

SESIÓN 3 – PROYECTOS Y PROGRAMAS CON SELLO VERDE

MASAI

Materiales Asfálticos Sostenibles, Automatizados e Inteligentes

Los materiales de la próxima generación de carreteras



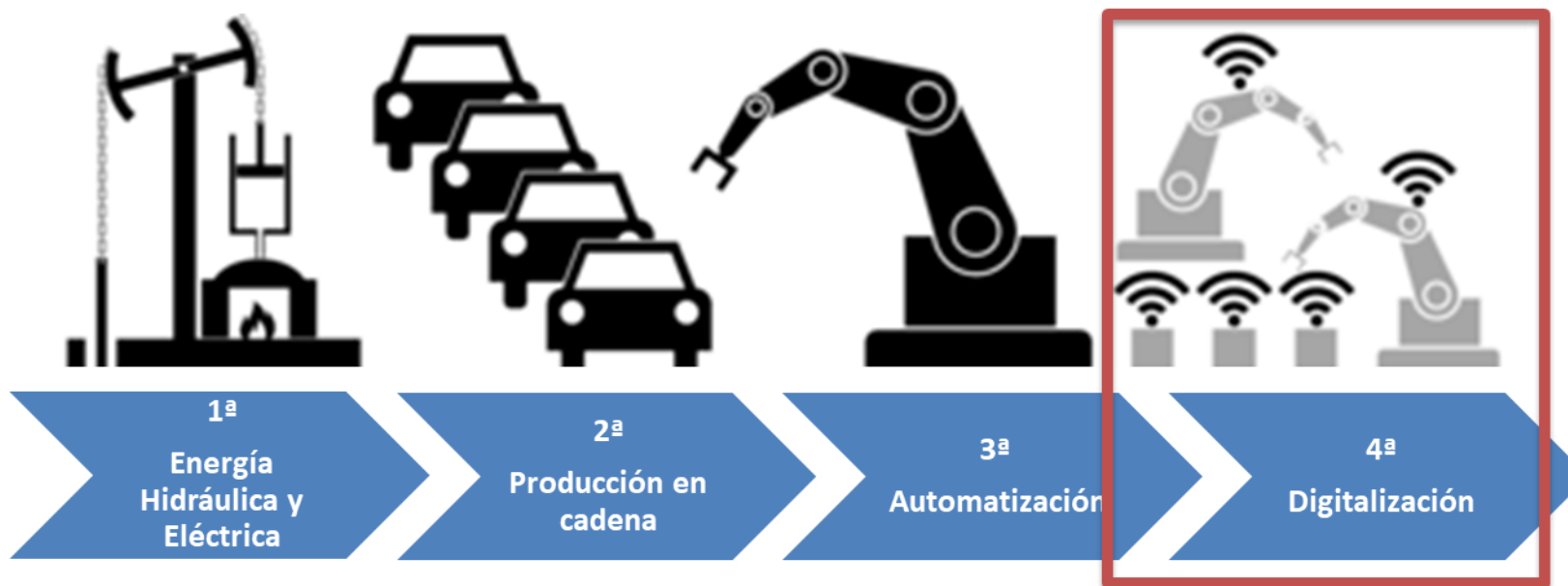
Fernando Moreno Navarro

Prof. Ingeniería de la Construcción, ETS Caminos, C. y P.
Universidad de Granada

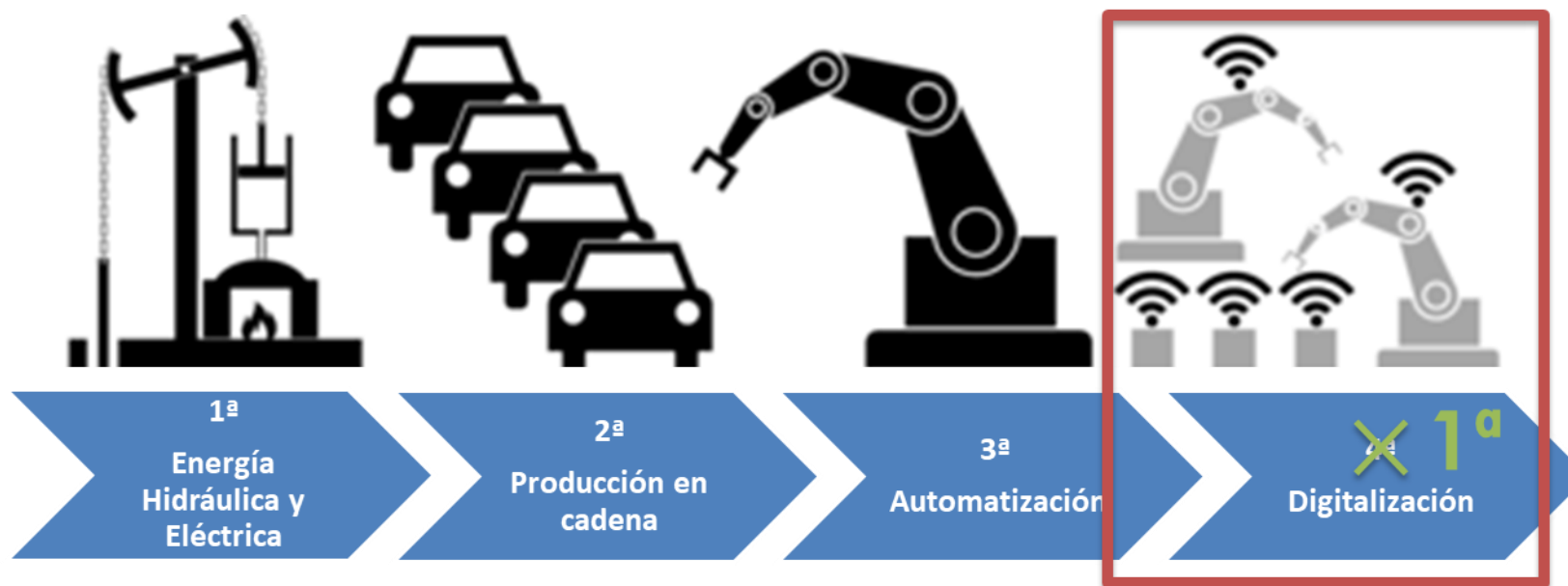
Subdirector LabIC.UGR

fmoreno@ugr.es

Nos encontramos a las puertas de la **cuarta revolución industrial...**

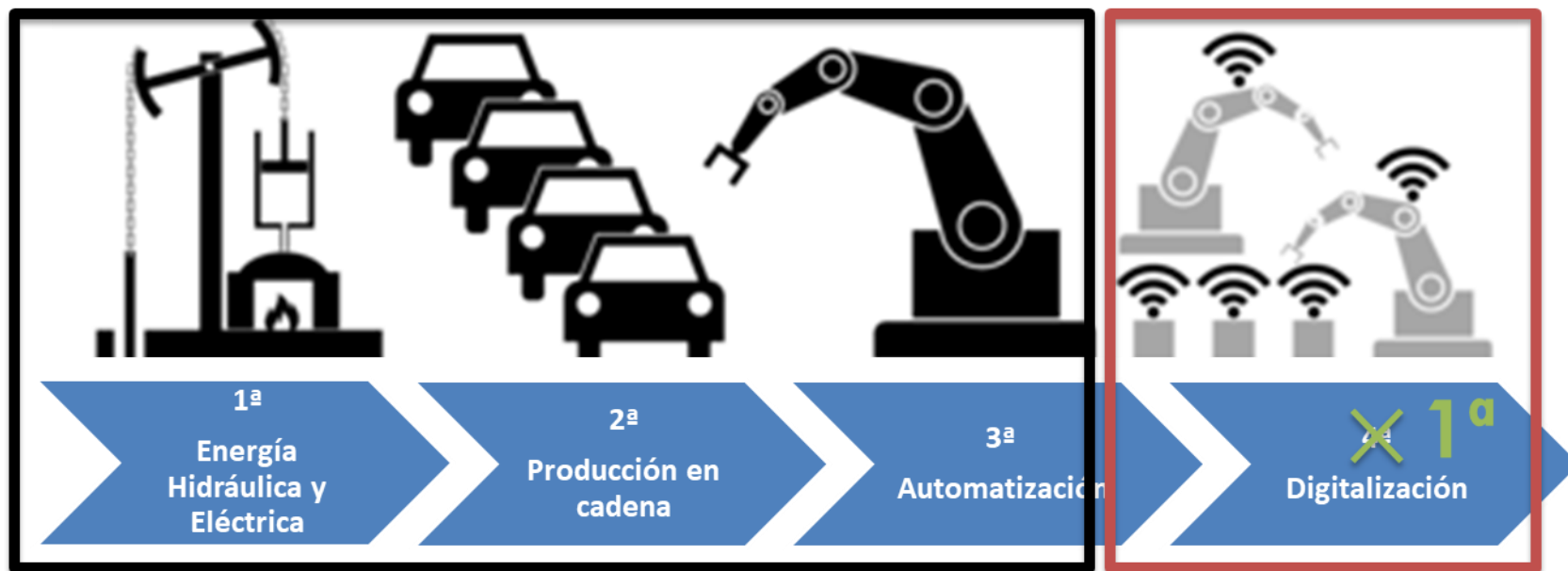


Nos encontramos a las puertas de la **cuarta revolución industrial...**



Primera revolución que debe
prestar atención a la
sostenibilidad del modelo
productivo
(**ESCASEZ DE RECURSOS/
PRESIÓN MEDIOAMBIENTAL**)

Nos encontramos a las puertas de la **cuarta revolución industrial...**



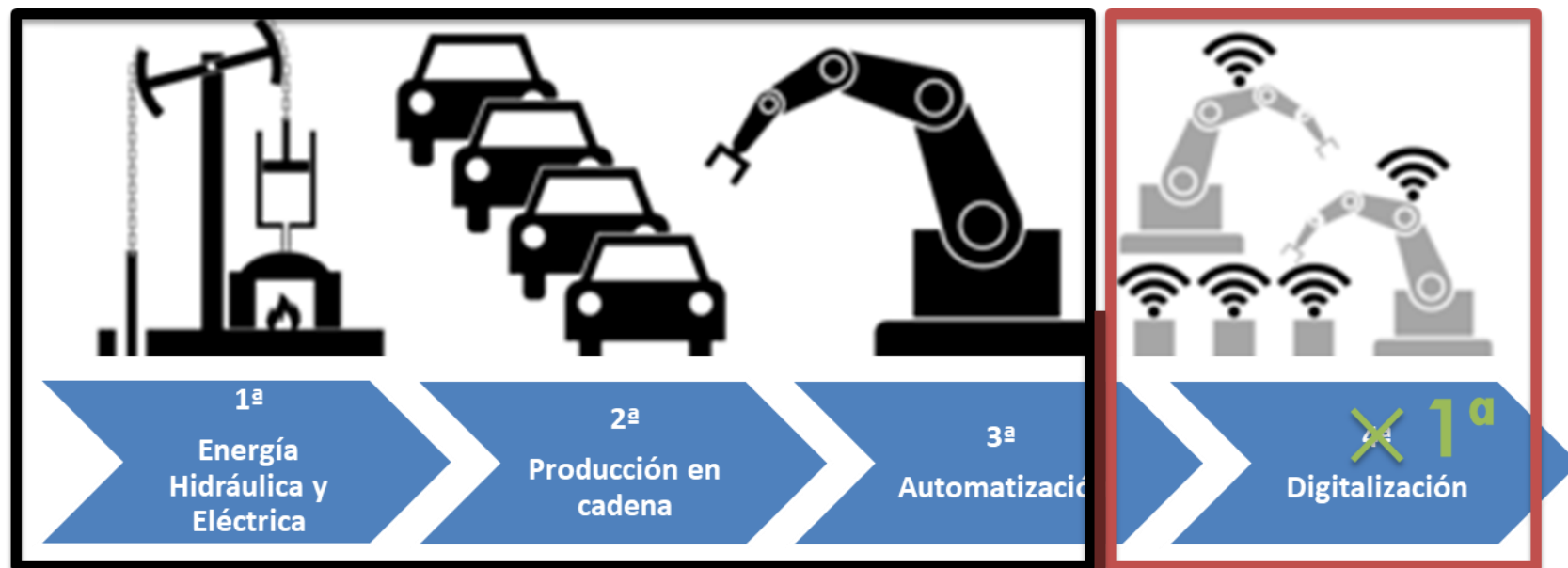
ECONOMÍA LINEAL (**USAR Y TIRAR**)

=

Consumo de Recursos por encima de nuestras posibilidades
Producción de Residuos Inasumible
Elevada Pérdida de Valor de los Bienes y Servicios

Primera revolución que debe prestar atención a la sostenibilidad del modelo productivo
(**ESCASEZ DE RECURSOS/ PRESIÓN MEDIOAMBIENTAL**)

Nos encontramos a las puertas de la **cuarta revolución industrial...**



ECONOMÍA LINEAL (**USAR Y TIRAR**)

=

Consumo de Recursos por encima de nuestras posibilidades
Producción de Residuos Inasumible
Elevada Pérdida de Valor de los Bienes y Servicios

Primera revolución que debe
prestar atención a la
sostenibilidad del modelo
productivo
(**ESCASEZ DE RECURSOS/
PRESIÓN MEDIOAMBIENTAL**)

TRANSFORMACIÓN ECOLÓGICA y DIGITAL



REUTILIZACIÓN DE FRESADO



REUTILIZACIÓN DE FRESADO



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA DE FABRICACIÓN



REUTILIZACIÓN DE FRESADO



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA DE FABRICACIÓN



ELEVADAS PRESTACIONES MECÁNICAS (DURABILIDAD) Y FUNCIONALES (SONORREDUCTORAS, SEGURAS ETC.)



