continuación se dispone un recipiente para la toma de muestra que debe ser de metal. Un recipiente tipo lata de pintura de unos cuatro litros de capacidad con tapa superior es adecuado. Las latas no deben ser sostenidas durante su llenado. Se aparta el recipiente que recoge los restos y se coloca la lata en su lugar. El punto de vertido del betún debe encontrarse a menos de 50 cm del suelo para evitar salpicaduras. Se debe tomar aproximadamente 1 litro permitiendo que el betún fluya hacia la lata. Una vez terminada la operación, la muestra debe ser cuidadosamente colocada a un lado en un terreno nivelado y se deja enfriar con la tapa parcialmente tapando la abertura supe-

BETUNES Y LIGANTES ASFÁLTICOS

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

rior. Lo adecuado es tomar muestras duplicadas o triplicadas para el caso en que fuera requerido un análisis posterior de contraste.



Figura 1. Toma de muestra de betún durante la descarga en planta

TOMA DE MUESTRA EN LAS INSTALACIONES DE FABRICACIÓN DE MEZCLAS

Debido a que no es una toma de muestras que se realice de forma periódica es difícil encontrar plantas de fabricación de mezclas bituminosas que cuenten con válvulas, sondas de muestreo o llaves de tres vías que se encuentren instaladas permanentemente para este fin.



Figura 2. Toma de muestra de betún en las instalaciones de fabricación

En caso de disponer de este tipo de instalaciones, deben ser de acceso fácil y seguro. Al igual que en el apartado anterior, se debe asegurar que en la muestra no queden restos de otras tomas por lo que habrá que asegurar que el flujo de betún del que queremos muestrear ha pasado por el sistema.

TOMA DE MUESTRA USANDO MÉTODOS DE INMERSIÓN

Los métodos de muestreo por inmersión están recogidos en la norma de referencia. No obstante, desde el punto de vista de la seguridad, sólo se debe recurrir a estos métodos si es totalmente inevitable. Se ha de ser muy riguroso en la evaluación de riesgos laborales y debe tomarse en consideración la exposición a vapores de sulfuro de hidrógeno (H₂S) durante las operaciones. Es recomendable el uso de un dosímetro personal para controlar la exposición a este gas.



4

ÁRIDOS PARA MATERIALES BITUMINOSOS

La norma *UNE EN 932-1* recoge los métodos para obtener muestras de áridos, procedentes de entregas o de instalaciones de preparación y tratamientos, incluidos los acopios. La masa de muestra bruta a tomar debe ser calculada considerando la naturaleza y el número de ensayos, los tamaños de los áridos y su densidad.

Una de las operaciones más importantes a considerar previo a los ensayos a que se ha de someter un árido es su muestreo. Para los fines de caracterización y control de la producción, los áridos pueden ser muestreados en yacimientos, canteras, pozos, plantas, vehículos, acopios o cintas transportadoras. La muestra tomada debe ser "representativa", es decir, que muestre la verdadera naturaleza y condición (uniformidad y variabilidad) de todo el material existente.

En función de su localización debemos tener presente una serie de precauciones para la toma de muestra para evitar sesgos y excesos de variabilidad:

TOMA DE MUESTRAS DE ACOPIOS O MONTONES

Para extraer muestras de acopio o montones se procede a tomar paladas al azar con medios mecánicos apropiados en distintos puntos del mismo y realizando excavaciones u hoyos a distintos niveles en el contorno del acopio para extraer lo que se denominan lenguas de material. Se recomienda homogeneizar la zona para minimizar la presencia de segregaciones superficiales. Sobre estas lenguas se debe realizar la operación de muestreo propiamente dicha, eliminando parte del material superficial (5cm) e hincando una pala apropiada con un ángulo de 90° sobre la superficie, llevando el material resultante al recipiente de muestreo. Se recomienda igualmente no abrir el acopio de material cerca de la base ni en la cima de los mismos. Las extracciones efectuadas a unos 30 cm de altura sobre el suelo y de 30 cm más abajo del nivel superior, pueden proporcionar muestras más representativas. Se debe evitar tomar muestras de acopios o montones en tiempo lluvioso debido a los posibles efectos del lavado de finos y la suciedad que se puede generar durante las operaciones. Es aconsejable la toma de al menos 4 muestras por acopio para proceder posteriormente a su homogenización por cuarteo en laboratorio.

ÁRIDOS PARA MATERIALES BITUMINOSOS

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES



Figura 3. Toma de muestra de áridos en acopio.

TOMA DE MUESTRAS EN CAMIONES

Para extraer muestras desde camiones se efectúan excavaciones en distintos puntos de la capa, retirando porciones a medida que se profundiza la excavación. Este método puede dar lugar a muestras menos representativas que el descrito con anterioridad.

TOMA DE MUESTRA EN CINTA TRANSPORTADORA

Para muestrear en cintas transportadoras, se procede a detener el sistema en distintos instantes de la operación, retirando cada vez todo el material existente en un tramo, por ejemplo, en un metro lineal de cinta. Se debe utilizar material auxiliar para asegurar la recogida de todo el material existente en la cinta.



Figura 4. Toma de muestra de áridos en cinta transportadora.

5

TOMA DE MUESTRAS DE ASFALTO RECUPERADO

Los materiales procedentes de la toma de muestras de asfalto recuperado se destinan a varios objetivos fundamentales, entre los que destacan los siguientes:

- Identificar adecuadamente el acopio, de acuerdo a la nomenclatura de la norma *UNE EN 13108-8*, obteniendo la granulometría del fresado y de los áridos tras la extracción (o incineración) del ligante, así como determinar la cantidad de materia extraña (*UNE-EN 12697-42*).
- Obtener una muestra representativa para caracterizar el ligante envejecido y los áridos del asfalto recuperado.
- Obtener muestras representativas para fabricar mezclas bituminosas que contengan asfalto recuperado.

También hay que tener en cuenta que, desde un punto de vista de calidad de fabricación de las mezclas bituminosas, es aconsejable clasificar el asfalto recuperado en, al menos, dos fracciones, típicamente 0/8 mm y 8/22 mm. Desde el punto de vista de caracterización del ligante, si se fracciona el asfalto recuperado hay que determinar el contenido de ligante de cada una de ellas ya que los contenidos de ligante en la fracción fina son muy superiores a los de la fracción gruesa.

TOMA DE MUESTRAS DIRECTAMENTE EN EL PAVIMENTO

La toma de muestras de asfalto recuperado ha de contemplarse dentro de un contexto más amplio como puede ser la futura consecución de la condición de fin de residuo del asfalto retirado. En este sentido, la toma de muestras puede llevarse a cabo incluso sobre el propio pavimento para conocer qué materiales se van a generar durante la fase de demolición (generalmente fresado) del pavimento envejecido.

Para esta operación pueden utilizarse tres procedimientos:

- Extracción de testigos
- Extracción de losas del pavimento
- Uso de una fresadora, normalmente una de pequeño tamaño (como puede ser una de la serie W 35 de Wirtgen).

Tanto la extracción de testigos como la de losas permite identificar las capas del pavimento, pudiendo separar los materiales de las capas que vayan a ser fresadas. Esta identificación es especialmente relevante cuando se quiere hacer un fresado selectivo de la capa de rodadura cuando está compuesta

TOMA DE MUESTRAS DE ASFALTO RECUPERADO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

por áridos de alta calidad que se desean utilizar de forma separada. Los testigos que vayan a ser destinados a determinar la cantidad de ligante y la granulometría deberán tener un diámetro de 150 mm o mayor.

Tanto si se separan las capas, como si se tratan de manera conjunta, el asfalto retirado se ha de tratar en una unidad de machaqueo de laboratorio para generar un material similar al fresado. Esta operación tiene como principal inconveniente que las granulometrías obtenidas del machaqueo de testigos y/o losas de pavimento puede ser bastante distinta a la que se obtiene con las máquinas de fresado industrial.

Un caso intermedio se produce al usar fresadoras de pequeño tamaño. Estos equipos permiten obtener cantidades relativamente grandes de fresado con poco esfuerzo, pero, igualmente, suelen gene-

rar un fresado de granulometría más fina que la de los equipos industriales.

Un caso más complejo es el material procedente de demolición de pavimentos mediante procedimientos que no son el fresado. En este caso es necesario que el material de demolición sea tratado previamente en una planta de machaqueo o mediante una unidad móvil de machaqueo.

TOMA DE MUESTRAS EN EL ACOPIO

En este caso podemos distinguir dos casos distintos. El primero es cuando los acopios son relativamente pequeños. En este caso, la operación se lleva a cabo de forma similar a como se realiza la toma de muestras de áridos. En las imágenes siguientes se muestra un procedimiento adecuado de toma de muestras.

