

RUBBERISED ASPHALT, TECHNOLOGIES USED AND WORKS DONE IN SPAIN



PEOPLE SEE WASTE

- **Millions of waste tyres tonnes generated per year in the world**
- **Very high percentage burnt in cement factory or dumped**

WE SEE OPPORTUNITY

- **Local source of useful raw materials**
- **Enhance performance of road pavements**

GLOSSARY

- **Rubber:** raw material obtained after a shredding process for ELT's – end life tires - . Depending on the final size of the particles obtained we can talk about:
 - Granulated rubber: rubber particles usually between 0,5 mm. and 2,5 mm. size
 - (Crumb) rubber powder: rubber particles below 1 mm. maximum size (used for asphalt mixtures)
- **Bitumen** (binder): black viscous mixture of hydrocarbons obtained naturally or as a residue from petroleum distillation. In America, *asphalt* is the usual term when talking about bitumen.
- **RMB:** Rubber Modified Bitumen (also known as RMA – Rubber Modified Asphalt): final product obtained after a wet mixing process of crumb rubber powder into bitumen to modify rheological properties of this last item.
- **PMB:** Polymer Modified Bitumen: bitumen modified through a wet process with SBS or other synthetic polymers.
- **RAM:** Rubberized Asphalt Mixture: combination of aggregate uniformly mixed and coated with asphalt cement (bitumen), containing rubber powder in its design.



Worldwide usage of rubberized asphalt mixes



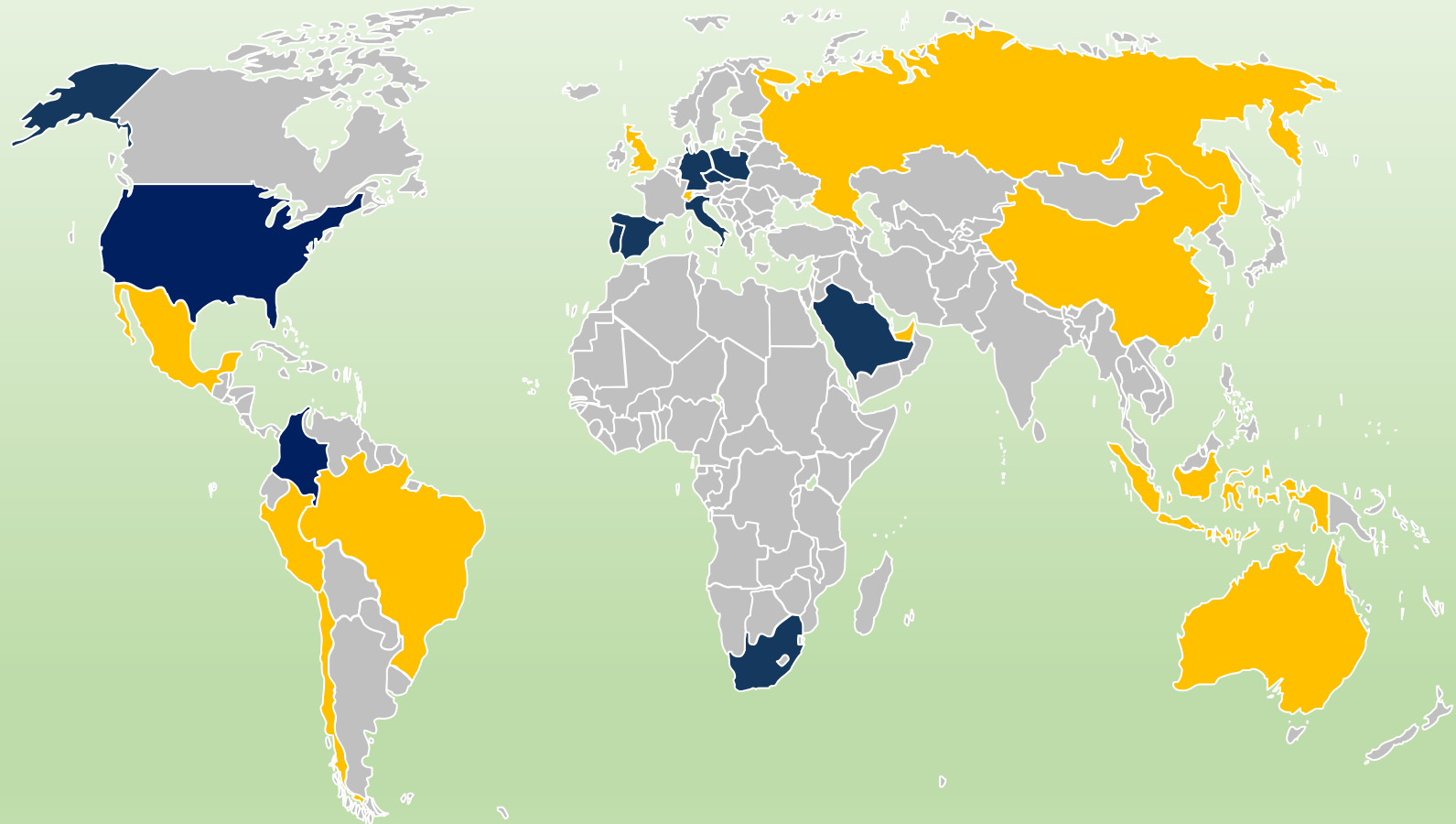
Working with rubber

USA, Spain, Portugal, Italy,
Germany, Poland, Czech
Republic, South Africa,
Saudi Arabia, Colombia