REUTILIZACIÓN DE FRESADO



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA DE FABRICACIÓN



ELEVADAS PRESTACIONES MECÁNICAS (DURABILIDAD) Y FUNCIONALES (SONORREDUCTORAS, SEGURAS ETC.)



VALORIZACIÓN DE OTROS RESIDUOS Y/O SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES (ECONOMÍA CIRCULAR/SIMBIOSIS INDUSTRIAL)



REUTILIZACIÓN DE FRESADO



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA DE FABRICACIÓN



ELEVADAS PRESTACIONES MECÁNICAS (DURABILIDAD) Y FUNCIONALES (SONORREDUCTORAS, SEGURAS ETC.)



VALORIZACIÓN DE OTROS RESIDUOS Y/O SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES (ECONOMÍA CIRCULAR/SIMBIOSIS INDUSTRIAL)



CARRETERA INTELIGENTE/DIGITALIZACIÓN



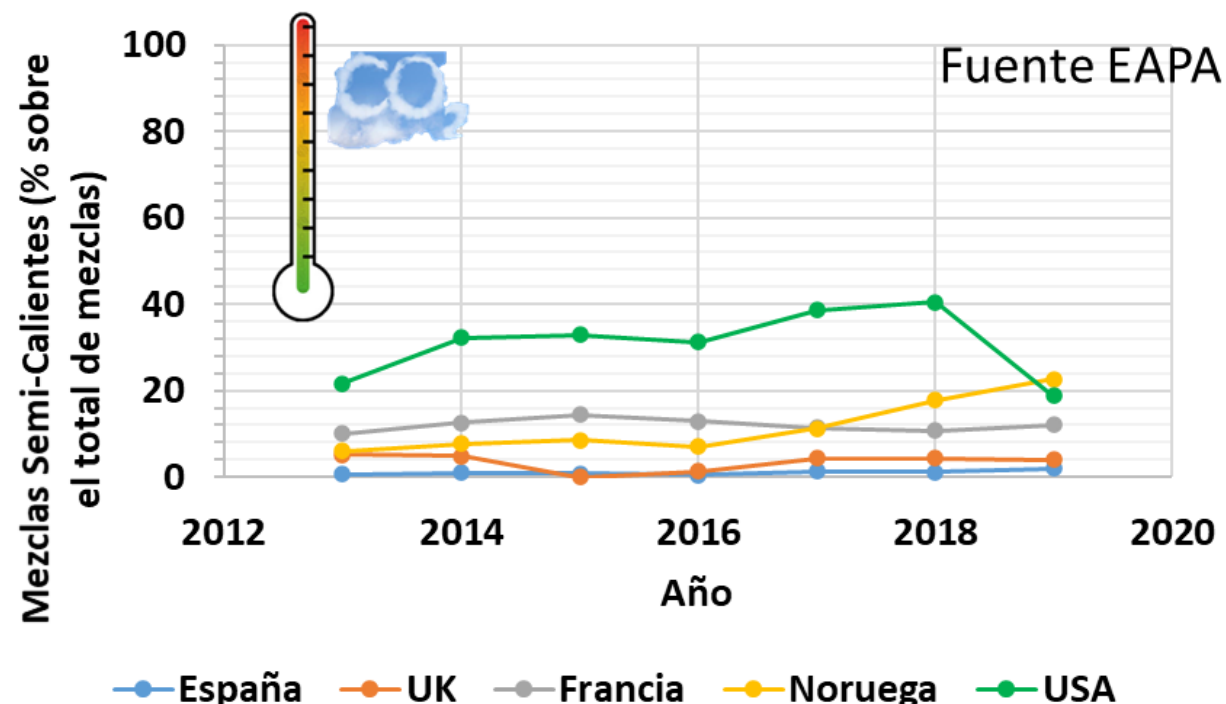
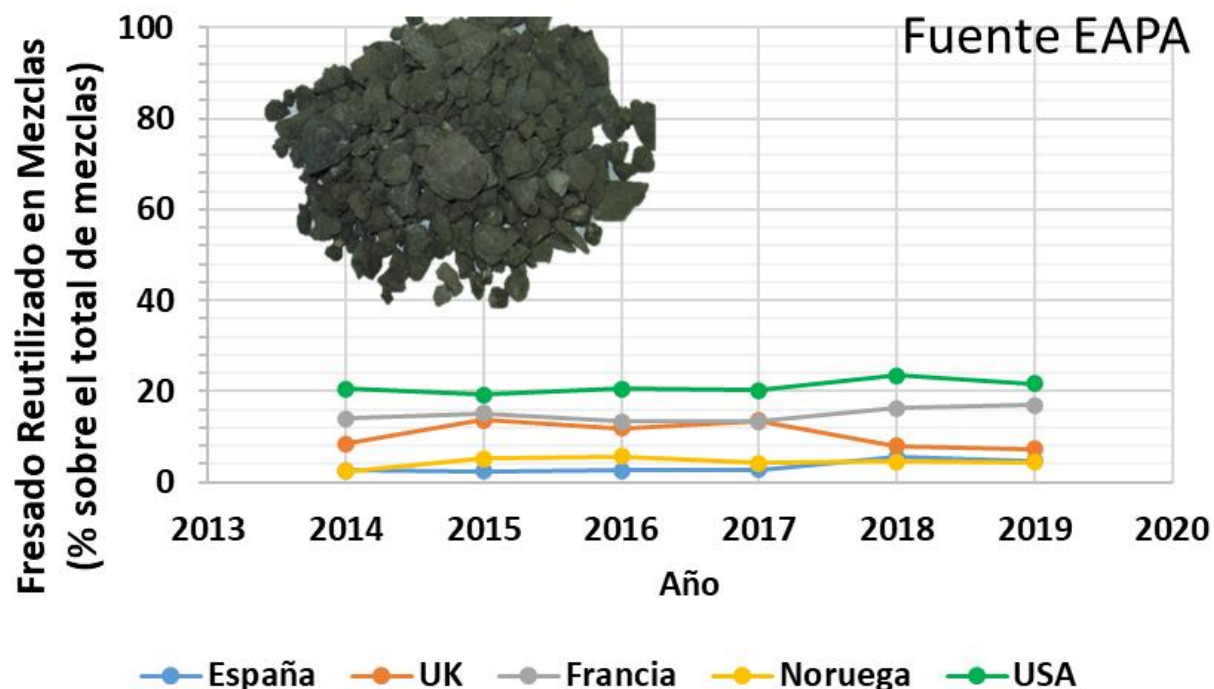