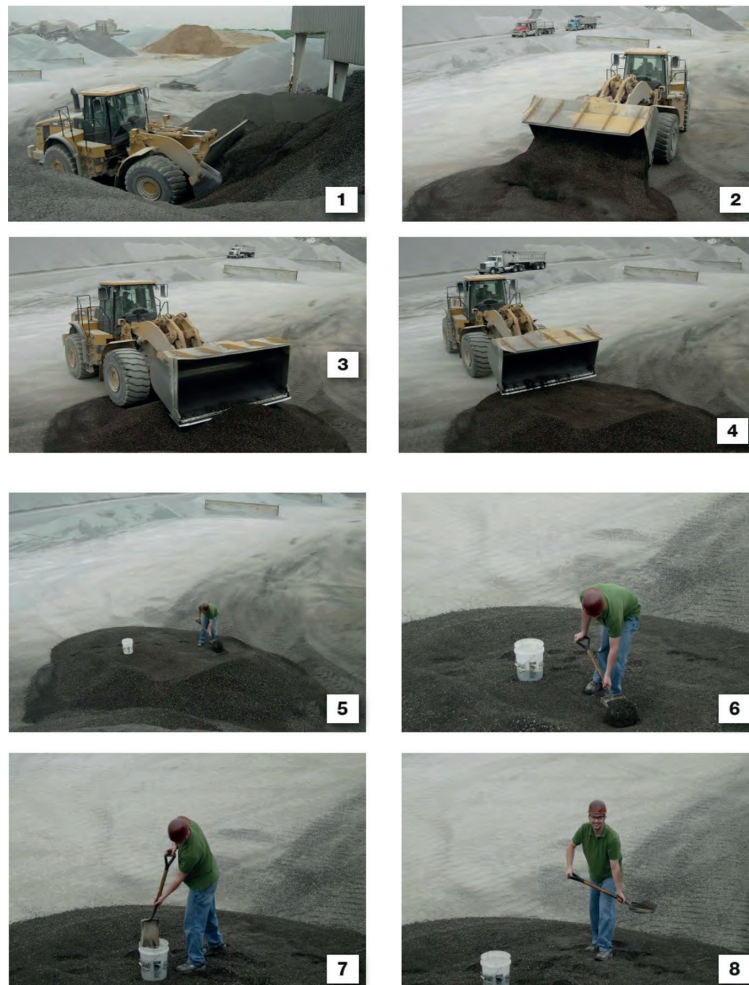


Figura 5. Toma de muestra de asfalto recuperado en el acopio

TOMA DE MUESTRAS DE ASFALTO RECUPERADO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

Un caso distinto es el de grandes acopios en los que se va acumulando asfalto recuperado procedente de diversas obras. En estos casos, es recomendable que el propio almacenamiento del asfalto recuperado se haga de forma ordenada, colocando los materiales recepcionados en estratos, tal y como se muestra en la siguiente imagen (procedimiento recomendado por NAPA, National Asphalt Pavement Association).

Build in layers.



Don't push over edge of slope.



Excavate through layers to feed crusher.



Feed loader from side of stockpile, working up through layers.



Figura 6. Disposición de los materiales recepcionados en estratos.

Una vez acopiado el asfalto recuperado en estratos, se puede proceder a utilizarlo realizando extracciones transversales del acopio general mediante una retroexcavadora o una pala cargadora. De esta manera, cada carga extraída contiene una parte representativa del acopio.

En esta fase puede procederse a la toma de muestras, o puede posponerse llevándola a cabo sobre cada una de las fracciones que se obtengan tras el tratamiento del asfalto recuperado en una planta de machaqueo móvil o en una instalación de clasificación de fresado.

TAMAÑO DE LAS MUESTRAS

Para determinar el tamaño global de la muestra veamos a continuación el tamaño mínimo de

muestra necesario para cada uno de los ensayos posibles.

- Extracción del ligante para determinación del contenido de ligante, contenido de agua y granulometría: 3000 g (1500 g para tamaños entre 8 y 12mm) (*UNE EN 12697-28*).
- Recuperación del ligante para realizar ensayos de penetración y punto de reblandecimiento: 3000 g.
- Recuperación del ligante para realizar ensayos reológicos: 3000 g.
- Determinación del contenido de materia extraña: 20 kg.
- Determinación del contenido de humedad del asfalto recuperado: 3000 g. Se determinará mediante secado en estufa a $80 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta masa constante.

Tabla 1. Tamaño de las muestras según ensayo.

	TAMAÑO DE LA MUESTRA DE ENSAYO	COMENTARIOS
Extracción, granulometría y contenido de agua	1500-3000 g	
Recuperación ligante (penetración y punto de reblandecimiento)	3000 g	
Recuperación de ligante (ensayos reológicos)	3000 g	
Determinación de materia extraña	20000 g	Se debe partir de una muestra bruta (80 kg)

Como criterio general, habría que recoger muestras brutas de tamaño 4 veces mayor a la suma de las muestras de ensayo. En el caso de toma de muestras a partir de testigos, dado que obtener los testigos es laborioso (y tapar los agujeros también) el criterio de 4 veces se podría rebajar a un 25% adicional del tamaño de las muestras de ensayo, sabiendo, además, que el ensayo de materia extraña no aplica en dicho caso.



6

MEZCLA BITUMINOSA

6.1 MEZCLA BITUMINOSA EN OBRA

Se pueden diferenciar tres métodos para la toma de muestras bituminosas en obra, según se indica en la norma *UNE-EN 12697-27*:

1. En el sinfín de la extendidora.
2. Mediante bandejas metálicas del material extendido pero sin compactar.
3. Mediante una zanja, del material extendido pero sin compactar.

El método más adecuado es el de los sinfines de la extendidora, siempre que sean accesibles.

Los otros dos métodos son menos recomendables, ya que son complejos, pueden afectar a la capa extendida y se necesitan equipos especiales y mano de obra extra. Además no son válidos para toma de muestras de capas de rodadura.

Cuando no sea posible tomar la muestra en los sinfines de la extendidora, recurriremos a otro método, como la toma sobre camión bien en planta o en obra o la toma sobre montones en planta.

Condiciones de la obra y el extendido

Cuando el operario llega a la obra para realizar la toma de muestras, ha de analizar cuál es la mejor forma de realizar el muestreo.

Si el ancho de extendido es superior a 3-3,5 metros, los sinfines laterales serán accesibles y se tomará un incremento de cada lateral. Esta es la mejor condición para la toma de muestras. Si sólo es accesible un lateral, es preferible tomar dos incrementos del mismo lateral que utilizar otro método.

Aún siendo el método más adecuado, los operarios pueden cometer los siguientes fallos, que hay que evitar:

- Tomar la muestra del primer camión. La planta acaba de arrancar y no está en régimen todavía.
- Tomar la muestra cuando empieza o finaliza la descarga del camión. Siempre se ha de tomar cuando se ha descargado la mitad aproximadamente. Con esto evitamos segregaciones.
- Si el operario llega al extendido y están en la pausa de la comida o por cualquier otro motivo, no se puede tomar la muestra de los restos de material que quedan en los cajones de los sinfines.

¿Qué hacer cuando no es posible realizar la toma de los sinfines? En el caso en que la máquina esté extendiendo a 2,5 metros de ancho, ningún sinfín es accesible, por lo que no se podrá tomar la muestra, y habrá que acudir a algunos de los métodos alternativos antes mencionados.

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

Muchas veces los operarios recurren a alguna de las siguientes prácticas “no adecuadas”, que se han de evitar:

- No se puede tomar la muestra de la tolva de la extendedora, ya que siempre hay segregaciones y la toma no será representativa.
- No se puede tomar la muestra de los pequeños montones que caen al suelo al bascular los camiones para retirarse de la extendedora. Este material también está segregado.
- No se puede tomar la muestra de la trasera del camión durante la descarga.

Descripción del método en sinfín extendedora

El único equipo necesario es la pala de muestras, que es estándar (debe ser cuadrada), tal y como se detalla en la figura:

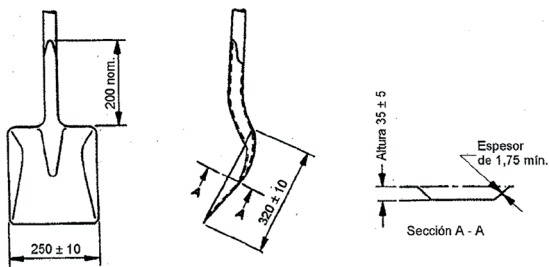


Figura 7. Dimensiones de la pala de muestreo.

- La muestra se toma cuando ha descargado aproximadamente la mitad de la bañera y es preferible tomarla con el sinfín en movimiento.
- Se hinca la pala delante del sinfín, y se retira cuando está llena. Si son accesibles los dos sinfines, se toma un incremento (pala completa) de cada lateral, lo que hace una muestra bruta de unos 18-20 kg en total. Si no son accesibles, se podrían tomar de un único lateral los dos incrementos. Nunca se toman palas a media carga, sino completas.
- Hay que tener la precaución de no colocar la pala en los extremos de los sinfines ni pegado a la caja de los mismos, ya que son zonas en la que se acumulan los gruesos y hay segregaciones.

- Los sinfines deben estar en movimiento y llenos de material.

Esta operación implica un cierto riesgo para el operario, al estar la extendedora avanzando durante la toma de muestras. Los operarios tienen que realizar la toma con suma precaución.

Mezclas tipo BBTM y PA

Para este tipo de mezclas, susceptibles siempre de escurrimiento de ligante, hay que ser muy rigurosos con la toma de muestras. Cualquier manipulación/calentamiento a posteriori de la toma de muestra provoca pérdidas de contenido de ligante, por ejemplo, de los restos que quedan adheridos en los distintos recipientes y palas, etc. Esto provoca una tendencia a obtener resultados del contenido de ligante bajos, que no son reales.

