

# XV Jornada Nacional de Asefma

Madrid, 1-2 de diciembre de 2020

## LA CARRETERA 100% RECICLADA

Yannick Marquet  
Olivier Petry  
Jacques-Antoine Decamps  
Nathalie Paquet  
Alfonso Pérez García  
Teresa Marín Cuenda  
Nuria Uguet Canal  
**EUROVIA**

#XVJornadaAsefma

# Temas a tratar

- Objetivo buscado
- Retos
- Fórmula de trabajo
- Tramo de prueba
- Conclusiones



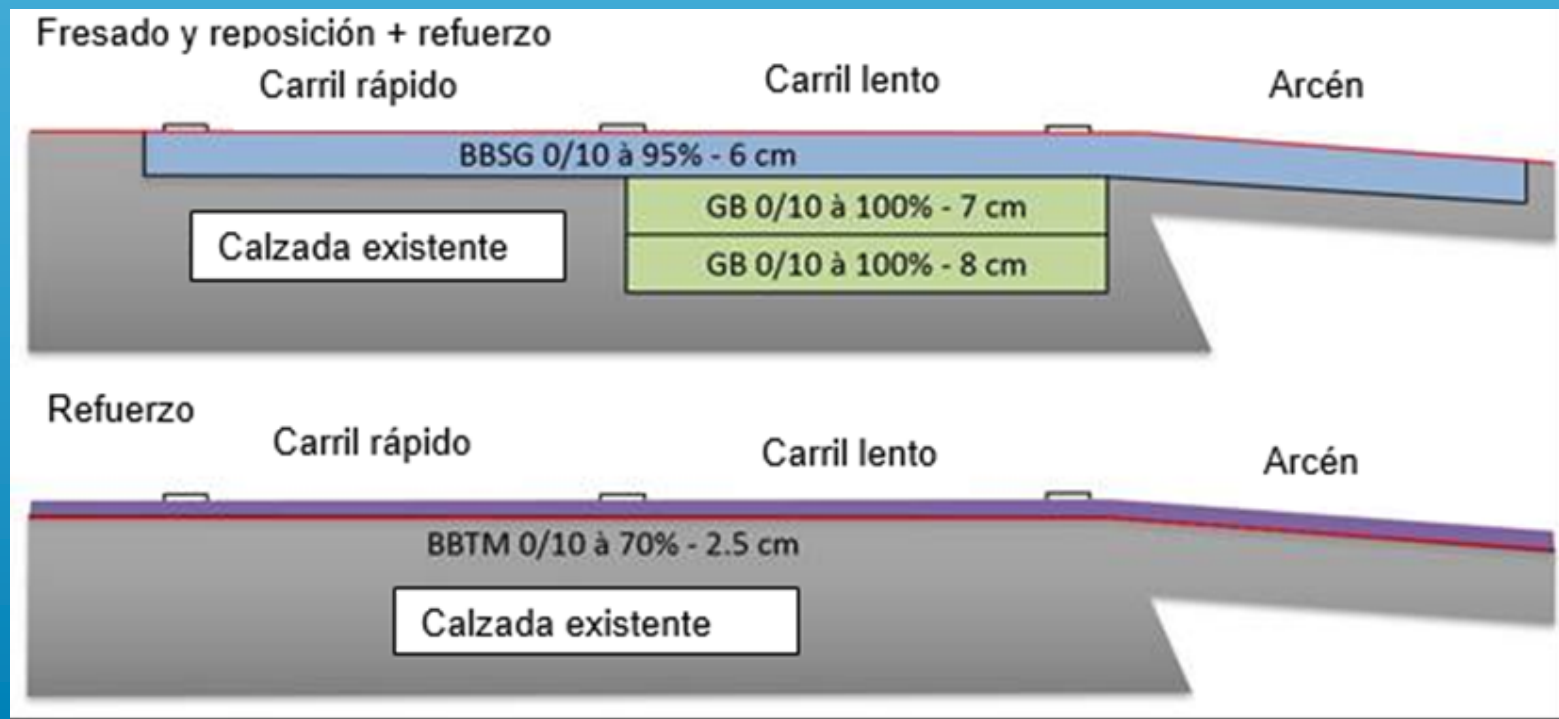
# Objetivo: Carretera 100% reciclada

- Fabricar a nivel industrial una mezcla asfáltica en caliente empleando un 100% de fresado como materia prima.
- Aplicación en un tramo de prueba para verificar la viabilidad de la innovación.