“MISMO” MODELO QUE HACE 100 AÑOS



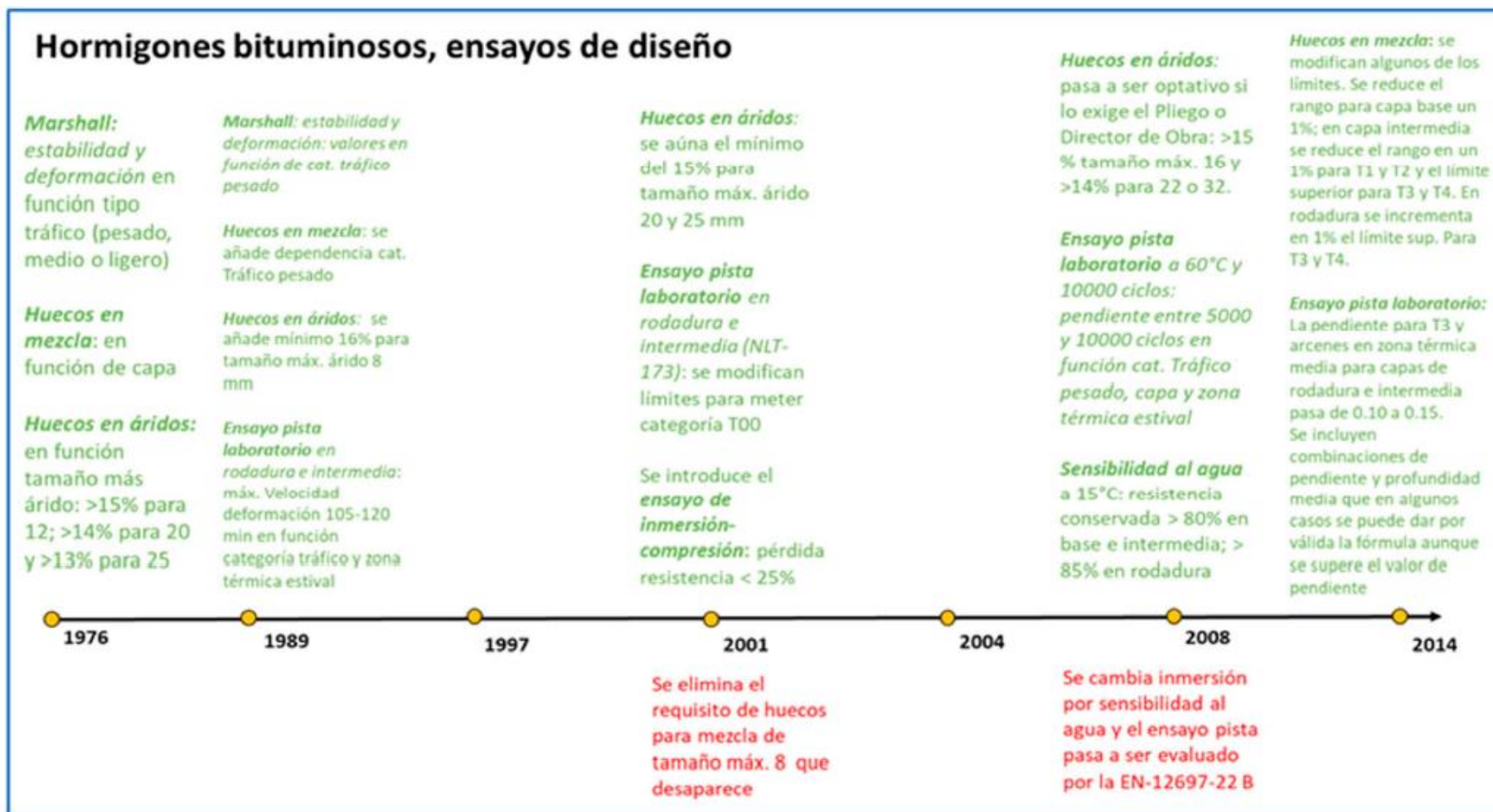


A PESAR DE SER TÉCNICAS CON DÉCADAS DE DESARROLLO...



**...SU GRADO DE IMPLEMENTACIÓN EN EUROPA ES BAJO
Y EN ESPAÑA ES CASI NULO**



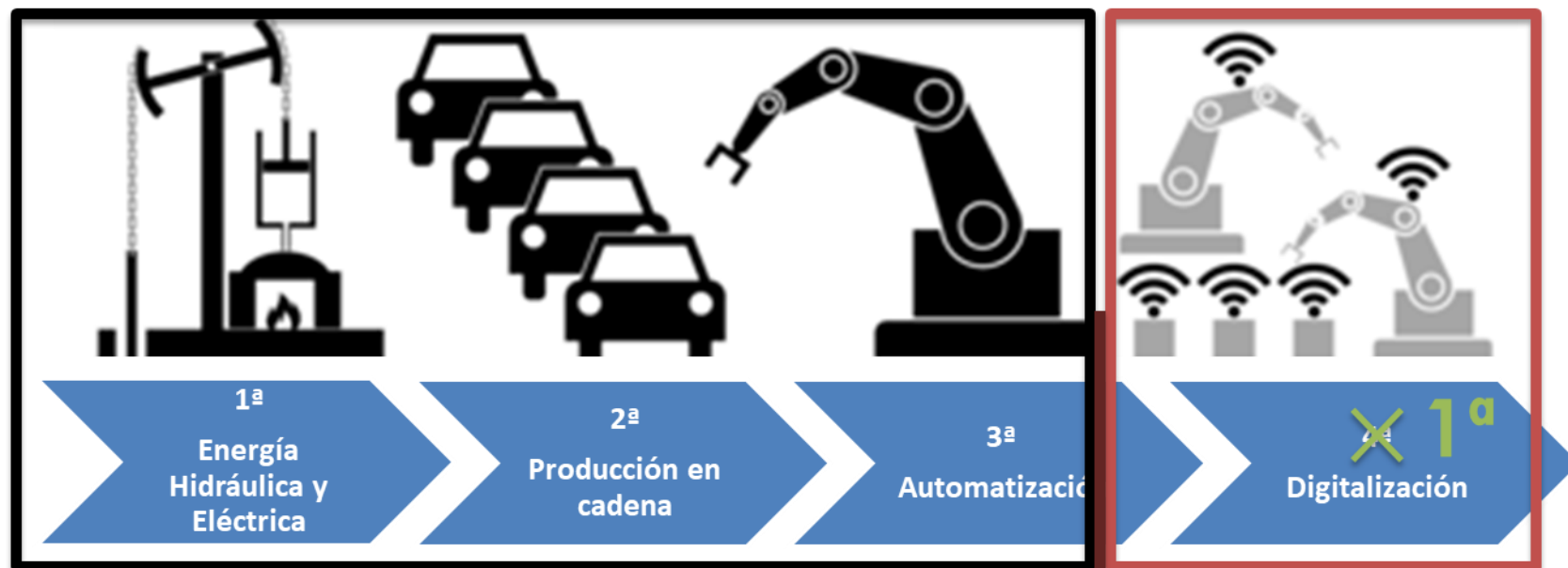


“Mismos” criterios de diseño que hace más de 30 años...