¿Qué podemos hacer en estos casos?

Una buena práctica y con la que se minimizan bastante las pérdidas de ligante, es tomar en una tara con peso conocido y una pala pequeña de preparación de muestras, directamente de la caída del sinfín de la extendedora, a mitad de camión, una muestra y dejarla directamente en la tara. Esta porción es la que se empleará para realizar el ensayo de contenido de ligante.

Puede ser una práctica recomendable el uso de un cuarteador mecánico para estas operaciones.

Luego se tomarán otros dos incrementos siguiendo el procedimiento expuesto, para conformar la muestra bruta para realizar el resto de ensayos.

6.2. MEZCLA BITUMINOSA EN PLANTA

Al igual que ocurre con los áridos, la toma de muestra es tan importante como la propia realización del ensayo. Vamos a conocer cómo debemos efectuar la toma de muestra de las mezclas bituminosas en la planta de fabricación.

Se trata de establecer un método operativo fiable que permita obtener una muestra bruta (pequeña cantidad) que sea representativa del material que se ha fabricado en un centro de producción de mezclas

MEZCLA BITUMINOSA

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

en un lote definido (toneladas-jornadas-periodos). Esta operación tiene riesgos que resultan de gran importancia para la evaluación de la conformidad de los productos ensayados, como por ejemplo las segregaciones.

El marco normativo para la toma de muestra es la norma *UNE-EN 12697-27*.

Esta toma de muestra se puede efectuar en salida de la tolva o mezclador, sobre pala cargadora o sobre camión.

Se debe utilizar en estas operaciones un recogedor para mezclas de tamaño nominal igual o inferior a 16mm o una pala cuadrada como la descrita en 5.1 para mezclas de tamaño nominal superior a 16mm.

En el caso de materiales cuyo árido sea de tamaño nominal inferior a 16mm, utilizando una pala o recogedor de toma de muestras, se toma un mínimo de cuatro incrementos de 3kg cada uno.

En el caso de materiales cuyo árido sea de tamaño nominal superior a 16mm, utilizando una pala de toma de muestras se toma un mínimo de cuatro incrementos de aproximadamente 7kg cada uno.

Cuando se trate de tomas sobre el cazo de una pala cargadora, se tomarán con ayuda de la pala manual tres incrementos a izquierda, derecha y zona central habiendo retirado previamente la capa superficial (10 cm) de material.



Figura 8. Toma de muestra sobre el cazo de una pala cargadora.

En el caso de toma de muestra en camión se toman los incrementos a unos 10 cm por debajo de la superficie del material y en distintos puntos, tan separados entre sí como sea posible, pero sin que se encuentren a menos de 30 cm de la pared de la caja del camión. Se deberá retirar todo el material superficial incluyendo cualquier partícula gruesa que pueda caer en la cavidad durante la toma de muestras. Se deberá ser especialmente riguroso con las medidas de seguridad a implementar para el acceso al camión y la toma de muestra en la caja del mismo.

Como consideraciones adicionales:

- El número de incrementos fijados es un mínimo y puede ser necesario aumentarlo en algunas circunstancias.
- En el caso de algunos materiales menos cohesivos se recomienda utilizar una placa metálica que se hince en el material para facilitar la excavación de los 10 cm, de manera que se evite la caída del material superficial en la cavidad.

MEZCLA BITUMINOSA

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

Las ventajas de este modo son las siguientes:

- Hay poco riesgo para la seguridad de los operarios;
- La operación de muestreo es fácil de ejecutar;
- No son necesarios equipos especiales.

Los inconvenientes del método son los siguientes:

- Hay un cierto riesgo de obtener muestras que no sean representativas, por la segregación que se produce durante la carga del camión y el transporte; esto es especialmente relevante en el caso de mezclas de tamaño nominal superior a 16 mm.
- No hay certeza sobre la localización precisa del material una vez colocado en el firme;
- Se toma la muestra de una cantidad limitada de material.

6.3. TESTIGOS DE MEZCLA BITUMINOSA

Este procedimiento tiene aplicación en la toma de testigos de pavimentos de mezcla bituminosa, que hayan adquirido consistencia suficiente. Lo aquí descrito puede consultarse en las normas *NLT-314* y *UNE EN 12697-27*. Los testigos se pueden tomar para determinar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento, así como para comprobar su espesor o la composición ponderal del material.



Figura 9. Toma de muestra de testigos de mezcla bituminosa.

Para la extracción de testigos será necesario contar con una máquina motorizada compuesta por un elemento motor a combustión o eléctrico con diseño y potencia suficiente para hacer que la corona o sierra cortadora que se adapte, penetre perpendicularmente y corte la capa de pavimento hasta la profundidad deseada con la mínima alteración de la estructura del mismo. Las coronas saca testigos deberán de ser de 10 y 15 cm de diámetro interior para acoplarlas al motor referido y con una profundidad útil de penetración igual o mayor que el espesor de pavimento que se pretende cortar. El diámetro de los testigos dependerá de los ensayos que se vayan a realizar. Para ensayos de granulometría y contenido en ligante debe utilizarse un diámetro de 15 cm o mayor. El borde de corte será de diamante, carborundo u otro material suficientemente resistente al desgaste. En algunos casos puede ser necesaria una sierra de corte lineal para toma de muestras de superficie cuadrangular de cualquier dimensión. Tanto para el caso de la sierra de corte como para el de la corona, será necesario un depósito de agua transportable de capacidad suficiente para asegurar el suministro de agua para la refrigeración de los elementos cortantes.

Las muestras del pavimento compactado no se tomarán hasta que el material se haya endurecido o enfriado lo suficiente para permitir una extracción del testigo sin que se produzcan perturbaciones estructurales en las uniones del árido grueso con el mortero. En general, para mezclas bituminosas bastará esperar a que la mezcla adquiera la temperatura ambiente, aunque en ciertas condiciones meteorológicas y con algunos tipos de mezclas bituminosas puede ser necesario un mayor espacio de tiempo antes de proceder a la extracción de forma que se asegure una mínima o nula perturbación de la estructura en el material que el testigo va a representar.

Cada testigo se obtendrá perpendicular a la superficie horizontal del pavimento, separado al menos 25 cm de los bordes de la capa y de las juntas de construcción. Se pondrá especial cuidado en el anclaje y sujeción de la máquina saca testigos al suelo, lo más perpendicular posible para obtener testigos lo más rectos posibles.

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES



Figura 10. Disposición de la máquina extractora.

La localización de los testigos se llevará a cabo por un procedimiento totalmente aleatorio y el número de testigos dependerá del volumen total de material extendido a controlar o de los ensayos necesarios que se vayan a realizar sobre los testigos. Para ello podemos usar los siguientes procedimientos:

Procedimiento 1: Se extrae un mínimo de tres testigos, de profundidad igual o mayor que el espesor de la capa considerada, en puntos aproximadamente equidistantes situados a lo largo de una línea teórica diagonal que atraviese el ancho de la capa puesta en obra en una longitud no mayor de 150 m. Se toma muestra cada 150 m o fracción de perfil longitudinal, teniendo en cuenta que las extracciones se practican a una distancia no menor de 25 cm de los bordes de la capa o de las juntas de construcción.

Procedimiento 2: Se asigna un número a cada 10 m de longitud extendida en la jornada de trabajo precedente. A los primeros 10 m se les asigna el número 1 y a los siguientes los correspondientes números correlativos y se determina la posición de la zona de toma de muestras como sigue:

Se colocan en un recipiente tantos cartones numerados como tramos de 10 m componen la zona en que se va a realizar el muestreo. Se saca al azar del recipiente un número de cartones igual al de muestras parciales deseadas. Estos números definen las zonas en que se realizará la extracción. Para determinar la localización de las muestras unitarias que forman la muestra parcial, se vuelve a colocar en el recipiente tantos cartones numera-

dos como metros de ancho tenga la capa de pavimento, multiplicados por 4, numerándolos sucesivamente a partir del 1. Se sacan tantos cartones como muestras unitarias va a componer la muestra parcial, generalmente dos. Los números extraídos representan la distancia en fracciones de 0,25 m respecto al borde derecho en donde se debe localizar la toma de muestras. Esta operación se repite para cada muestra parcial. Los testigos se extraen sobre una de las diagonales del rectángulo en cuestión formado por el lado de 10 m y el ancho de la capa. La diagonal a escoger será función de la localización de la primera muestra unitaria considerada. Si ésta está próxima al borde exterior, la diagonal comenzará en éste y en caso contrario en el borde inferior. El número de muestras testigo que se requiere, obtenidas por alguno de los métodos descritos anteriormente, dependerá de la característica o características que se pretende medir. El número de muestras debe ser suficiente para satisfacer el nivel de confianza deseado en los resultados de los ensayos a realizar.



Figura 11. Muestras testigo de pavimento bituminoso.

La siguiente tabla es una guía estimativa de la cantidad mínima de material para conformar la masa de una muestra. Las cantidades totales dependerán del tipo y número de ensayos que se pretenda realizar con el material. En general, las cantidades que se detallan en la tabla son adecuadas para ensayos de rutina.