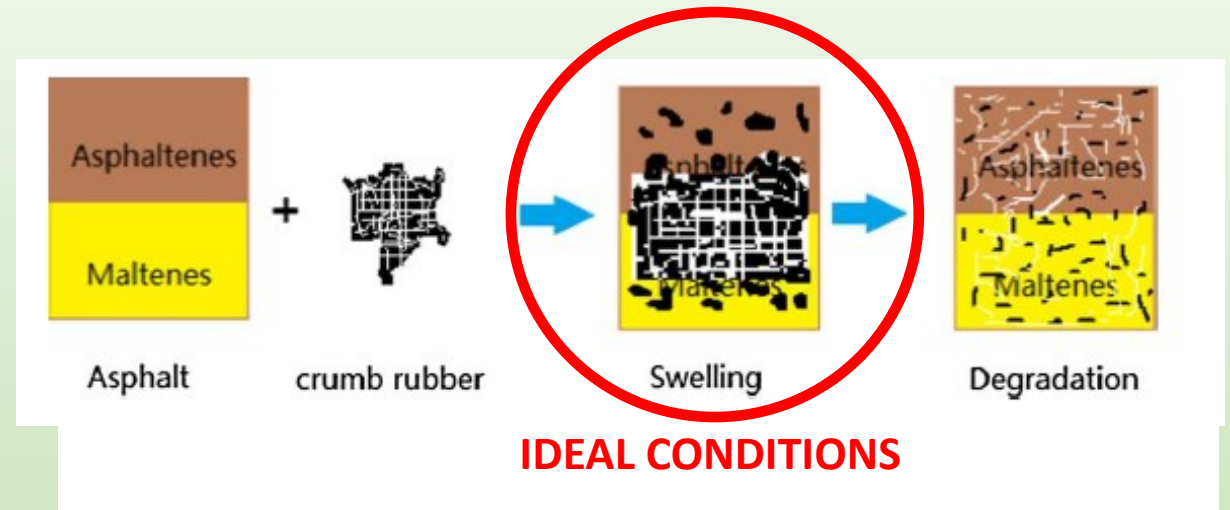
Starting to work with rubber

México, Brazil, Chile, Perú,
Australia, Switzerland,
Russia, China, UAE,
Indonesia ...



Wet process: binder modification

- Crumb rubber mixed first with conventional bitumen (or binder), to get a rubber modified bitumen (RMB)
- Binder modification requires thorough mixing of the crumb rubber in hot asphalt binder and holding the resulting blend at temperatures (160°C to 185°C) for a minimum period of time (typically 45 min) to permit an interaction between the crumb rubber and bitumen.
- Requires special blending equipment (great investment, not suitable for small or discontinuous works).
- For RMB produced in terminal blenders (PMB plant), delivery and storage stability trouble due to rubber particles settling, as well as properties loss (many hours since production till usage).
- Limited storage time for RMB after blending because of over-digestion (leading to degradation).
- Mandatory stirring for RMB if stored (to avoid again rubber particles decantation into the asphalt tank).