Nos encontramos a las puertas de la **cuarta revolución industrial...**



ECONOMÍA LINEAL (**USAR Y TIRAR**)

=

Consumo de Recursos por encima de nuestras posibilidades
Producción de Residuos Inasumible
Elevada Pérdida de Valor de los Bienes y Servicios

Primera revolución que debe prestar atención a la sostenibilidad del modelo productivo
(**ESCASEZ DE RECURSOS/ PRESIÓN MEDIOAMBIENTAL**)

TRANSFORMACIÓN ECOLÓGICA y DIGITAL

¿Por qué estamos tan lejos?

DESDE HACE AÑOS UTILIZAMOS LOS MISMOS ARGUMENTOS PARA EVITAR SALIR DE NUESTRA ZONA DE CONFORT...

- **No necesitamos nuevos materiales, nuestros firmes/mezclas/betunes son ya muy duraderos, no se fatigan,...**
- **La culpa de las patologías las tienen las bases tratadas con cemento, la falta de capacidad portante de la explanada, etc.**
- **Esa tecnología, ensayos, materiales... son muy complejos/nadie va a saber utilizarlos...**
- **La carretera no es un vertedero, si introducimos otros materiales no sería reutilizable,...**
- **Otros países en Europa no lo utilizan...**
- **...**
- **El PG-3 no lo contempla...**

DESDE HACE AÑOS UTILIZAMOS LOS MISMOS ARGUMENTOS PARA EVITAR SALIR DE NUESTRA ZONA DE CONFORT...

- No necesitamos nuevos materiales, nuestros firmes/mezclas/betunes son ya muy duraderos, no se fatigan,...
- La culpa de las patologías las tienen las bases tratadas con cemento, la falta de capacidad portante de la explanada, etc.
- Esa tecnología, ensayos, materiales... son muy complejos/nadie va a saber utilizarlos...
- La carretera no es un vertedero, si introducimos otros materiales no sería reutilizable,...
- Otros países en Europa no lo utilizan...
- ...
- El PG-3 no lo contempla...

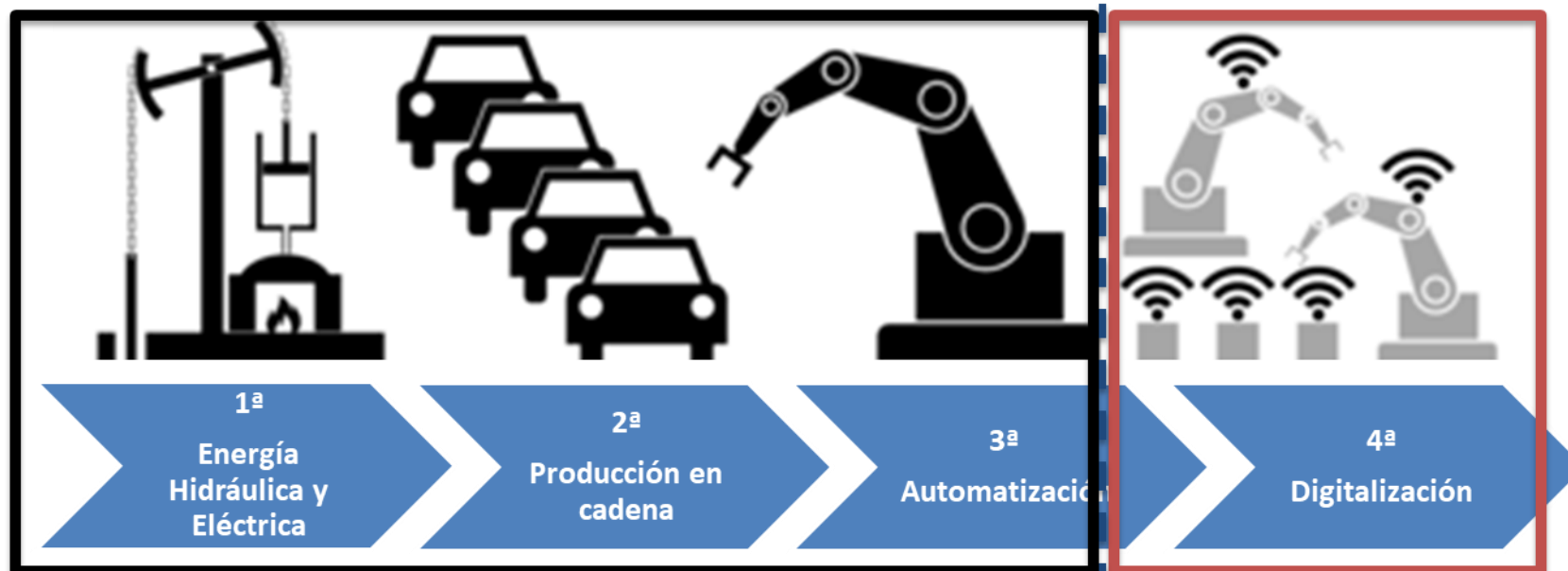
...POR MIEDO A LO “DESCONOCIDO”

Desde hace más de una década llevamos aplicando los **conocimientos más avanzados en tecnología y ciencia de los materiales para desarrollar nuevos materiales asfálticos más sostenibles** (económicamente competitivos), **automatizados e inteligentes**, capaces de ser utilizados de forma habitual en la construcción/conservación de carreteras



El objetivo es que en un futuro cercano, **las carreteras andaluzas se construyan y conserven bajo el mínimo impacto medioambiental y estén adaptadas a las nuevas necesidades impuestas por la digitalización**

Materiales de la transición



~~ECONOMÍA LINEAL (USAR Y TIRAR)~~

ECONOMÍA CIRCULAR

MAS

Materiales Asfálticos Sostenibles

ESCASEZ DE RECURSOS/
PRESIÓN MEDIOAMBIENTAL

AI

Automatizados
Inteligentes

Materiales **Asfálticos Sostenibles**, **Automatizados e Inteligentes** **MASAI**

1. Materiales bituminosos de **altas prestaciones mecánicas y funcionales**
2. Producidos a una **temperatura máxima de 140 °C**
3. Modificados en al menos un **0,5% de su peso con polímeros reciclados/reutilizados** (polvo de neumático, polietileno, polipropileno, etc.)
4. Fabricados con materiales del entorno reutilizados: **fresado procedente de carreteras deterioradas en al menos un 20% de su peso y/o subproductos procedentes de otras industrias en al menos un 5% de su peso.**
5. Que integren **sensores y/u otros dispositivos** capaces de recibir/enviar información para ofrecer diferentes funciones que mejoren la seguridad vial, evalúen su estado de deterioro, aforo y pesaje, etc.