# Obra experimental

- A-10 de ASF en el tramo Pons/ Saint-Aubin-de-Blaye
- 1 km



# Retos técnicos (I)

- Control del fresado y sus componentes
  - Control perfecto de la granulometría de los fresados
  - Control de las características del árido extraído
  - Control del contenido de ligante y de sus características
  - RETO I: Desarrollar procesos para controlar perfectamente el fresado

# Retos técnicos (II)

- Planta móvil capaz de reciclar el 100% del fresado
  - No puede haber contacto directo con la llama
  - Hay que preservar la película de ligante del fresado
  - No hay árido virgen para intercambio térmico
  - RETO II : Diseñar una planta móvil capaz de emplear 100% de fresado

# Retos técnicos (III)

- Corrección de ligante
  - Adición de aditivos que mejoren las características del ligante existente en el fresado
  - Selección de aditivo adecuado
  - Garantizar mezcla homogénea con el ligante
  - Predecir comportamiento en el tiempo
  - RETO III : Desarrollar reglas de corrección para tasas elevadas de fresado



# Auscultación y Caracterización del fresado (I)

- 40 testigos => 1/ 1000t fresado
  - Espesores de mezcla
  - Toma de muestras del fresado y caracterización del mismo
    - Caracterización de los áridos extraídos
    - Al ligante
      - Penetración y punto de reblandecimiento
      - Análisis IR (índice de oxidación y contenido en polímeros)
      - Viscosidad
      - Reología => DSR





# Auscultación y Caracterización del fresado (II)

- Del análisis se concluye:
  - Se establecen familias de fresado
  - Para mezclas 100% reciclado => Machaqueo y cribado => recomposición del esqueleto mineral y ajuste del contenido de ligante
- Cribado en 3 fracciones de cada fresado => (0/5) , 5/10 y 10/25

| Ensayo                                 | Ligante de aportación 45/80-55 | Ligante Fresado 0 | Ligante Fresado 1 | Ligante Fresado 2 | Ligante Fresado 3 |
|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Penetración (1/10mm) EN 1426           | 46                             | 10                | 15                | 13                | 27                |
| Temperatura Anillo y Bola (°C) EN 1427 | 61,4                           | 74                | 75,6              | 78,6              | 61,6              |
| Viscosidad Dinámica a 160°C (mPa.s)    | 317                            | 469               | 914               | 1570              | 311               |
| Módulo Complejo G* - 15°C, 10 Hz (MPa) | 20                             | 96                | 72                | 74                | 31                |
| ICO (%) – Determinación Infrarrojo     | 1,1                            | 8                 | 6,9               | 9,4               | 4                 |

# Formulación de las mezclas (I)

- Ligante final
  - Módulo complejo similar al de un 35/50
  - Tiempo de mezcla que garantice homogeneidad

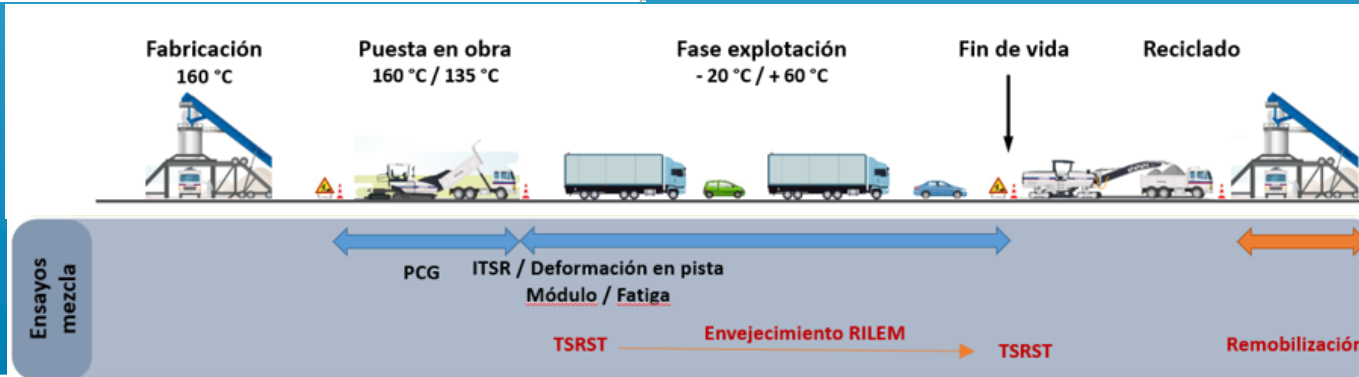


# Formulación de las mezclas (II)

|                              | Mezcla tipo G 100 %                 | Mezcla tipo S 95 % | Mezcla tipo BBTM 70 % |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Fresado 5,5 /10              | 35,0 % Fresado 0                    | 53,5 % Fresado 1   | 23,0 % Fresado 1      |
| Fresado 10/25                | 13,9 % Fresado 0 y 50,6 % Fresado 1 | 40,0 % Fresado 1   | 47,0 % Fresado 1      |
| 6/10 Diorita                 | -                                   | -                  | 15,6 %                |
| 0/2 Diorita                  | -                                   | 3,7 %              | 10,9 %                |
| Filler calizo                | -                                   | 1,5 %              | 1,5 %                 |
| Aditivo de reciclado         | Sí                                  | Sí                 | Sí                    |
| Betún de aportación 45/80-55 | -                                   | 0,8 %              | 1,7 %                 |
| Ligante total                | 5,0 %                               | 5,2 %              | 5,0 %                 |