MEZCLA BITUMINOSA

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

Tabla 2. Cantidad mínima de testigos según tamaño máximo de árido.

Tamaño máximo nominal árido (mm)	Área mínima aprox. de pavimento a extraer (cm ²)	Número mínimo equivalente de testigos a extraer	
		10 cm \varnothing	15 cm \varnothing
Hasta 2,5	256	3	2
5	256	3	2
10	256	3	2
12,5	441	6	3
20	676	9	4
25	961	12	6
40	961	(*)	6
50	1441	(*)	8

(*) Para pavimentos fabricados con árido de tamaño superior a 25 mm, no se utilizará sonda de menos de 15 cm de diámetro interior (NLT-314).

Se tomarán las medidas necesarias para evitar deformaciones o deterioros en las muestras. Los testigos se colocarán sobre una superficie dura, plana y horizontal de forma que la cara superior, la de compactación, quede hacia abajo. Si el testigo está constituido por dos o más capas, se utilizará una sierra de disco para separar e individualizar cada capa, en particular si el testigo es cilíndrico.

Inmediatamente después de extraído un testigo, se realizará el relleno del agujero producido en la toma con el fin de evitar posibles accidentes a los vehículos que transiten por la vía. El material para rellenar el agujero será, siempre que sea posible, de la misma naturaleza y características que el que constituye el pavimento, en cuyo caso se obtendrá de la misma central de fabricación que lo esté produciendo. Si no se puede disponer de este material, se procederá al relleno del agujero con otro tipo de material que asegure una perfecta adaptación de éste a la geometría del mismo, así como una adherencia satisfactoria entre el material de relleno y las paredes del agujero. Tanto la granulometría del árido como el tipo de ligante constituyentes del material serán los adecuados. Una vez distribuido el material de relleno dentro del agujero, se compactará en dos o más capas, por medio de una maza o pisón de compactación que tenga el mismo diámetro que el agujero.



7

MICROAGLOMERADO EN FRÍO

El objetivo es establecer un procedimiento de toma de muestra de lechadas y microaglomerados en frío que asegure la representatividad de ésta.

El marco normativo general para la toma de muestras de microaglomerados en frío está descrito en la norma europea *UNE EN 12274-1, Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Toma de muestras de lechadas bituminosas.*

UNE EN 12274-1: TOMA DE MUESTRAS DE LECHADAS BITUMINOSAS

Dado que a nuestro parecer esta norma tiene varias incongruencias (*“el mezclador tiene que estar en funcionamiento antes de la toma de muestra como mínimo 30 minutos, o que una vez cogida la muestra se tiene que agitar hasta su rotura”*), consideramos que se deben hacer una serie de comentarios adicionales a lo que se indica en la norma:

Se tomará una muestra a la salida del mezclador de la máquina y cuando la máquina haya extendido al menos 30 m lineales de material, con la precaución de coger todo el caudal que durante unos segundos la máquina arroje por el vertedero. Si el recipiente de toma de muestra queda muy lleno (nunca debe rebosar la muestra), y es difícil de manipular, nunca

debe vaciarse parcialmente. En este caso se deberá tomar otra muestra. La muestra no deberá tomarse ni al inicio ni al final de la extensión y siempre deberá hacerse en tramos rectilíneos, sin peraltes.

Una vez tomada la muestra hay 2 opciones:

- Agitación de la muestra con una varilla hasta su rotura, para asegurar que las partículas de árido de la mezcla permanecen en suspensión hasta que la muestra rompe.
- No agitación => Ideal en muestras de lechadas y microaglomerados en frío fabricados con emulsiones aniónicas o en muestras fabricadas con emulsiones catiónicas pero cuya rotura no está controlada.

En ambos casos, la muestra se debe mantener apoyada en una superficie horizontal y se debe trasladar al laboratorio convenientemente cerrada.



8

RECICLADO IN SITU CON EMULSIÓN

No existe una norma propia para la toma de muestra de mezclas recicladas con emulsión, como sí ocurría para los microaglomerados en frío, por lo que se emplea la norma europea UNE EN 12697-27. Se tomarán 4 incrementos de 7 kg y se combinan para formar la muestra bruta. Posterior-

mente, esta muestra se cuarteará para obtener la muestra reducida y la de ensayo. Para que no se altere la humedad de la muestra tomada en obra, se debe guardar en un recipiente herméticamente cerrado.

RIEGOS BITUMINOSOS (DOTACIÓN)

El marco normativo lo establece la *norma UNE EN 12272-1 Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo. Parte 1: Índice y regularidad de las dispersión del ligante y de las gravillas*.

Para determinar la dotación media del riego bituminoso, se deben recoger muestras del ligante aplicado con la propia máquina de riego, en perfectas condiciones de uso (una vez calibrada). Los pulverizadores deberán lograr un funcionamiento adecuado antes de comenzar el ensayo.

La superficie total mínima de ensayo será de 0,5 m² y los colectores (con un área mínima de 0.1 m² de forma individual), en la medida de lo posible, estarán espaciados uniformemente a lo largo de toda la anchura de la carretera que se va a regar.

Los colectores serán de un material lo suficientemente robusto como para resistir la deformación durante el uso y ser capaces de retener 100 % de ligante aplicado.

Así podrían ser:

- Bandejas rectangulares de metal o de otro material lo suficientemente consistente como para resistir la deformación por uso. Una lámina de acero de 2 mm de espesor podría ser adecuada. (Las bandejas pueden contener un material absorbente para impedir que fluya el ligante).

Las dimensiones internas de las bandejas deben ser las siguientes:

anchura (250 ± 2) mm hasta (500 ± 2) mm;
altura (5 ± 2) mm hasta (10 ± 2) mm.

Entre las bandejas utilizadas para un ensayo no debe existir una diferencia de anchura de más de 10 mm.

- Baldosas rectangulares o tableros de fibra absorbente con capacidad para absorber una cantidad de ligante 1,5 veces superior a la dotación esperada, sin que se produzca una pérdida de éste. Por ejemplo, hay que evitar que se produzca la fluencia del ligante mientras se está aplicando o cuando se mueven las bolsas, o las pérdidas derivadas de la penetración a través de la baldosa o tablero. Las dimensiones de las baldosas o tableros (área expuesta para recoger el ligante) deben ser las siguientes:

anchura (250 ± 2) mm hasta (500 ± 2) mm;
espesor máximo 25 mm.

- Las baldosas o tableros pueden superar las dimensiones máximas establecidas, aunque se deberán adaptar con cinta adhesiva hasta llegar a la dimensión máxima.
- Se podrá requerir de una balanza portátil, legible a 1 g y con capacidad suficiente para pesar una bandeja con 1,5 veces la dotación máxima del riego con el objeto de determinar in situ la do-

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

tación de la emulsión del riego. Si no se hace in situ, se podrán utilizar bolsas de plástico o similares de peso conocido para su traslado al laboratorio, deberán ser ligeras y capaces de contener el ligante y el colector para el posterior pesaje sin que se produzcan pérdidas por fugas o evaporación.

- Se puede utilizar cinta adhesiva para sujetar los colectores a la carretera. Posteriormente, cuando se retire la cinta adhesiva no deberá dañar a los colectores para garantizar que no haya pérdida de masa del material.
- El lugar de la toma de muestra se debe encontrar a al menos 30 m de distancia del lugar donde se vaya a iniciar el riego. En cuanto a la colocación de los colectores, éstos se colocarán a lo largo de la anchura de la carretera que se va a regar, y al menos a 200 mm del borde, como se muestra en la figura 12.

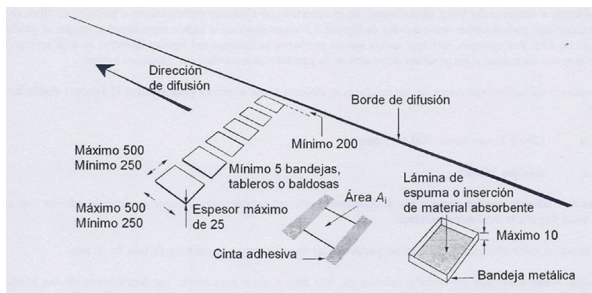


Figura 12. Esquema de muestreo para dotación de riegos bituminosos.

Si se utiliza cinta adhesiva para fijar los colectores a la carretera durante el riego, se debe medir la longitud y la anchura de cada una de las áreas expuestas al riego con una precisión de 5 mm para el cálculo total de la superficie de toma de muestra.

Cuando el riego sea intencionadamente diferente en el mismo perfil transversal porque así lo requiera la aplicación, entonces los colectores se deberán colocar en las áreas en las que la dotación media prevista sea la misma.

Se debe evitar el contacto con los colectores al pasar la máquina de riego.

Dentro de los 3 minutos siguientes a la aplicación del riego se deben retirar los colectores de la superficie de la carretera. A continuación, introduzca cada colector en su propia bolsa de plástico, si se utiliza,

con cuidado de no perder nada de ligante. El pesaje se realizará en 10 minutos, a menos que las bolsas de plástico o materiales similares minimicen la pérdida de agua de las emulsiones o volátiles, de modo que los resultados no se vean afectados, dentro de las tolerancias del ensayo, por el tiempo transcurrido antes del pesaje.