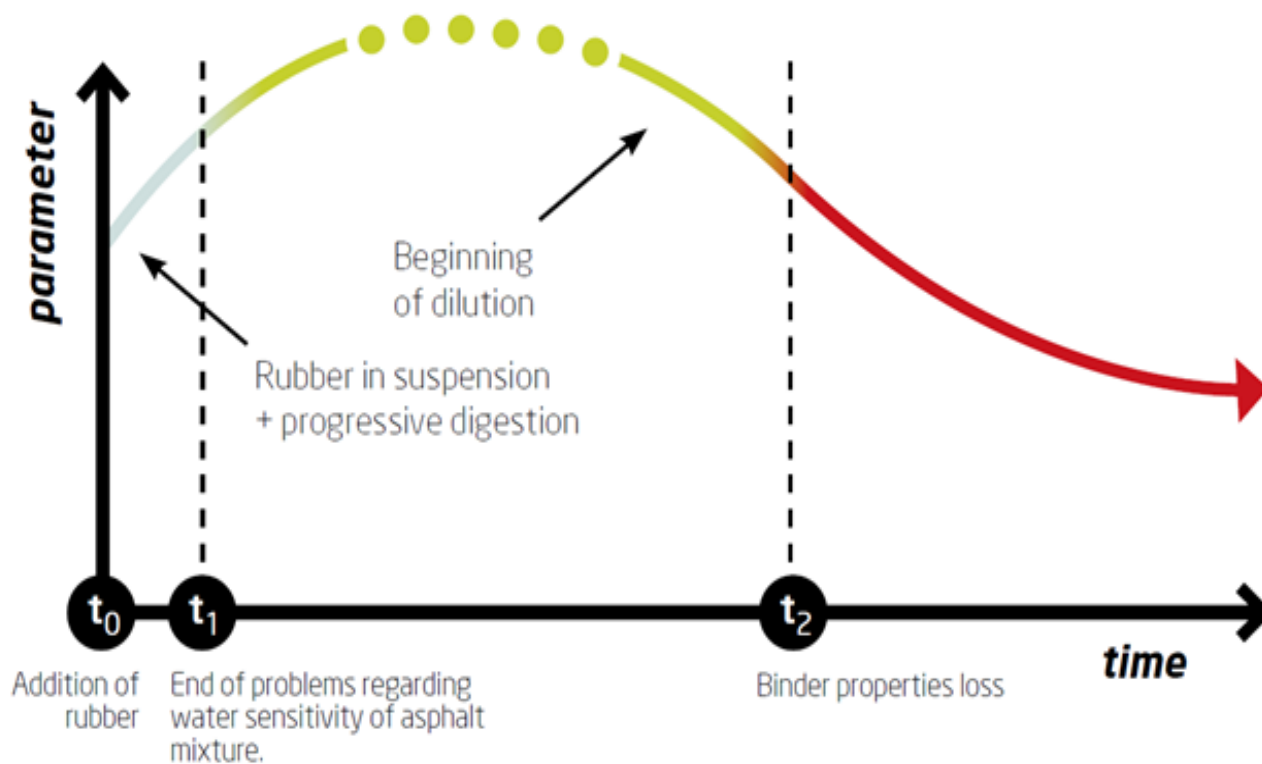


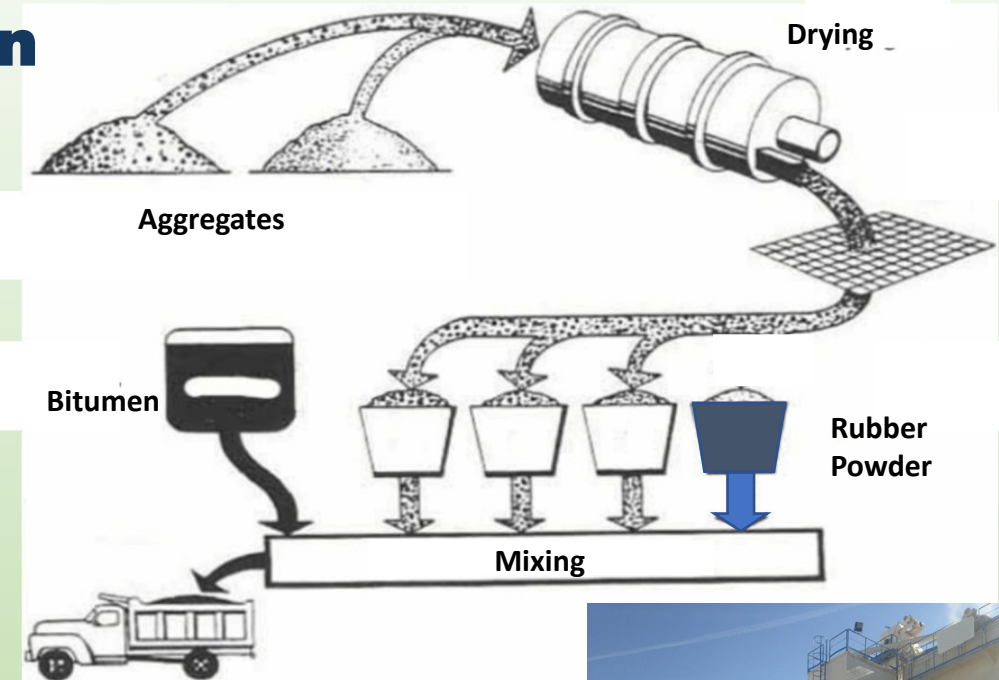
Figure 2. Evolution of modified properties

Source: SIGNUS (Guía para la fabricación de betunes con polvo de neumático – 2014)

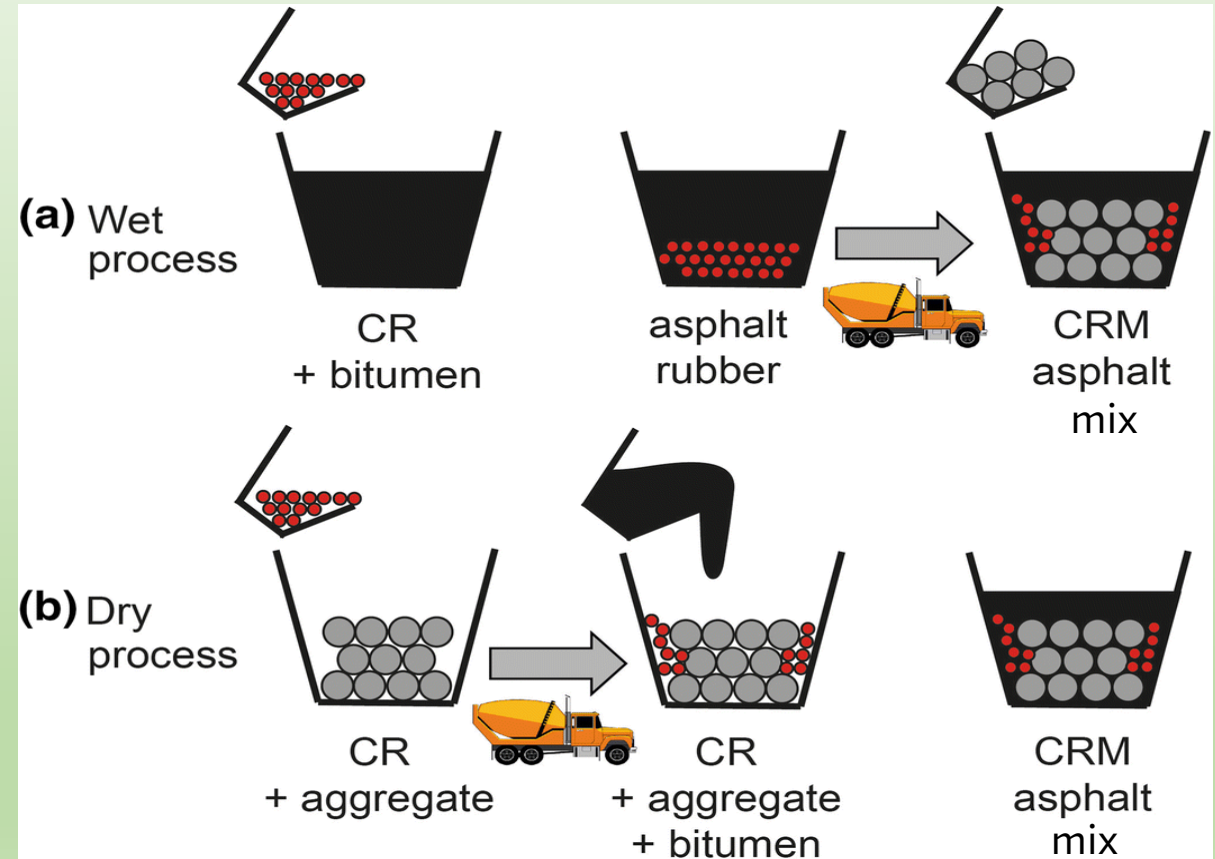


Dry process: asphalt mix modification

- The rubber acts as a rubber aggregate in the paving mixture and is added in the plant before the hot binder is introduced.
- During mixing/handling steps rubber particles swell, this process must be completed when delivering and laying on the RAM at the work site.
- Easy to work with, no trouble or interference with usual asphalt plant process
- Key benefit: no special plant adjustments, no build-up in plant
- No special rubber storage needs (bags need to be stored in a dry environment).
- Measured and weighted output is recorded with a Loss-in-Weight feeder
- Available silo or feeder equipment maybe is necessary for rubber supplying to asphalt plant mixer
- During laying on and compacting, no major change in emissions
- Crews like it: easy operation, forgiving material



SO, LET'S SUMMARIZE, RUBBER POWDER CAN BE ADDED TO AN ASPHALT MIXTURE BY...



Mix modification quality: how to ensure it?