| Ensayo                                 | Ligante extraído tipo G 100 % | Ligante extraído tipo S 95 % | Ligante extraído mezcla tipo BBTM 70 % |
|--|-------------------------------|------------------------------|--|
| Penetración (1/10mm) EN 1426           | 17                            | 18                           | 15                                     |
| Temperatura Anillo Bola (°C) EN 1427   | 71                            | 71,8                         | 78,2                                   |
| Viscosidad Dinámica a 160°C (mPa.s)    | 546                           | 627                          | 868                                    |
| Módulo complejo G* - 15°C, 10 Hz (MPa) | 55,9                          | 44,2                         | 46,6                                   |
| BBR antes de envejecimiento            |                               |                              |  |
| T 300 MPa - 60 s (°C)                  | -14,3                         | -15,7                        | -15,1                                  |
| BBR tras PAV                           |                               |                              |  |
| T 300 MPa - 60 s (°C)                  | -11,9                         | -15,1                        | -12,8                                  |

|                                 |                                      | Mezcla G 100 %                        | Mezclas S 95 % | Mezclas BBTM 70 % |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|-------------------|
| Nivel 1                         | PCG (%)                              | 4,8 (V120)                            | 5,4 (V60)      | 14,1 (V25)        |
|                                 | ITSR (%)                             | 92,6                                  | 89,3           | 98,9              |
| Nivel 2                         | Pista - 30 000 ciclos (%) huecos (%) | 1,8<br>8,6                            | 3,6<br>6,1     | 5,9<br>10,9       |
|                                 | Nivel 3                              | Módulo - 15°C, 10 Hz (MPa) huecos (%) | 14781<br>5,1   | 10079<br>8,5      |
| Nivel 4                         | Fatiga ( $\mu def$ ) huecos (%)      | 128<br>5,6                            | 130<br>8,3     |                   |
|                                 | TSRST antes de envejecimiento        | Temperatura (°C)                      | -18,6          | -23,6             |
| Tensión de rotura (MPa)         |                                      | 5,0                                   | 4,5            |                   |
| Huecos (%)                      |                                      | 3,6                                   | 3,7            |                   |
| TSRST después de envejecimiento | Temperatura (°C)                     | -12,5                                 | -12,1          |                   |
|                                 | Tensión de rotura (MPa)              | 3,4                                   | 1,1            |                   |
|                                 | Huecos (%)                           | 5,4                                   | 9,5            |                   |



# Planta móvil



#XVJornadaAsefma

# Tramo de prueba

| Ensayo                                 | Ligante extraído tipo G 100 % | Ligante extraído tipo S 95 % | Ligante extraído mezcla tipo BBTM 70 % |
|--|-------------------------------|------------------------------|--|
| Penetración (1/10mm) EN 1426           | 22                            | 20                           | 23                                     |
| Temperatura Anillo y Bola (°C) EN 1427 | 66,4                          | 70                           | 69,8                                   |
| Viscosidad Dinámica a 160°C (mPa.s)    | 294                           | 394                          | 368                                    |
| Módulo Complejo G* - 15°C, 10 Hz (MPa) | 48,7                          | 47,8                         | 33,4                                   |
| BBR antes de envejecimiento            |                               |                              |  |
| T 300 MPa - 60 s (°C)                  | -15,2                         | -15,6                        | -17,7                                  |

|                                  |                            | Mezcla G 100 % | Mezcla S 95 % | Mezcla BBTM 70 % |
|----------------------------------|----------------------------|----------------|---------------|------------------|
| Nivel 2                          | Pista - 30 000 ciclos (%)  | 3,7            | 3,8           | 6,8              |
|                                  | Huecos (%)                 | 3,9            | 7,4           | 11,5             |
| Nivel 3                          | Módulo - 15°C, 10 Hz (MPa) | 13422          | 12762         |                  |
|                                  | Huecos (%)                 | 4,2            | 4,3           |                  |
| Nivel 4                          | Fatiga ( $\mu\text{def}$ ) | 125            | 126           |                  |
|                                  | Huecos (%)                 | 3,2            | 5,1           |                  |
| TSRST<br>Antes de envejecimiento | Temperatura (°C)           | -19,85         | -23,1         |                  |
|                                  | Tensión de rotura (MPa)    | 4,5            | 4,6           |                  |
|                                  | Huecos (%)                 | 4,3            | 7,1           |                  |
| TSRST                            | Temperatura (°C)           | -15,1          | -22,1         |                  |

- G\* inferior o equivalente a los de laboratorio => No se “sobreoxida” en planta
- Energía de compactación ligeramente superior para mezclas G y S

# Conclusiones

- La carretera es un enorme yacimiento a reutilizar.
- Su empleo tiene muchas ventajas
  - Sociales y medioambientales
    - Reducción > 50 % del tráfico por carretera de MP.
    - Disminución de recursos naturales.
    - Disminución de emisiones.
  - Económicas
    - Minimiza compra de MP => áridos y betún.
    - Reduce el transporte y consume energético.

# Gracias por su atención

Nuria Uguet Canal  
[nuria.uguet@eurovia-es.com](mailto:nuria.uguet@eurovia-es.com)  
@NuriaUC  
Eurovia Management España