Otra opción, por determinadas circunstancias de la propia obra o si hubiera dudas de una posible evaporación del agua o volátiles de la emulsión, se podría determinar el ligante residual, evaporando totalmente el agua y volátiles de la emulsión en el laboratorio y a partir de los datos de la emulsión con la que se ha realizado el riego determinar la dotación de emulsión.

Las recomendaciones establecidas en el pliego PG-3 artículos 530 riegos de imprimación, 531 riegos de adherencia y 532 riegos de curado son las siguientes:

“En cada lote se comprobarán las dotaciones medias de ligante residual, disponiendo durante la aplicación del riego, bandejas metálicas, de silicona o de otro material apropiado, en no menos de 3 puntos de la superficie a tratar. En cada uno de estos puntos de recogida se determinará la dotación, mediante secado en estufa y pesaje”.

EMULSIONES BITUMINOSAS

El marco normativo se establece en la norma *UNE-EN 58 Toma de muestras de ligantes bituminosos*.

En el caso de emulsiones es necesario que la persona que tome la muestra tenga experiencia en los métodos a emplear para conseguir una muestra lo más representativa posible.

El tamaño de la muestra dependerá de los ensayos que se vayan a realizar. Para un control de fabricación bastaría con un envase de 2l, si se trata de un control completo la cantidad de muestra necesaria estaría en torno a 6l (3 envases de 2l). Los recipientes serán de plástico y boca ancha, con tapa de rosca.

Las muestras se toman de los tanques a través de válvulas toma-muestras, sondas de muestreo, llaves de tres vías disponibles o bien en las líneas de carga como control de expedición. En función del tipo

EMULSIONES Y RIEGOS BITUMINOSOS

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

de sistema empleado para la toma de muestra, se realizará una extracción asegurando que la muestra es relevante y representativa. En caso de no tener válvulas, la norma contempla la toma por técnicas de inmersión.

Se debe identificar la muestra con la información necesaria sobre el bote y no sobre la tapa.

Si la muestra se toma de una cisterna de riego, se recomienda cerrar todos los difusores de la rampa de riego, menos el que se encuentra en el extremo. Se coloca debajo el envase para la toma de muestra y se llena hasta la cantidad que sea necesaria en función de los ensayos a realizar.



Figura 13. Toma de muestra de emulsiones bituminosas

10

TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

Como se desprende de lo comentado en el presente documento, la toma de muestras de los diversos materiales es de vital importancia para dotar de *representatividad* a los resultados de laboratorio. En el mismo nivel de exigencia debemos situar el posterior manejo y reducción de las muestras que llegan al laboratorio para la obtención de las muestras propias de ensayo.

Unido a la representatividad, que debe permanecer constante en todas las operaciones realizadas en el laboratorio, se encuentra inexorablemente la *trazabilidad*. Debemos mantener siempre una conexión inequívoca entre la referencia de la muestra con la que se trabaja en laboratorio y sus datos fundamentales de muestreo como pueden ser su origen, tanto temporal como geográfico, las condiciones ambientales de la toma, el tipo de material o la persona que realizó la toma de muestras. Se deben extremar los cuidados en el etiquetado y almacenaje de las porciones sobrantes de tal modo que puedan ser objeto de contraste si los resultados así lo requiriesen.



INFORME DE TOMA DE MUESTRAS DE MEZCLA BITUMINOSA UNE-EN 12697-27:2018

Identificación de la obra/contrato/proyecto:

Nº de muestra:

Tipo de mezcla:	
Fabricante:	
Procedencia:	
Suministrador:	
Albarán de entrega nº:	
Procedimiento de toma de muestras:	<input type="checkbox"/> Carga del camión / Id. camión <input type="checkbox"/> Descarga del camión/ Id. camión <input type="checkbox"/> Sinfin extendedora <input type="checkbox"/> Monton de material trabajable <input type="checkbox"/> Material extendido no compactado <input type="checkbox"/> Material extendido y compactado: testigo/placa <input type="checkbox"/> Cinta transportadora en central <input type="checkbox"/> Otros: Indicar
Fecha y hora del muestreo:	
Lugar del muestreo:	(carretera, pk, margen)
Temperatura de la muestra:	
Muestras tomadas (Identificar productos, cantidad y marcas) y ensayos a realizar:	
Observaciones:	Condiciones ambientales:
El tomador de la muestra:	
Fdo.	

Figura 14. Ejemplo de formato de documento para la trazabilidad de la toma de muestra de mezcla bituminosa.

TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

En el caso de la preparación y manejo de las muestras de mezcla bituminosa en caliente tras la recepción en laboratorio para realizar los diferentes ensayos, debemos añadir un factor clave que no está presente en otros materiales; la temperatura. Tanto en la compactación de las probetas para la realización de los ensayos volumétricos y mecánicos, por la fuerte dependencia densidad/temperatura, como al trabajar con las muestras brutas para reducir las a las cantidades adecuadas para cada test.

El marco normativo general para la toma de muestras de mezclas bituminosas está encabezado por la norma europea UNE EN 12697-27, como ya se ha indicado con anterioridad en estas recomendaciones. Para la realización de los ensayos de laboratorio de los que vaya a ser objeto la muestra, habrá que tomar en consideración las cantidades de muestra (muestra de ensayo) indicadas en cada norma correspondiente, con el fin de evaluar con criterio la cantidad suficiente de material total para las operaciones de toma de muestra.

Contenido en ligante y granulometría (UNE EN 12697-1; UNE EN 12697-2; UNE EN 12697-28; UNE EN 12697-39)

Se trata de una de las parejas de ensayos de caracterización más repetidas para este tipo de materiales, siendo la base del control de producción de fábrica para el marcado CE de las mezclas con el fin de comprobar la homogeneidad del producto y la validez de los ensayos de tipo asociados. En este caso la norma 12697-28 describe cómo debe realizarse la preparación de muestras para estos ensayos debido a su gran trascendencia. Se indica que deben inspeccionarse las muestras para anotar cualquier anomalía detectada y si existen indicios de escurrimiento de ligante, el material escurrido debe recogerse para ser adicionado en una parte proporcional sobre la muestra una vez reducida para ensayo.

La situación ideal es aquella en la que la mezcla nos llega con temperatura suficiente como para poder reducirla a muestra de ensayo. Su consistencia al reducir debe ser tal que se observe durante el cuar-

teo que el material desliza convenientemente por las ranuras del cuarteador sin ofrecer excesiva resistencia. Pero en otras ocasiones será necesario un recalentamiento de la muestra para proceder a su reducción. Éste debe seguir las temperaturas indicadas en la siguiente tabla y en ningún caso debe prolongarse más de 4 horas, con el fin de evitar la pérdida de volátiles:

Tabla 3. Temperaturas máximas de calentamiento para la preparación de muestras de ensayo.

TIPO NOMINAL DE LIGANTE A 25° C	COMENTARIOS
Penetración >330	105
Penetración > 60 y ≤330	120
Penetración entre 25 y 60	135
Penetración < 25	150

Para los betunes más utilizados en España la temperatura máxima se sitúa en 135° C.

Es importante que los acondicionamientos antes mencionados se realicen en estufa evitando en todo caso calentamientos en recipientes en contacto con llama directa ya que pueden producirse elevaciones localizadas de temperatura que provoquen importantes oxidaciones.



Figura 15. Acondicionamiento de muestras en estufa.

TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

En cuanto a la reducción de las muestras, la masa de material para cada determinación debe adaptarse a los siguientes rangos:

Tabla 4. Masas de material para cada determinación (muestra de ensayo)

TIPO NOMINAL DE LIGANTE A 25° C	MASA DE LA PORCIÓN DE ENSAYO PARA CADA DETERMINACIÓN (G)	
	MÍNIMO (NORMATIVO)	MÁXIMO (INFORMATIVO)
31.5	1500	2800
22.4 ó 20	1000	2000
16 ó 14 ó 12.5	800	1400
11.2 ó 10 ó 8	300	1000
6.3 ó 5.6 ó 4 ó 2	150	500

Se recomienda la utilización de cuarteador mecánico frente al procedimiento de cuarteo manual para la reducción de muestras con el fin de minimizar los tiempos de manejo y así evitar enfriamientos innecesarios. Cuando se utilice este método de división, la abertura del cuarteador será como mínimo de 1.5D, siendo D el tamaño máximo de árido de la mezcla. Se recomienda la aplicación de un líquido antiadherente (similar al usado en las cajas de los elementos de transporte) al cuarteador para evitar que la mezcla se pegue al mismo.

Como se ha comentado, los ensayos de granulometría y extracción suelen abordarse de manera conjunta; en el caso de muestras de pequeño tamaño máximo de árido la cantidad mínima de ensayo de la tabla anterior debería ser sustituida por 50D, ya que esta cantidad es limitante para la representatividad del ensayo granulométrico.

Debido a las características especiales del material fresado para su reutilización en mezclas bituminosas, es de suma importancia evaluar correctamente su homogeneidad de composición. Para los ensayos de contenido en ligante, agua y granulometría de las partículas extraídas de estos materiales, es recomendable partir de tamaños de muestra de ensayo de entre 2000g y 3000 g independientemente del tamaño máximo del árido y pasar a tratarlos a efectos de preparación de muestras como gravillas preenvueltas.