- Wet process has the guarantee of final performance and required specs for rubberized binder produced (right digestion / activation process for rubber).
- When using dry process, interaction rubber-binder must be completed at the truck or in a storage silo, once rubberized asphalt mix has been produced.
- **This step is the key point:** if that process is not at a right level when laying down and compacting the rubberized asphalt mixture, the pavement may not reach expected technical performance.



- With standard rubber powder this performance for the asphalt mix may not be achieved, and other possible issues regarding to mentioned digestion rubber process may appear.
- Rubber sector has learnt from failures and mistakes in past years; taking pros from both wet & dry processes, TyreXol™ MMA technology can address all mentioned problems at a reasonable cost.

TyreXol™ MMA 30

Engineered Crumb Rubber (ECR) for mix modification

Goal of ECR: fast, stable reaction between rubber and binder

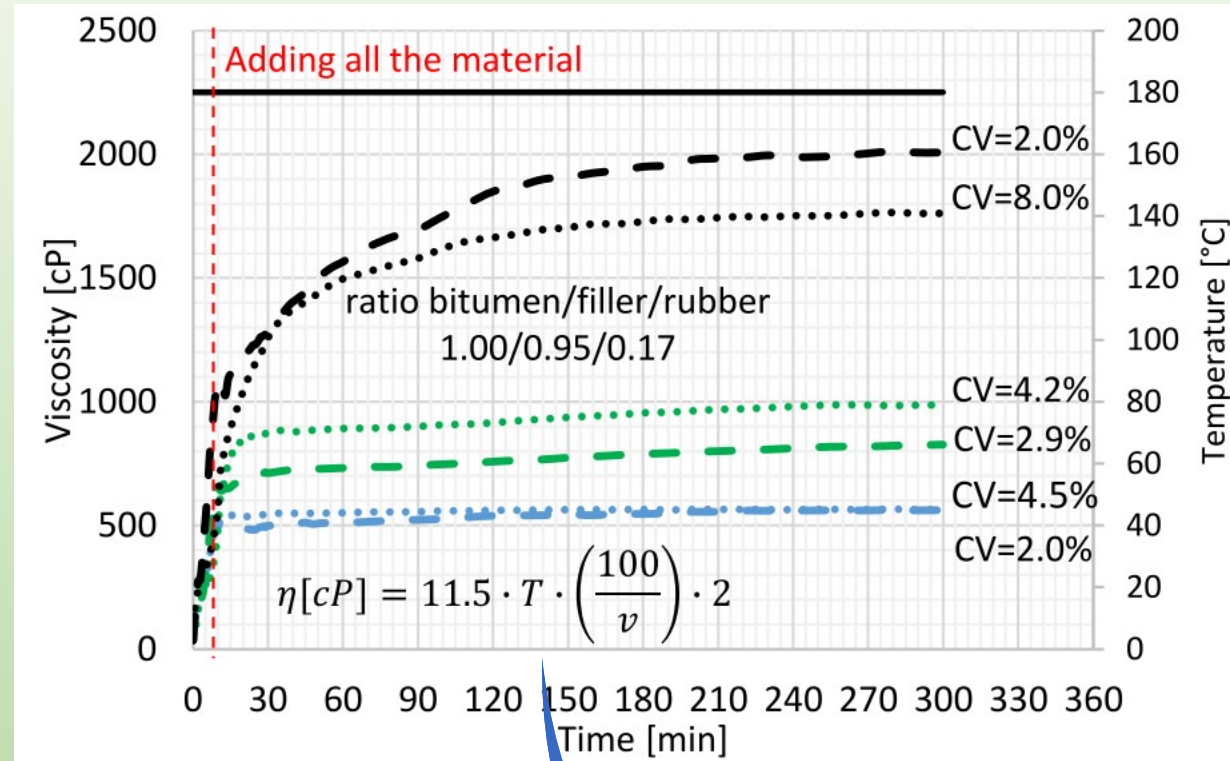
- Obtained from rubber powder from mechanical grinding process, <600 microns.
- Pretreated / activated technology system (ECR) **to get a controlled reactive surface area.**
- Chemically engineered rubber produces rapid, stable binder reaction.
- Reliable dry flow characteristics.
- Total guarantee for best technical performance of final rubberized asphalt mix.



TyreXol™ MMA 30

Rubber powder – bitumen interaction

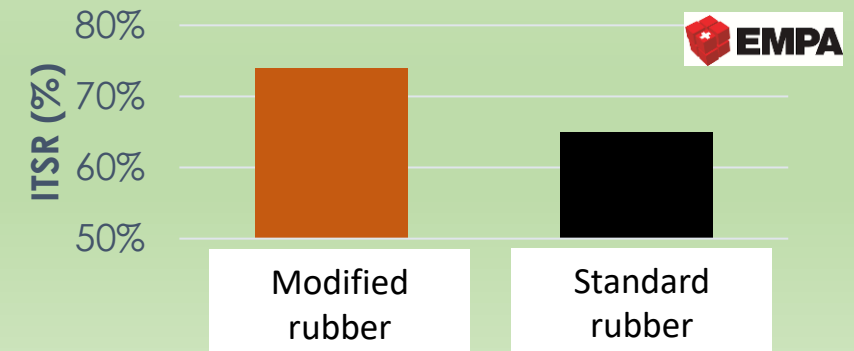
- Digestion process between rubber particles and bitumen depends on temperature, stirring or mixing method and time used for this mixing process.
- Modified / pretreated rubbers reach balance in this digestion process in a shorter time period compared to standard rubber.
- This rubber activation also affects final rubberized mix technical properties.