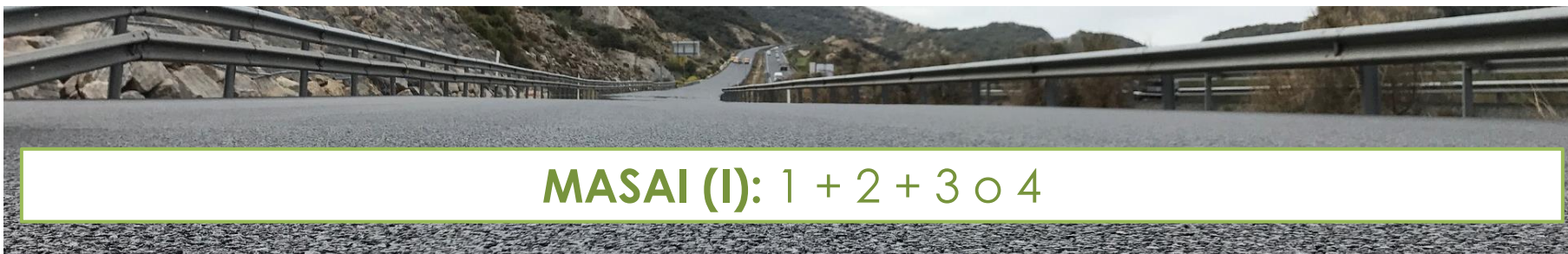
Material**es** Asfáltic**os** Sost**en**ibles, Automatizad**os** e Inteligent**es** **MASAI**

1. Materiales bituminosos de **altas prestaciones mecánicas y funcionales**
2. Producidos a una **temperatura máxima de 140 °C** **OBLIGATORIO**
3. Modificados en al menos un **0,5% de su peso con polímeros reciclados/reutilizados** (polvo de neumático, polietileno, polipropileno, etc.)
4. Fabricados con materiales del entorno reutilizados: **fresado procedente de carreteras deterioradas en al menos un 20% de su peso y/o subproductos procedentes de otras industrias en al menos un 5% de su peso.**
5. Que integren **sensores y/u otros dispositivos** capaces de recibir/enviar información para ofrecer diferentes funciones que mejoren la seguridad vial, evalúen su estado de deterioro, aforo y pesaje, etc.



Materiales Asfálticos Sostenibles, Automatizados e Inteligentes **MASAI**

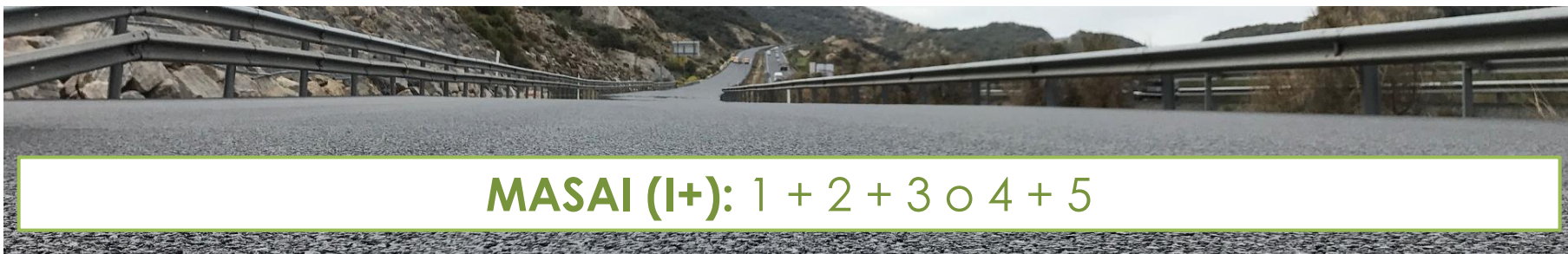
1. Materiales bituminosos de **altas prestaciones mecánicas y funcionales**
2. Producidos a una **temperatura máxima de 140 °C** OBLIGATORIO
3. Modificados en al menos un **0,5% de su peso con polímeros reciclados/reutilizados** (polvo de neumático, polietileno, polipropileno, etc.)
ELEGIR UNA DE LAS DOS OPCIONES
4. Fabricados con materiales del entorno reutilizados: **fresado procedente de carreteras deterioradas en al menos un 20% de su peso y/o subproductos procedentes de otras industrias en al menos un 5% de su peso.**
5. Que integren **sensores y/u otros dispositivos** capaces de recibir/enviar información para ofrecer diferentes funciones que mejoren la seguridad vial, evalúen su estado de deterioro, aforo y pesaje, etc.



MASAI (I): 1 + 2 + 3 o 4

Materiales Asfálticos Sostenibles, Automatizados e Inteligentes **MASAI**

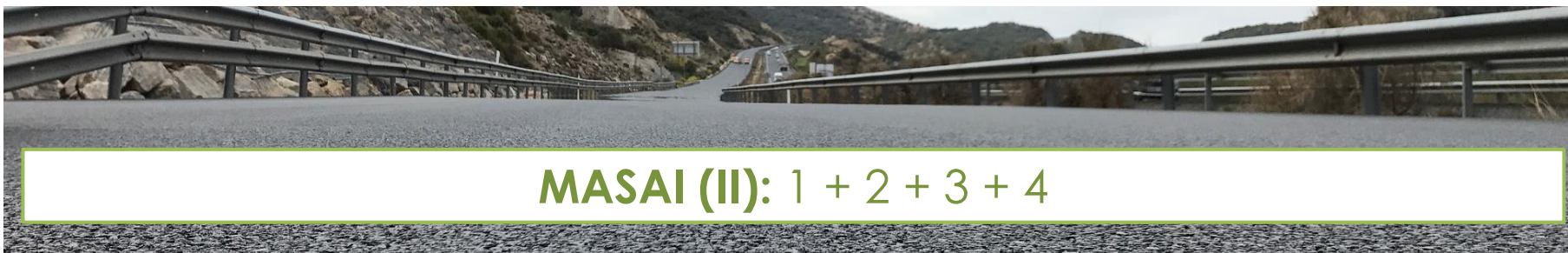
1. Materiales bituminosos de **altas prestaciones mecánicas y funcionales**
2. Producidos a una **temperatura máxima de 140 °C** OBLIGATORIO
3. Modificados en al menos un **0,5% de su peso con polímeros reciclados/reutilizados** (polvo de neumático, polietileno, polipropileno, etc.)
ELEGIR UNA DE LAS DOS OPCIONES
4. Fabricados con materiales del entorno reutilizados: **fresado procedente de carreteras deterioradas en al menos un 20% de su peso y/o subproductos procedentes de otras industrias en al menos un 5% de su peso.**
5. Que integren **sensores y/u otros dispositivos** capaces de recibir/enviar información para ofrecer diferentes funciones que mejoren la seguridad vial, evalúen su estado de deterioro, aforo y pesaje, etc. OBLIGATORIO