Densidad máxima (UNE EN 12697-5)

El ensayo de densidad máxima por el método volumétrico *UNE EN 12697-5* es en la actualidad el ensayo de referencia para el posterior cálculo de huecos en las mezclas bituminosas. Para la realización de este ensayo es necesario partir para una determinación de una muestra de tamaño 50D en gramos, con un tamaño mínimo de 250 g, siendo D el tamaño máximo nominal de la mezcla. Si se parte de testigos extraídos del pavimento, el espesor de éstos debe ser mayor de 20 mm ó 2D.

Para las operaciones de cuarteo y preparación de la muestra suelta para el ensayo ésta no debe ser calentada por encima de los 110° C. La operación de soltar y separar las aglomeraciones tiene una importancia fundamental. Tras el proceso de preparación no deben existir aglomeraciones de más de 6 mm para facilitar la extracción de aire con la aplicación de vacío.

Densidad aparente (UNE EN 12697-6; UNE EN 12697-30; UNE EN 12697-31)

Otro de los ensayos más usuales en laboratorio para evaluar las características volumétricas de una mezcla bituminosa es la determinación de la densidad aparente y la fabricación de especímenes asociada. Estos especímenes deben prepararse con una masa que oscila entre 1050 g y 1400g en función de la densidad de la mezcla a analizar. Se debe realizar una probeta de prueba para calibrar la altura requerida. Si la densidad tuviera que ser determinada sobre testigos de pavimentos éstos tendrán un espesor mínimo de 20 mm ó 2D.

Debemos ser especialmente cuidadosos con las temperaturas de fabricación de estos especímenes para asegurar su representatividad. Las muestras reducidas destinadas a la fabricación de cada una de las probetas no deben permanecer más de una hora (1h) en la estufa a la temperatura de compactación especificada.

Sensibilidad al agua/Tracción indirecta (UNE EN 12697-12; UNE EN 12697-30; UNE EN 12697-23)

Es, en la actualidad, el ensayo que evalúa la susceptibilidad al agua de las mezclas bituminosas. Como

TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

norma general, y para evitar envejecimientos innecesarios, el cuarteo para la obtención de las porciones de ensayo y muestras de ensayo se realizará tras un calentamiento a un máximo de 135° C de la muestra de partida (ver tabla 1 de *UNE EN 12697-28* para betunes de penetración no usuales) y por un tiempo no superior a 4h.

Para cada espécimen a fabricar se tomarán entre 1050g y 1400g con el fin de obtener una altura de probeta de entre 35 mm y 75 mm. Se deberán ensayar un mínimo de 6 probetas (3 por ensayo de ITS).

Ensayo en pista. Ensayo de rodadura. (UNE EN 12697-22; UNE EN 12697-33)

De forma paralela a lo que ocurre con otros ensayos de evaluación de características mecánicas, la manipulación para la preparación de los especímenes de ensayo debe buscar un compromiso entre la reducción representativa de muestra y el calentamiento o recalentamiento necesario en su caso. La temperatura de 135° C y, como máximo, las 4 h de estancia en la estufa para asegurar su manejo se estiman suficiente.

Para el caso del ensayo de rodadura la masa a utilizar para cada una de las muestras de ensayo depende de la densidad de la propia mezcla y de la altura del espécimen de ensayo. Se recomienda en todo caso partir de una cantidad de mezcla cercana a los 50 kg de mezcla obtenida en la central de fabricación o en el extendido.

ÁRIDOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS

Una vez en el laboratorio, la normativa *UNE EN 932-2*, recoge los métodos a seguir para la reducción de muestras brutas hasta la muestra de ensayo propiamente dicha. En esta norma se describen diversas metodologías de reducción de muestra. Para los ensayos de áridos para mezclas bituminosas, debido a las condiciones y características de los mismos, es aconsejable la utilización de un cuarteador mecánico para la obtención de las muestras de ensayo. Éste debe contar con una luz de abertura mayor a 1.5D. Sólo en el caso de la determinación del contenido de

humedad puede ser recomendable utilizar otros métodos de reducción que no necesiten de la libre circulación del material como ocurre en el cuarteador.



Figura 16. Métodos de reducción de muestra.

En la mayoría de casos los ensayos de áridos especifican una masa mínima de la muestra de ensayo, ligada normalmente al tamaño máximo de partícula, con la finalidad de conseguir la mayor representatividad posible. A modo de ejemplo y para no reducir la precisión del método de ensayo, la determinación de la granulometría de las partículas por el método del tamizado según *UNE EN 933-1* establece un valor mínimo de muestra de ensayo (obtenida por la reducción de la muestra de laboratorio) que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5. Masas de material para cada determinación (muestra de ensayo).

TAMAÑO MÁX. DEL ÁRIDO D (MM)	MASA MÍNIMA DE ENSAYO (KG)
90	80
32	10
16	2.6
8	0.6
≤ 4	0.2

TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

Donde las masas mínimas para tamaños intermedios puede interpolarse utilizando la fórmula $M=(D/10)^2$, siendo M la masa mínima de ensayo (kg) y D el tamaño máximo del árido en mm.

Es por tanto de vital importancia conocer las cantidades mínimas de muestra de ensayo para cada uno de los procedimientos a llevar a cabo (por lo general se incluyen en los apartados de preparación de la muestra de ensayo en cada norma) con el fin de no introducir mermas en la precisión de los mismos, ya que los valores de repetibilidad y reproducibilidad suelen ser ya de por sí elevados para este tipo de ensayos y por tanto podemos desvirtuar los resultados.

Se debe evitar igualmente el denominado “sobrecuarteo” que no es más que reducir la muestra de ensayo por cuarteo a valores por debajo del mínimo recomendado para ensayo.

Granulometría de las partículas y limpieza o contenido de impurezas (UNE EN 933-1; UNE EN 933-2)

En el apartado general se han reflejado los tamaños de muestra de ensayo requeridos para este ensayo. Se debe secar la muestra a una temperatura de $110\pm 5^\circ\text{C}$ hasta masa constante. Respecto a la representatividad de los resultados se debe evitar la sobrecarga de los tamices durante el proceso, de tal modo que si ésta se produce (apdo. 7.2 de UNE EN 933-1), se deben tamizar fracciones menores para el tamiz en que se produzca de manera consecutiva, para obtener una eficacia adecuada de tamizado.

Equivalente de arena (UNE EN 933-8) SE_4

Para este ensayo de evaluación de los finos, la muestra de ensayo debe reducirse según *UNE EN 933-2* para obtener dos submuestras. La submuestra de ensayo no debe secarse artificialmente y se debe ensayar con un contenido en humedad inferior al 2%. No se aplica la corrección de contenido en finos indicada en el apartado 7.3 de la norma.

Angulosidad. Porcentaje de caras de fractura (UNE EN 933-5)

Para determinar las caras de fractura se debe partir de una muestra de ensayo reducida conforme a *UNE EN 933-2* de la siguiente masa mínima:

Tabla 6. Masas de material para cada determinación (muestra de ensayo).

TAMAÑO MÁX. DEL ÁRIDO D (MM)	MASA MÍNIMA DE ENSAYO (KG)
63	45
32	6
16	1
8	0.1

Forma. Índice de lajas (UNE EN 933-3)

Para la determinación del índice de lajas se debe partir de una masa de porción de ensayo como la indicada en la norma *UNE EN 933-1*. Para reducir la muestra se debe seguir el procedimiento indicado en *UNE EN 932-2*. Al igual que ocurre en la granulometría se debe partir de una porción de ensayo seca a $110\pm 5^\circ\text{C}$ hasta masa constante.

Resistencia a la fragmentación. Coeficiente Los Ángeles (UNE EN 1097-2)

Para la preparación de la muestra de ensayo con el fin de determinar el coeficiente de desgaste Los Ángeles de áridos gruesos destinados a la fabricación de mezcla bituminosa debemos partir de una muestra reducida de al menos 15 kg de material con una granulometría comprendida entre 10 mm y 14 mm.

Resistencia al pulimento para capas de rodadura (CPA) (UNE EN 1097-8)

Para la preparación de las probetas para este ensayo se debe partir de una muestra reducida mínima de 2 kg de árido que pasen por el tamiz de 10 mm y queden retenidas en el tamiz de barras de 7.2 mm.

BETUNES

Una vez llega la muestra de betún a las instalaciones del laboratorio, ésta se preparará para los diferentes ensayos tomando en consideración lo establecido en la *UNE-EN 12594* Betunes y ligantes bituminosos. Preparación de las muestras de ensayo.

TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

En general, cuanto menor sea el número de recalentamientos a los que se someta una muestra de betún de cualquier tipo, menor será la alteración de sus propiedades. La recomendación es que el ligante no se recaliente más de dos veces y que el calentamiento dure el menor tiempo posible.