Standard /
unmodified rubber

Modified rubber 1

Modified rubber 2





Recycling Partners
-
Licensee

First 4 factories 2021/2025:

- Turkey ☒
- Spain ☒
- Italy
- Middle East



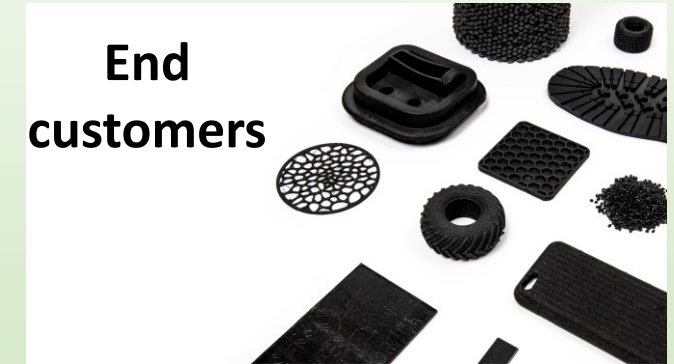
Licensor
and
Off-taker

TRS Switzerland

- Equipment sale
- License for technology use

TRS (local company)

- Market development



Priority markets:

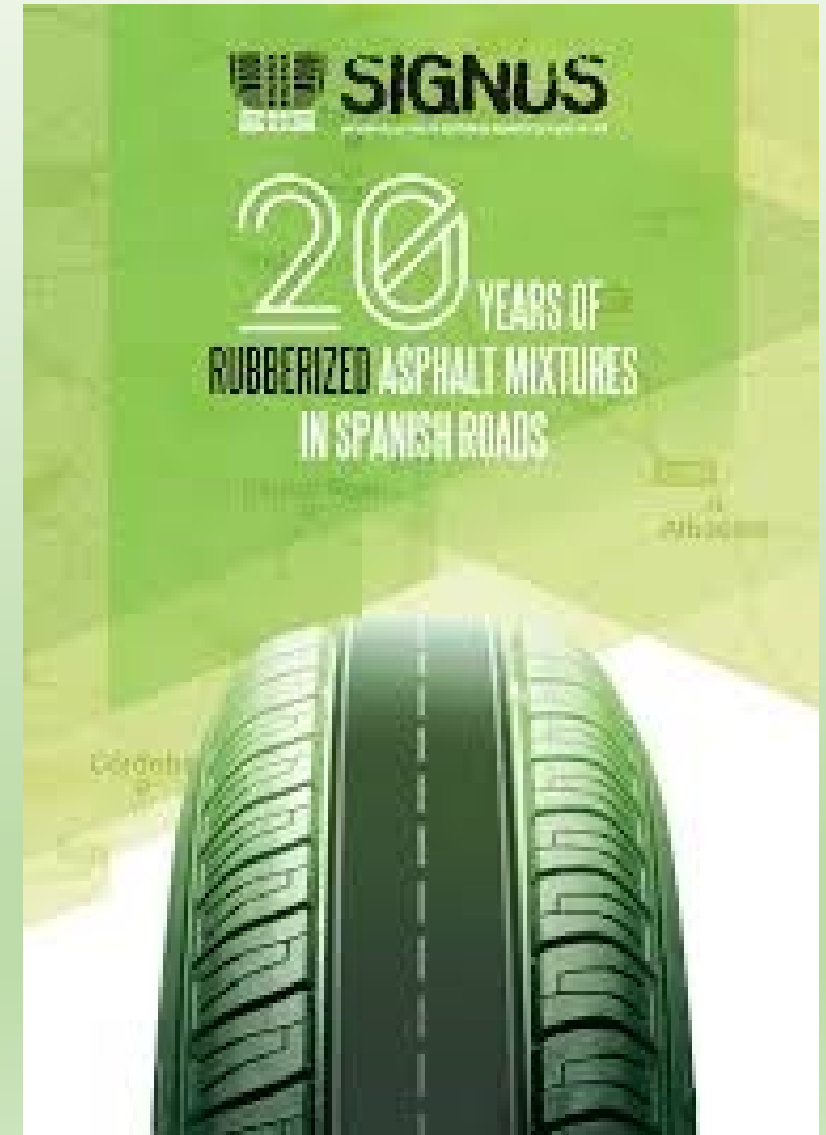
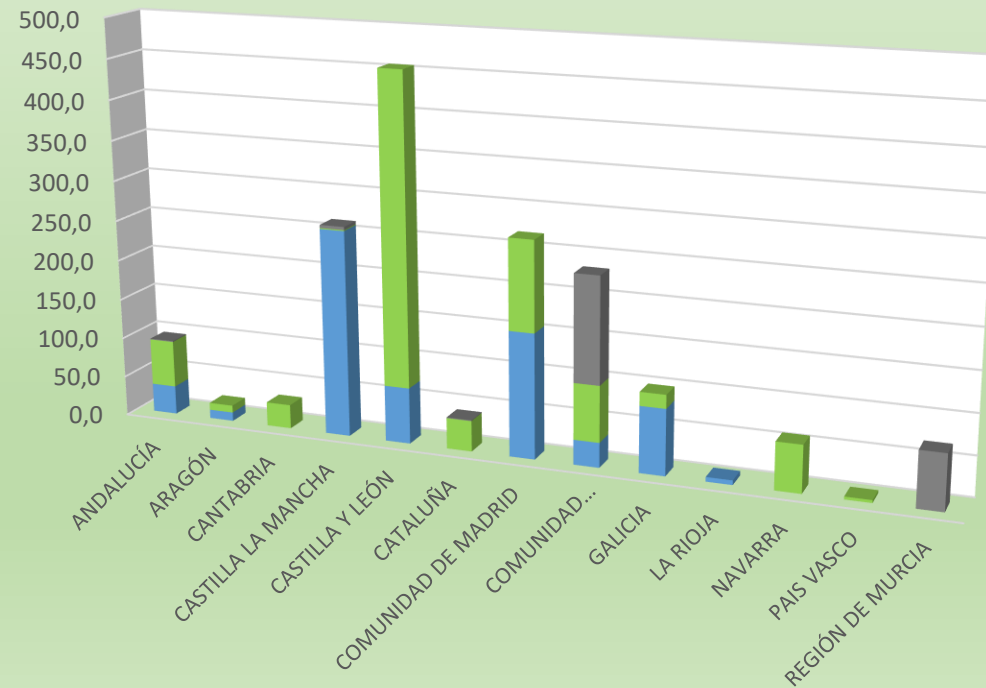
- Tyres
- Molded goods
- Roofing membranes
- Asphalt mixtures

MAIN TARGETS: USAGE OF LOCAL VALUABLE RAW MATERIAL + END OF LIFE TIRES SOLUTION + INCREASE OF TECHNICAL PERFORMANCE (ASPHALT MIXES)

Spain: 25 years with rubberised mixes

- More than 25 years experience with rubberised asphalt mixes
- Over 2.000 kms. of roads successfully executed, more than MT 1 million of rubberized asphalt mixes produced and laid on.