MASAI (I+): 1 + 2 + 3 o 4 + 5

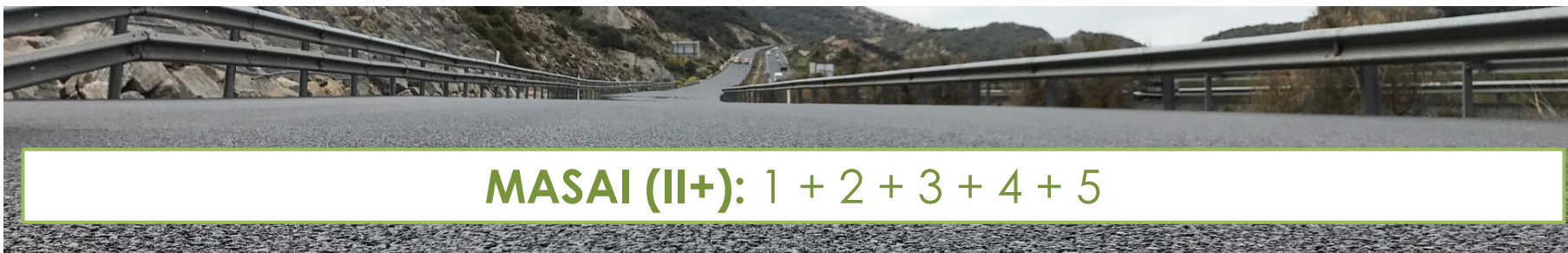
Material **Asfálticos Sostenibles, Automatizados e Inteligentes** **MASAI**

1. Materiales bituminosos de **altas prestaciones mecánicas y funcionales**
2. Producidos a una **temperatura máxima de 140 °C** **OBLIGATORIO**
3. Modificados en al menos un **0,5% de su peso con polímeros reciclados/reutilizados** (polvo de neumático, polietileno, polipropileno, etc.) **OBLIGATORIO**
4. Fabricados con materiales del entorno reutilizados: **fresado procedente de carreteras deterioradas en al menos un 20% de su peso y/o subproductos procedentes de otras industrias en al menos un 5% de su peso.**
5. Que integren **sensores y/u otros dispositivos** capaces de recibir/enviar información para ofrecer diferentes funciones que mejoren la seguridad vial, evalúen su estado de deterioro, aforo y pesaje, etc.



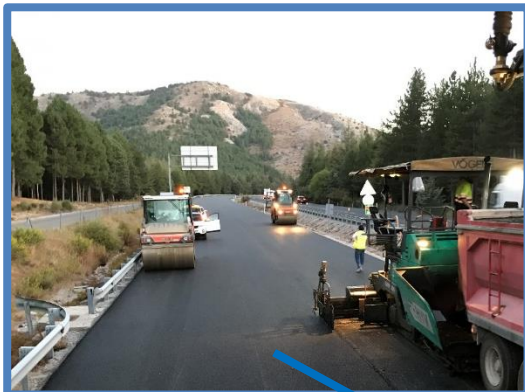
Materiales Asfálticos Sostenibles, Automatizados e Inteligentes **MASAI**

1. Materiales bituminosos de **altas prestaciones mecánicas y funcionales**
2. Producidos a una **temperatura máxima de 140 °C** OBLIGATORIO
3. Modificados en al menos un **0,5% de su peso con polímeros reciclados/reutilizados** (polvo de neumático, polietileno, polipropileno, etc.) OBLIGATORIO
4. Fabricados con materiales del entorno reutilizados: **fresado procedente de carreteras deterioradas en al menos un 20% de su peso y/o subproductos procedentes de otras industrias en al menos un 5% de su peso.**
5. Que integren **sensores y/u otros dispositivos** capaces de recibir/enviar información para ofrecer diferentes funciones que mejoren la seguridad vial, evalúen su estado de deterioro, aforo y pesaje, etc. OBLIGATORIO



MASAI (II+): 1 + 2 + 3 + 4 + 5

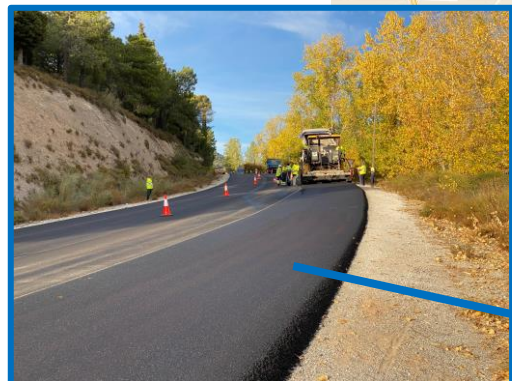
Autovía A-92
(Puerto de la
Mora),
650 t MASAI (I)
Septiembre 2017



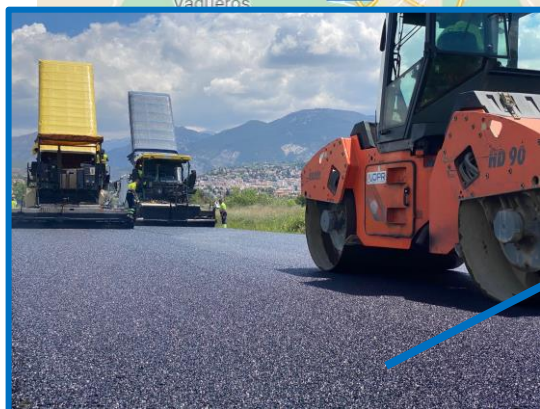
**>3550 t ejecutadas
hasta la fecha**



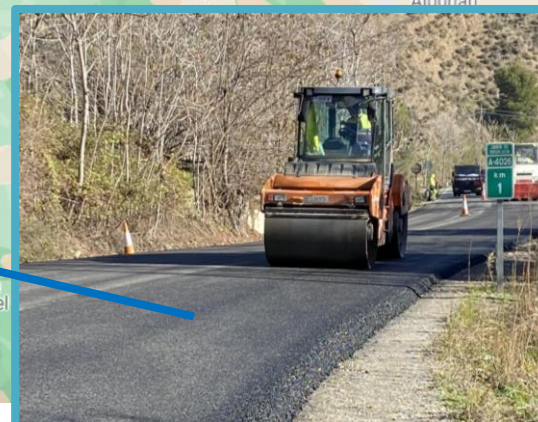
Autovía A-92
(Guadix),
650 t MASAI (I)
Julio 2018