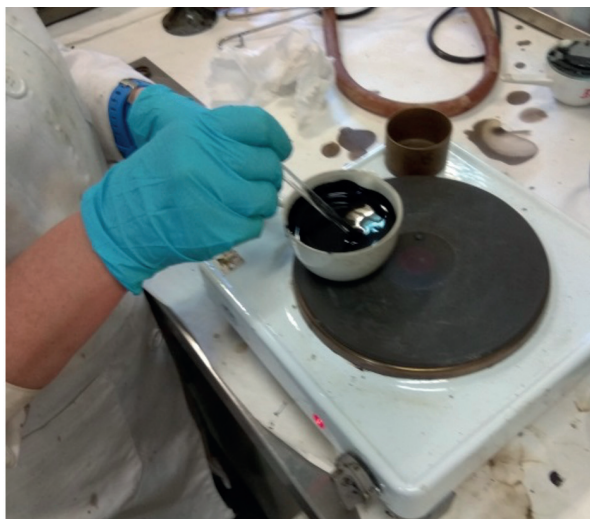


Figura 17. Homogeneización de la muestra.

Pero debido a su tamaño, casi siempre es inevitable tener que dividir la muestra que llega al laboratorio en varias fracciones (en muestras de ensayo o bien para otras aplicaciones previstas). Para ello, la muestra se debe calentar a la temperatura mínima que permita removerla para su homogeneización, que suele estar unos 100°C por encima de su temperatura de reblandecimiento anillo y bola estimada. Para los betunes modificados con polímeros se deberán tener en cuenta las recomendaciones del suministrador, aunque en ningún caso se deberán sobrepasar los 200°C. La operación de remover una muestra fluida de betún, sea cual sea la cantidad, debe hacerse suavemente para evitar que se formen burbujas de aire, empleando un utensilio metálico o varilla de vidrio.

La homogeneización previa es importante en ligantes modificados con polímeros, e imprescindible con ligantes que contengan polvo de caucho NFU u otros aditivos poco compatibles con el betún, debido a su menor estabilidad. No es tan necesaria en el caso de los betunes convencionales sin modificar, cuya composición suele ser homogénea y estable. Por ello, para no someter la muestra a calentamientos innecesarios, es recomendable en estos betunes extraer en frío las

cantidades requeridas para cada ensayo. Si son pequeñas, se puede emplear una espátula fina, a ser posible sin haber calentado su hoja. Cuando se requieran cantidades mayores, el betún puede extraerse calentando la espátula, o también se puede recurrir a congelar la muestra y extraerla del recipiente golpeando la superficie del betún mediante un cortafríos o herramienta similar. Debe procurarse que en el recipiente que contiene la muestra no se introduzca hielo o agua.

Una vez la muestra caliente está suficientemente fluida y homogeneizada, se procederá a repartirla en varios recipientes de capacidades adecuadas al uso posterior que se les va a dar a las fracciones, o bien se llenarán directamente los recipientes de ensayo correspondientes, intentando, siempre que sea posible, simultanear la realización de varios ensayos para evitar un recalentamiento posterior.

La cantidad total de muestra de partida recomendada en la normativa de referencia se estima en 1 litro (aprox. 1 kg) de material para realizar los ensayos más comunes. Aunque si se van a efectuar también otros ensayos que requieran cantidades de muestra relativamente grandes (punto de inflamación, estabilidad al almacenamiento, recuperación elástica, envejecimiento RTFOT con caracterización posterior), es mejor disponer al menos de unos dos litros de ligante. Conviene siempre disponer de muestra en exceso, ante la posibilidad de tener que repetir algún ensayo.

Es importante comprobar si la muestra de laboratorio contiene agua, salvo que ya se haya detectado y eliminado antes. Para ello se debe calentar una porción representativa, de entre 100 y 200 g de ligante, o bien la porción de muestra de laboratorio destinada a realizar ensayos, a una temperatura no superior a 130°C y remover continuamente hasta que el ligante deje de formar espuma.

A continuación, se detallan algunas consideraciones de interés para la realización de los ensayos más habituales. Salvo cuando las muestras de ensayo se puedan obtener en frío, en todos ellos debe tenerse en cuenta que siempre hay que calentar una cantidad de betún por encima de la estrictamente necesaria en cada ensayo para preparar las muestras, debido a que una parte no es aprovechable al quedar adherida a las paredes del recipiente donde se calienta, la varilla

de agitación, etc. Esto podrá variar según sea más o menos sencilla la manipulación del betún ya caliente.

UNE-EN 1426 Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la penetración con aguja

Para el llenado de cada uno de los recipientes de ensayo se precisan unos 60-70 g de muestra, por lo que se puede partir de unos 200 g. Para evitar la formación de burbujas de aire en las muestras de betún al llenar las cajas de penetración, estas deben calentarse, al igual que el betún, a una temperatura no más de 100°C por encima de la temperatura de reblandecimiento estimada.

UNE-EN 1427 Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de reblandecimiento. Método del anillo y bola

Para este ensayo, con cada anillo se requiere de unos 4-5 g de betún antes de enrasar. Es habitual realizar este ensayo junto con el de penetración, por lo que es suficiente partir de unos 200-250 g de ligante, cantidad adecuada para el llenado de hasta dos cajas de penetración y 4 anillos de forma representativa. Según la norma, se deben calentar los anillos (no la placa de vertido) a una temperatura no superior en 100°C sobre el punto de reblandecimiento esperado. En la práctica esto resulta innecesario, pues la finalidad es evitar la formación de burbujas de aire ocluido. Si el betún se vierte con cuidado, al ser muy poca cantidad no es fácil que se formen burbujas, aunque los anillos estén a temperatura ambiente.

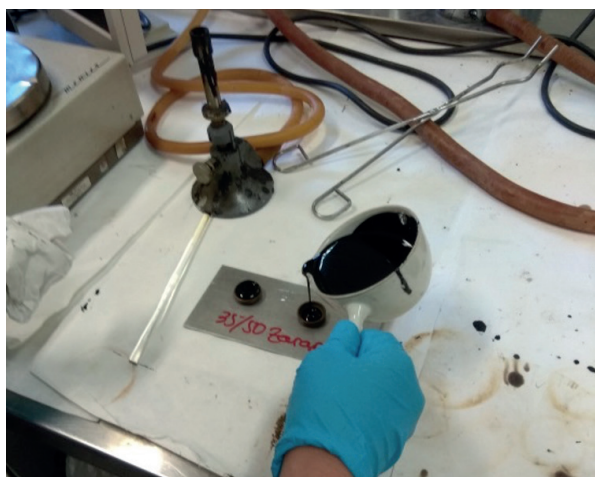


Figura 18. Vertido de la muestra de betún.

UNE-EN 12593 Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de fragilidad Fraass

La cantidad de muestra necesaria para cada lámina de ensayo es de (410 ± 10) mg. En función de la dispersión de resultados obtenida puede ser necesario preparar 3, 4 o más láminas para ensayar un mismo betún.

Para la preparación del ensayo se debe seguir estrictamente el apartado 6 de la UNE-EN 12593. Con betunes sin modificar las muestras de ensayo se pueden tomar directamente en frío. En el caso de betunes que requieran homogeneizarse previamente, se puede reservar en un recipiente una pequeña cantidad representativa, previamente calentada y homogeneizada, formando una capa delgada de unos 5 mm de espesor y dejarla enfriar. De ella se pueden tomar después en frío, con ayuda de una espátula o herramienta de punta fina, las cantidades destinadas a cada lámina. Este método es preferible a pesar en caliente cantidades tan pequeñas de betún, lo que puede resultar bastante más problemático sobre todo con ligantes modificados.

UNE-EN 12592 Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la solubilidad.

Para realizar el ensayo de solubilidad, que se hace por duplicado, se precisan 2 g de muestra de ligante por cada matraz donde es introducida para su disolución.

Las muestras deben tomarse en frío, ya sea a partir de una cantidad de betún grande (muestra de laboratorio o fracción de esta) o de una pequeña muestra homogeneizada previamente, según lo indicado para el ensayo Fraass.

UNE-EN 12607-1 Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RTFOT (película fina y rotatoria).

Para la preparación de la muestra se debe seguir estrictamente lo indicado en el apartado 6.2 de la norma. Para el llenado de los ocho recipientes de vidrio

TRATAMIENTO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

que puede contener la estufa, en total se necesitan 280 g de betún (35 g por recipiente). De ellos, 70 g (dos recipientes) son para determinar la variación de masa y los 210 g en los 6 recipientes restantes son para los ensayos de penetración y punto de reblandecimiento anillo y bola, o para otros ensayos que se tengan previstos.

Pueden emplearse utensilios para ayudar a extraer de los recipientes la mayor cantidad posible de betún ya envejecido (más del 90%), aunque sin recalentar los recipientes, salvo en el caso de betunes modificados, que sí se podrán calentar como máximo a 180°C durante corto tiempo.

MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

Una vez que la muestra se recibe en el laboratorio, hay que tomar una porción de ésta para la determinación del contenido en ligante residual (UNE- EN 12274-2). Esta misma norma también incluye la preparación de las muestras. Las diferentes cantidades de muestra a tomar dependerán del tamaño máximo nominal del árido y vienen reflejados en la siguiente tabla que aparece en la norma:

Tabla 7. Masas de material para cada determinación (muestra de ensayo).