Kms. asphalt rubber mixes by Autonomous Communities (SPAIN)



Rubberized mixes in Spain: why so little volume?

PROS



- Existing specs for rubber usage into asphalt mixes:
 - Manual de empleo de caucho en MBC del Cedex (2007)
 - OC 21/2007 y OC 21bis/2009 (MITMS)
 - Local specs: GMU Málaga, Consell Mallorca, ...
 - NT 02/2020 from General Roadway Directorate (DGC) of Ministry of Transportation (MITMS)
- Policies aimed at maximizing and optimizing the use of new products obtained after waste treatment.
- Guidelines from UE: reuse, recycle, circular economy, sustainability, ...
- Evolution of available technologies (wet and dry processes) to solve traditional issues of both options; new products and technologies appearance (modified / pretreated rubber powders).
- Huge experience in Spain, with more than 2.000 kms. paved successfully with rubberized mixes

CONS



- Some wrong experiences in first years working with rubber.
- Lack of technical knowledge about right use of rubber in asphalt mixes at all levels (Public Road Entities, asphalt mix contractors)
- Reluctance of Public Road Entities (fear of bad results, lack of interest in innovating) and contractors (increased costs over traditional asphalt mixes) to the usage of rubber.
- Lobbying from polymer modified bitumen suppliers against rubber usage, as this can be considered a mix modifier competing against SBS polymers – rubber is cheaper and more sustainable -.
- Lack of skilled companies in these rubber technologies – very few suppliers.
- Big issues in asphalt mix plants coming from usage of rubberized binders from terminal blenders – obstructions, rubber decantation, engines and pumps failures -, among other reasons, have driven to a general rejection to work with rubber into asphalt mixes.

Current specs... obsolete?

- OC 21/2007 includes the technical specifications that enhanced rubberized bitumen (BC) and asphalt rubber (BMAVC) must comply with.
- These specifications refer to the rheological properties of the rubberized binder, obtained after adding... rubber powder to a conventional bitumen?
- Minimum percentage of rubber powder necessary to achieve the required specifications is never specified, so a modified binder with *%&\$@?* that meets these specifications can be labelled as rubberized bitumen.**
- Thus, Public Road Entities that opt for rubberized asphalt mixes produced with BC (most usual) think that they are improving performance of their pavements and being more sustainable by reusing ELT's, reality is that most of times this does not happen.

Tabla 1.- Especificaciones de betunes mejorados con caucho (BC)

| Característica | | Norma de referencia | Unidad | BC35/50 | BC50/70 |
|---|---------------------------|------------------------------|--------|------------------|-------------------|
| Betún original | | | | | |
| Penetración, 25°C | | UNE EN 1426 | 0,1mm | 35-50 | 50-70 |
| Punto de reblandecimiento anillo y bola | | UNE EN 1427 | °C | ≥ 58 | ≥ 53 |
| Punto de fragilidad Fraass | | UNE EN 12593 | °C | ≤ -5 | ≤ -8 |
| Fuerza ductilidad (5cm/min) | 5°C | UNE EN 13589 UNE EN 13703 | J/cm² | ≥ 0,5 | |
| Recuperación elástica a 25 °C | | UNE EN 13398 | % | ≥ 10 | |
| Estabilidad al almacenamiento(*) | Diferencia anillo y bola | UNE EN 13399 | °C | ≤ 10 | |
| | Diferencia de penetración | | 0,1mm | ≤ 8 | ≤ 10 |
| Solubilidad | | UNE EN 12592 | % | ≥ 92 | |
| Punto de Inflamación v/a | | UNE EN ISO 2592 | °C | ≥ 235 | |
| Residuo del ensayo de película fina y rotatoria | | UNE EN 12607-1 | | | |
| Variación de masa | | UNE EN 12607-1 | % | ≤ 1,0 | |
| Penetración retenida | | UNE EN 1426 | %p.o. | ≥ 65 | ≥ 60 |
| Variación del Punto de Reblandecimiento | | UNE EN 1427 | °C | min -4 máx +8 | min -5 máx +10 |

(*) Únicamente exigible a ligantes que no se fabriquen "in situ"

Tabla 2.- Especificaciones de betunes modificados de alta viscosidad con caucho (BMAVC)

| Característica | | Norma de referencia | Unidad | BMAVC-1 | BMAVC-2 | BMAVC-3 |
|---|-----------------------------|---------------------|--------|----------------|---------|----------------|
| Betún original | | | | | | |
| Penetración, 25°C | | UNE EN 1426 | 0,1mm | 15-30 | 35-50 | 55-70 |
| Punto de Reblandecimiento | | UNE EN 1427 | °C | ≥ 75 | ≥ 70 | ≥ 70 |
| Punto de Fragilidad Fraass | | UNE EN 12593 | °C | ≤ -4 | ≤ -8 | ≤ -15 |
| Fuerza Ductilidad (5cm/min) | 5°C | UNE EN 13589 | J/cm² | - - | ≥ 2 | ≥ 3 |
| | 10 °C | UNE EN 13703 | | ≥ 2 | - - | - - |
| Consistencia (Flotador a 60°C) | | NLT 183 | s | ≥ 3000 | | |
| Viscosidad dinámica | 135 °C | UNE EN 13302 | mPa.s | | ≤ 7500 | ≤ 5000 |
| | 170°C | | | ≥ 2000 | ≥ 1200 | ≥ 800 |
| Recuperación elástica | 25°C | UNE EN 13398 | % | ≥ 10 | ≥ 20 | ≥ 30 |
| Estabilidad al almacenamiento (*) | Diferencia de anillo y bola | UNE EN 13399 | °C | ≤ 5 | | |
| | Diferencia de penetración | | 0,1mm | ≤ 20 | | |
| Punto de Inflamación v/a | | UNE EN ISO 2592 | °C | ≥ 235 | | |
| Residuo del ensayo de película fina y rotatoria | | UNE EN 12607-1 | | | | |
| Variación de masa | | UNE EN 12607-1 | % | ≤ 0,8 | ≤ 0,8 | ≤ 1,0 |
| Penetración retenida | | UNE EN 1426 | %p.o. | ≥ 60 | | |
| Variación del Punto de Reblandecimiento | | UNE EN 1427 | °C | min -4 máx +10 | | min -5 máx +12 |

(*) Únicamente exigible a ligantes que no se fabriquen "in situ"

WHERE IS RUBBER CONTENT???

Ministry: last specs about rubber mixes



NOTA TÉCNICA NT 02/2020

Sustitución de un betún mejorado con caucho (BC) por la combinación de un betún de penetración y un aditivo de caucho en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente

El empleo de polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos al final de su vida útil (NFVU) tanto en betunes asfálticos como en mezclas bituminosas está recogido y regulado en la actualidad por los órdenes circulares OC 21/2007 (11 de julio de 2007), OC 21bis/2009 (23 de marzo de 2009) y el Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas elaborado por el CEDEX (mayo de 2007).

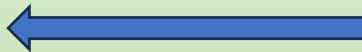
En el tiempo transcurrido se han desarrollado nuevos productos que permiten la incorporación del caucho a las mezclas bituminosas de una forma sencilla, eficaz y con garantías, que solventan muchos de los problemas conocidos.

Con el fin de facilitar su empleo, se ha considerado oportuno la redacción de esta Nota Técnica en la que se definen estos nuevos aditivos, sus características, la forma de proceder a su empleo y los ensayos a realizar para poder sustituir con garantías los betunes mejorados con caucho (BC).

Este documento ha sido redactado por Julio José Vaquero García, ICCPE Jefe del Servicio de Auscultación de Firmes y Pavimentos (DGC).

Ha sido aprobado por M^a Rosario Comejo Arribas, ICCPE Directora Técnica de la Dirección General de Carreteras con fecha 23 de octubre de 2020.

- NT 02/2020 approves usage of modified / pretreated rubber powder as alternative to terminal blender rubberized binder BC, trying to get over mentioned issues when using these BC.



- Draft for new specs OC XX/2020 was completed mid 2020 and, due to unknown reasons?, has never been officially approved by Ministry of Transportation.



ORDEN CIRCULAR XX/2020 POR LA QUE SE ACTUALIZA LA NORMATIVA TÉCNICA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS REFERENTE AL USO Y ESPECIFICACIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS LIGANTES Y MEZCLAS BITUMINOSAS QUE INCORPOREN CAUCHO PROCEDENTE DE NEUMÁTICOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL (NFVU)

1.-PREÁMBULO

Desde el año 2006, y de conformidad con el Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), aprobado el 5 de octubre de 2001, se prioriza en España el reciclado de este residuo frente a su valorización energética, quedando prohibido su vertido. El mencionado Plan indicaba expresamente que: "En las obras públicas en que su utilización sea técnica y económicamente viable se dará prioridad a los materiales procedentes del reciclaje de NFU. En estos casos se exigirá la inclusión de este requisito en los correspondientes pliegos de prescripciones técnicas."

La Dirección General de Carreteras aprobó el 31 de octubre de 2002, la Orden Circular 5 bis/02 sobre las condiciones para la adición de polvo de neumáticos usados en las mezclas bituminosas, por la que se modificaban los artículos 540, 542 y 543 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), en tanto se aprobaba la Orden Ministerial correspondiente. La orden circular se acompañaba de una nota técnica sobre el uso del polvo de caucho procedente de NFU en las mezclas bituminosas. La Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, aprobó definitivamente las modificaciones de los artículos citados del PG-3, incorporando, por tanto, la prioridad de utilización del polvo procedente de neumáticos fuera de uso siempre que sea técnica y económicamente viable.

El 11 de julio de 2007, la Dirección General de Carreteras aprobó la Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU), cuyo objeto era establecer las condiciones para que la utilización del producto resultante de la trituración de neumáticos fuera de uso se pudiera considerar técnica y económicamente viable en las obras de pavimentación de la Red de Carreteras del Estado (RCE). Las condiciones que se establecían para ello complementaban las especificadas en los artículos 540, 542 y 543 del PG-3.

Esta orden circular creaba una Comisión de seguimiento de su aplicación, entre cuyas misiones se encontraba el estudio y propuesta, en su caso, de las modificaciones de dicha orden y de las especificaciones y procesos de ejecución. A la vista del aumento de la utilización del polvo de caucho NFU, dicha Comisión consideró conveniente dar algunas recomendaciones y criterios a seguir en obras de pavimentación de la RCE respecto de la fabricación *in situ* y almacenamiento en obra de los ligantes con caucho, que quedaron recogidas en la Orden Circular 21bis/2009, aprobada por la Dirección General de Carreteras con fecha 23 de marzo de 2009, sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación *in situ* y almacenamiento en obra.

NOT APPROVED YET... FOUR YEARS LATER

Local specs for rubberized mixes: examples

Ayuntamiento de Málaga
Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras
Departamento de Arquitectura e Infraestructuras
Servicio de Proyectos y Obras de Infraestructuras

RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS TRATADAS CON POLVO DE CAUCHO PROCEDENTE DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFU) EN FIRMES DE VIALES EN MÁLAGA



GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO
AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA

NORMATIVA TÉCNICA

INSTRUCCIONES GENERALES PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS Y EJECUCIÓN DE UNIDADES DE OBRAS SOSTENIBLES

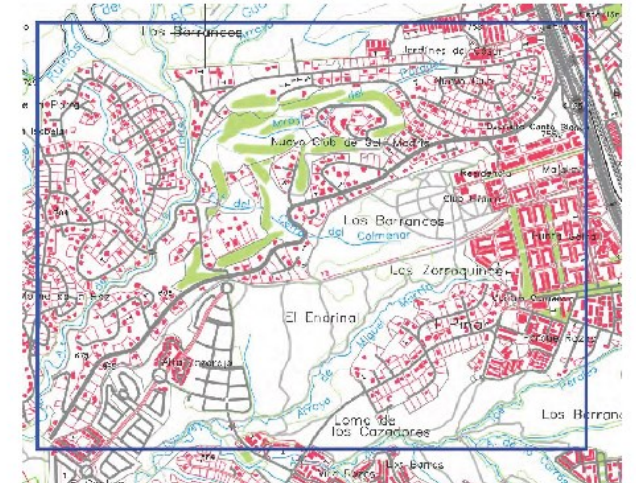
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES MEZCLAS ASFÁLTICAS SOSTENIBLES