TAMAÑO MÁX. DEL ÁRIDO D (MM)	MASA DE LA PORCIÓN DE ENSAYO PARA CADA DETERMINACIÓN (G)	
	MÍNIMO (NORMATIVO)	MÁXIMO (INFORMATIVO)
2-4	500	700
6	600	800
8	700	900
11,2	800	1000

Para ello hay diferentes opciones de toma de esa porción o muestra de ensayo:

- Mediante secado en estufa => Todo el conjunto de muestra tomada en obra se transfiere a una bandeja, se desmenuza y se seca en una estufa a 150 °C ±5°C hasta peso constante. Cuando se haya evaporado toda el agua, se homogeneiza la muestra y se toma una parte de acuerdo con el tamaño máximo del árido que tenga la mezcla.

- Por porciones => Se extrae la muestra del recipiente donde se haya tomado y se coloca en una superficie horizontal limpia. Se divide en ocho porciones triangulares y se toman 2 porciones opuestas, que se pondrán a secar en estufa a 150 °C ±5°C hasta peso constante. Este procedimiento únicamente es aplicable cuando la rotura de la emulsión se ha producido y la muestra tienen una consistencia sólida.

RECICLADOS IN SITU CON EMULSIÓN

En el caso de la preparación y manejo de las muestras de reciclado in-situ en frío con emulsión, debemos tener en cuenta el proceso de maduración de la mezcla con el tiempo y el contenido de humedad de la misma, ya que puede ser determinante en los procesos de compactación de probetas. Por este motivo no es recomendable fabricar probetas con muestras tomadas de obra. Si se necesitara determinar propiedades mecánicas de la mezcla, se recomienda tomar muestra de las materias primas de la obra (fresado, emulsión y, en su caso aditivos) y fabricar las probetas en el laboratorio.

Contenido en ligante y granulometría (UNE EN 12697-1; UNE EN 12697-2; UNE EN 12697-28)

La muestra tomada en obra o muestra bruta según la UNE EN 12697-27 (de 7 kg como mínimo), se desmenuza y se cuartea (mecánica o manualmente) hasta obtener una cantidad de muestra reciclada acorde a lo establecido en la norma UNE EN 12697-28, que dependerá del tipo de reciclado:

Tabla 8. Masas de material para cada determinación (muestra de ensayo)

TIPO DE RE	MASA DE LA PORCIÓN DE ENSAYO PARA CADA DETERMINACIÓN (G)	
	MÍNIMO (NORMATIVO)	MÁXIMO (INFORMATIVO)
RE1	1500	2800
RE2	1000	2000

Para eliminar el agua de la muestra y determinar su contenido en humedad, dicha muestra se introduce

en un cazo o se extiende convenientemente en una bandeja y se pone a secar en una estufa a 120 °C $\pm 5^\circ\text{C}$ hasta peso constante.

Una vez seca la muestra, se procede a realizar, por un lado, la granulometría de la mezcla reciclada según la *UNE EN 933-2* y, por otro, el ensayo de contenido en ligante según la norma *UNE EN 12697-1*.

Otro método también adecuado para determinar tanto el contenido de humedad del material, como el contenido de ligante, es el establecido en la *UNE EN 12697-14*.

EMULSIONES BITUMINOSAS

Norma UNE-EN 12594 Preparación de muestras de ensayo.

El intervalo de tiempo entre la toma de muestras y el ensayo de las emulsiones debe ser lo más corto posible. Para casos de arbitraje el intervalo debe ser menor de 10 días. Mantener la muestra, en la estufa, si fuera necesario entre 18°C y 28°C, o en el laboratorio si la temperatura ambiente se mantiene dentro de esos límites. Para emulsiones inestables almacenar a $(60\pm 5)^\circ\text{C}$ antes de preparar la muestra de ensayo, siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante de la emulsión en cuanto a estabilidad de almacenamiento.

Conviene tomar todas las precauciones para minimizar la pérdida de agua y/o formación de película durante esta operación. Antes de tomar las muestras de ensayo, se homogeniza la muestra bruta. Se deben preparar simultáneamente todas las muestras de ensayo necesarias para la determinación de una propiedad. Muestras para el ensayo de tamizado según la norma *UNEEN 1429* y la tendencia a la sedimentación según la norma *UNEEN 12847*. La muestra bruta o ya reducida para su mejor manejo se agita suavemente de 50 rpm a 70 rpm usando una varilla de vidrio o una espátula hasta que la emulsión sea uniforme. La temperatura de la emulsión debería ajustarse a la temperatura apropiada de ensayo para la preparación de la muestra de ensayo. Durante la agitación se evita la entrada del aire y si entrase algo, se dejan escapar las burbujas de aire. Se debe asegurar que cualquier sedimento del fondo se ha

dispersado completamente. Se anota la facilidad de re-dispersión del sedimento.

Se procede a transferir la muestra homogeneizada de emulsión al recipiente de la muestra de ensayo y ya se sigue lo descrito en la norma de ensayo de tamizado (*UNE EN 1429*) y tendencia a la sedimentación (*UNE EN 12847*).

Muestra de ensayo para otros ensayos

Se realiza lo descrito en el apartado anterior hasta anotar la re-dispersión del sedimento y a continuación se procede a tamizar la muestra de laboratorio antes de llevar a cabo el ensayo para ello se sigue lo descrito en el apartado 8.2. de la norma *UNEEN 1429*, excepto las etapas que mencionan pesar el tamiz. Es posible usar un vaso de precipitados en lugar de una botella.

Para emulsiones muy viscosas que atraviesan muy lentamente el tamiz, los ensayos se continuaran con emulsiones no tamizadas, lo que se debe recoger en el informe de ensayo.

NORMAS REFERIDAS EN ESTA GUÍA

- **UNE-EN 932-1 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos.**
Parte 1: Métodos de muestreo.
- **UNE-EN 932-2 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos.**
Parte 2: Métodos para la reducción de muestras de laboratorio.
- **UNE-EN 58 Betunes y ligantes bituminosos.**
Toma de muestras de ligantes bituminosos.
- **UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos.**
Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado.
- **UNE-EN 933-3 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos.**
Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- **UNE-EN 933-5 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos.**
Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
- **UNE-EN 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos.**
Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- **UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos.**
Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- **UNE-EN 1097-8 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos.**
Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado.
- **UNE-EN 12697-1 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente.**
Parte 1: Contenido de ligante soluble.
- **UNE-EN 12697-2 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente.**
Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas.
- **UNE-EN 12697-5 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 5: Determinación de la densidad máxima.
- **UNE-EN 12697-6 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.**
Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas por el método hidrostático.

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA Y TRATAMIENTO EN LABORATORIO DE MATERIALES BITUMINOSOS Y SUS COMPONENTES

- **UNE-EN 12697-12 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.**
Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa.
- **UNE-EN 12697-14 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 14: Contenido de agua.
- **UNE-EN 12697-22 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.**
Parte 22: Ensayo de rodadura.
- **UNE-EN 12697-23 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 23: Determinación de la resistencia a la tracción indirecta de probetas bituminosas.
- **UNE-EN 12697-27 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 27: Toma de muestras.
- **UNE-EN 12697-28 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 28: Preparación de muestras para la determinación del contenido de ligante, contenido de agua y granulometría.
- **UNE-EN 12697-30 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.**
Parte 30: Preparación de la muestra mediante compactador de impactos.
- **UNE-EN 12697-31 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.**
Parte 31: Preparación de la muestra mediante compactador giratorio.
- **UNE-EN 12697-33 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente.**
Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placa.
- **UNE-EN 12697-39 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 39: Contenido de ligante por ignición.
- **UNE-EN 12697-42 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto recuperado.
- **UNE-EN 13108-8 Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales.**
Parte 8: Asfalto recuperado.
- **UNE-EN 12592 Betunes y ligantes bituminosos.**
Determinación de la solubilidad.
- **UNE-EN 12593 Betunes y ligantes bituminosos.**
Determinación del punto de fragilidad Fraass.
- **UNE-EN 12594 Betunes y ligantes bituminosos.**
Preparación de las muestras de ensayo.
- **UNE-EN 1426 Betunes y ligantes bituminosos.**
Determinación de la penetración con aguja.
- **UNE-EN 1427 Betunes y ligantes bituminosos.**
Determinación del punto de reblandecimiento. Método del anillo y bola
- **UNE-EN 1429 Betunes y ligantes bituminosos.**
Determinación del residuo por tamizado de las emulsiones bituminosas, y determinación de la estabilidad al almacenamiento por tamizado.
- **UNE-EN 12607-1 Betunes y ligantes bituminosos.**
Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RT-FOT (película fina y rotatoria).
- **UNE-EN 12847 Betunes y ligantes bituminosos.**
Determinación de la tendencia a la sedimentación de las emulsiones bituminosas
- **UNE EN 12274-1 Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo.**
Parte 1: Índice y regularidad de la dispersión del ligante y de las gravillas.
- **UNE EN 12274-2 Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 2: Determinación del contenido en ligante residual incluida la preparación de las muestras.
- **UNE EN 12272-1 Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo.**
Parte 1: Toma de muestras de lechadas bituminosas.



aleas@asefma.com.es



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE
FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Teléf.: 91 514 94 47 • e-mail: asefma@asefma.com.es

www.asefma.es