NOVIEMBRE 2020

Direcció Insular d'Infraestructures
Departament de Mobilitat i Infraestructures
Consell de Mallorca

Ayuntamiento de
Las Rozas

PROYECTO DE ASFALTADO DE LA URBANIZACIÓN "EL GOLF", LAS ROZAS DE MADRID



peYco

DIEMBRE 2021

"Fabricación, suministro y puesta en obra en capa de rodadura urbana de MBC mejorada con caucho (mediante aditivo de polvo de caucho modificado o pretratado) tipo ACC16 SURF 50/70, con una dotación mínima del 5% en peso (sobre mezcla) del conjunto betún+polvo de NFVU's, con un contenido de polvo de NFVU's mínimo en peso (sobre mezcla) del 0,3%, con áridos con desgaste Los Ángeles <25, extendida y compactada, incluso filler de aportación, betún de base B 50/70 y aditivo de caucho"

Useful tools for rubberized mix adoption

TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR RUBBERIZED ASPHALT MIXTURES PRODUCED WITH RUBBER POWDER OBTAINED FROM END-OF-LIFE TIRES (ELTs)

- Last version March-23
- Including other specs approved from different documents, public road entities and recommendations
- All existing technologies for rubber addition are valid and approved
- Complying with current legislation of Ministry of Transportation (PG-3, OC, NT, Manual NFU del CEDEX)
- **Minimum rubber content is fixed** for each rubber mix type, in order to ensure not only technical performance but also right usage of new materiales obtained from ELTs shredding processes, towards a real – and measurable – environmental sustainability and circular economy.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON
POLVO DE CAUCHO PROCEDENTE DE
NEUMÁTICOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL
(NFVU)



It's possible, they have done...



MADRID

Propuesta B: Utilización de Neumáticos al Final de su Vida Útil en la fabricación de mezclas bituminosas (hasta 10 puntos)

El licitador ofertará, sin coste alguno para el Ayuntamiento, con objeto de reducir la generación de residuos de construcción y demolición de manera significativa y mejorar la sostenibilidad de las mezclas bituminosas, la sustitución de las mezclas bituminosas en caliente para capas de rodadura fabricadas con betunes asfálticos convencionales, cuya ejecución se defina en los proyectos, por **mezclas bituminosas mejoradas o modificadas con caucho procedente de polvo de Neumáticos al Final de su Vida Útil (NFVU).**



obras y
equipamientos

MADRID

Se considerarán mezclas bituminosas **mejoradas con caucho** a aquellas con un contenido de polvo de NFVU mínimo en peso sobre mezcla del 0,3% (incorporado en el betún o mediante aditivo de caucho pretratado) y mezclas bituminosas **modificadas con caucho** a aquellas con dotaciones mínimas de polvo de NFVU en peso sobre mezcla del 0,5% (incorporado en el betún o mediante aditivo de caucho pretratado).

No se considerarán válidas propuestas distintas a las contenidas en las tablas.



Strati di usura con polverino da pneumatici fuori uso per
pavimentazioni stradali della viabilità ordinaria

Specifiche Tecniche

2. MANTI DI USURA TIPO DENSE GRADED CONFEZIONATI A TIEPIDO E ADDITIVATI CON POLIMERI SBR/NR SECONDO PROCESSO DRY

.....

2.2.1.2. ADDITIVO POLIMERICO

Gli additivi polimerici elastomerici (tipo SBR/NR) saranno forniti in granuli ed in qualità di "materia prima" accompagnati da certificato di prodotto ISO (rilasciato da un Ente di Certificazione notificato).

L'additivo polimerico, ottenuto da riduzione preferibilmente meccanica (taglio a temperatura ambiente) di pneumatici fuori uso di automobili o autocarri, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- massa volumica apparente dei granuli pari a $1,15 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;
- quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza dell'additivo alla pala) non superiore al 4% del peso della gomma;
- contenuto di gomma > 50%;
- contenuto di altri inquinanti complessivamente $\leq 0,05\%$ in peso;
- assenza di polimeri di composizione chimica diversa dagli elastomerici;
- granulometria: 0/1 mm.

Il granulato polimerico dovrà essere introdotto nella miscela in quantità non inferiori al 0,5% in peso rispetto al totale di aggregati componenti la miscela.

La granulometria e l'effettiva percentuale del granulato polimerico da aggiungere dovranno essere determinati mediante lo studio della miscela nel rispetto dei requisiti previsti nelle presenti specifiche tecniche.

Strategy and actions suggested

- Develop a market positioning strategy for rubberized mixes.
- Highlight and focus on technical and economical benefits of rubberized mixes compared to conventional ones, besides sustainability message about producing new raw materials from waste – ELT - .
- Change of usual language - bitumen modification, promoted by bitumen suppliers – towards asphalt mix modification one.
- Increase awareness of lifetime costs of rubberized mixes vs other asphalt mix types: mid and long term strategies, not only short term ones due to 4-5 years elections period.
- Only PMB for modified mixes production? If SBS supply chain fails, so what? No more modified mixes? We are presenting other mix modification option, but cheaper and more sustainable than SBS one.
- In order to facilitate information sharing, creation of a database with all available technical reports, success stories, local specs, etc., for all road owners and stakeholders interested on working with rubberized mixes. This database can be organized either by countries or by topics, such as cracking resistance, noise reduction, LCA, long lasting pavements, ...
- What about organizing our own rubberised mixes lobby to represent the topic in political circles and key decision makers?
- The *RAM Team*: group of rubber mix technicians/experts and mix laboratories/universities ready to give advice, educate and provide necessary tools to road stakeholders for implementing successfully rubberized mixes in their pavements.

THANK YOU

Luis Alfonso de León

lal@trs-ch.com

<https://www.trs-ch.com/>