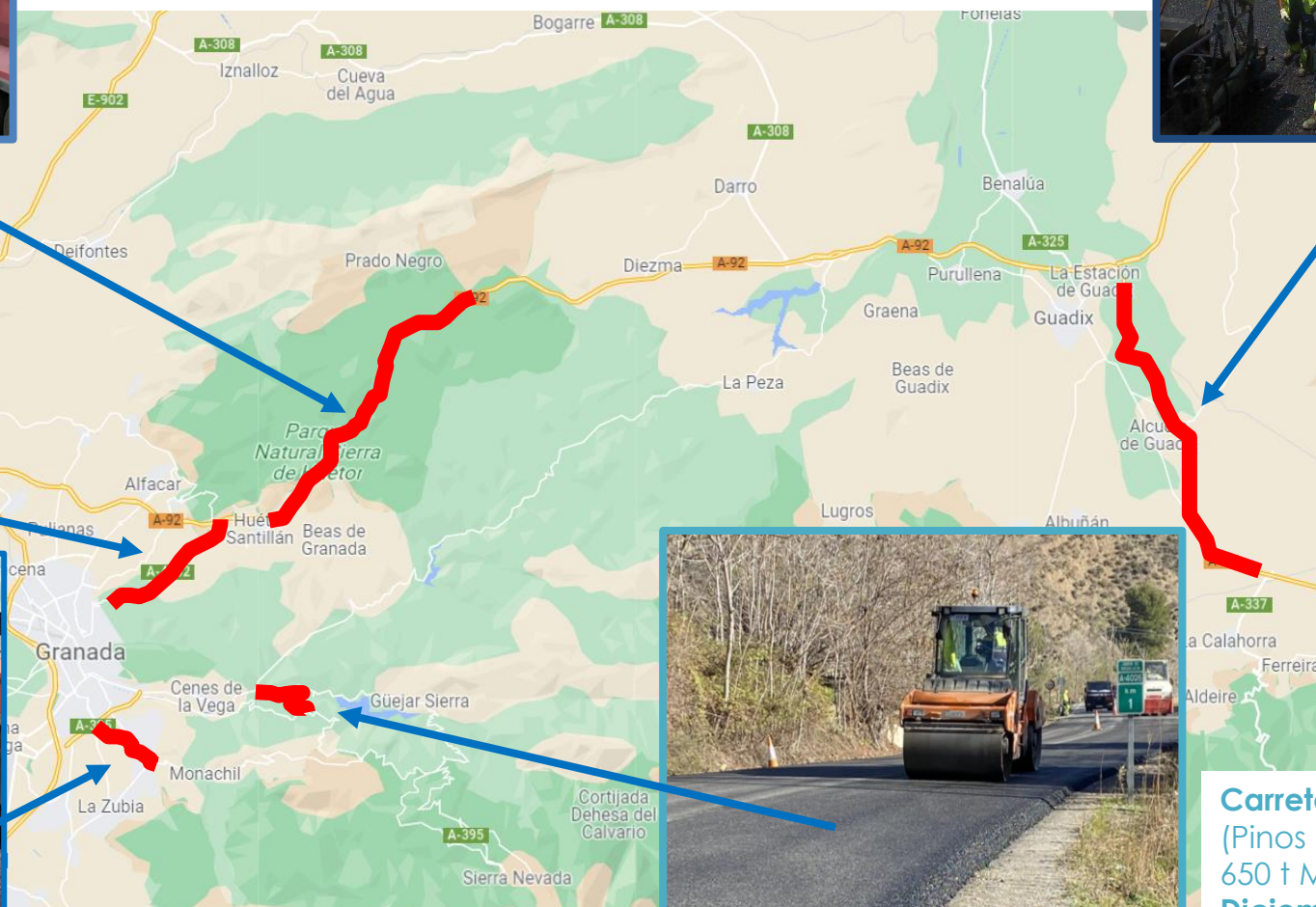
Carretera A-4002
(El Fargue),
250 t MASAI (I)
Octubre 2021



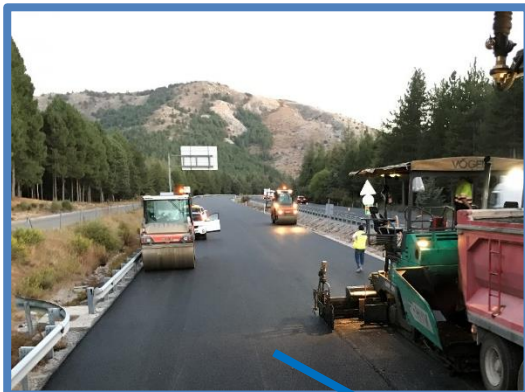
Carretera A-4028
(Cájar),
1355 t MASAI (I)
Mayo 2021



Carretera A-4026
(Pinos Genil),
650 t MASAI (II)
Diciembre 2020



Autovía A-92
(Puerto de la
Mora),
650 t MASAI (I)
Septiembre 2017



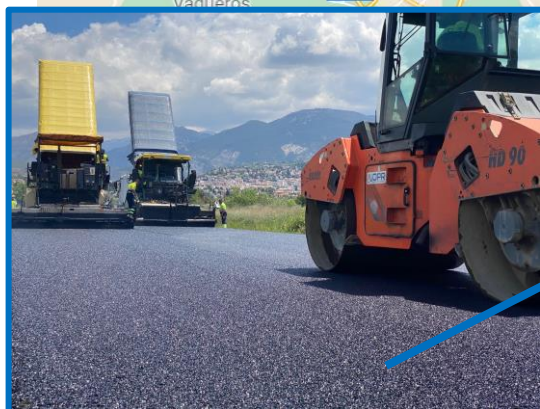
**>18550 t ejecutadas
Diciembre 2021**



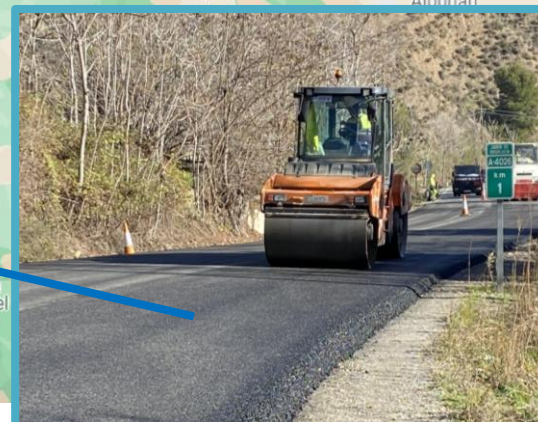
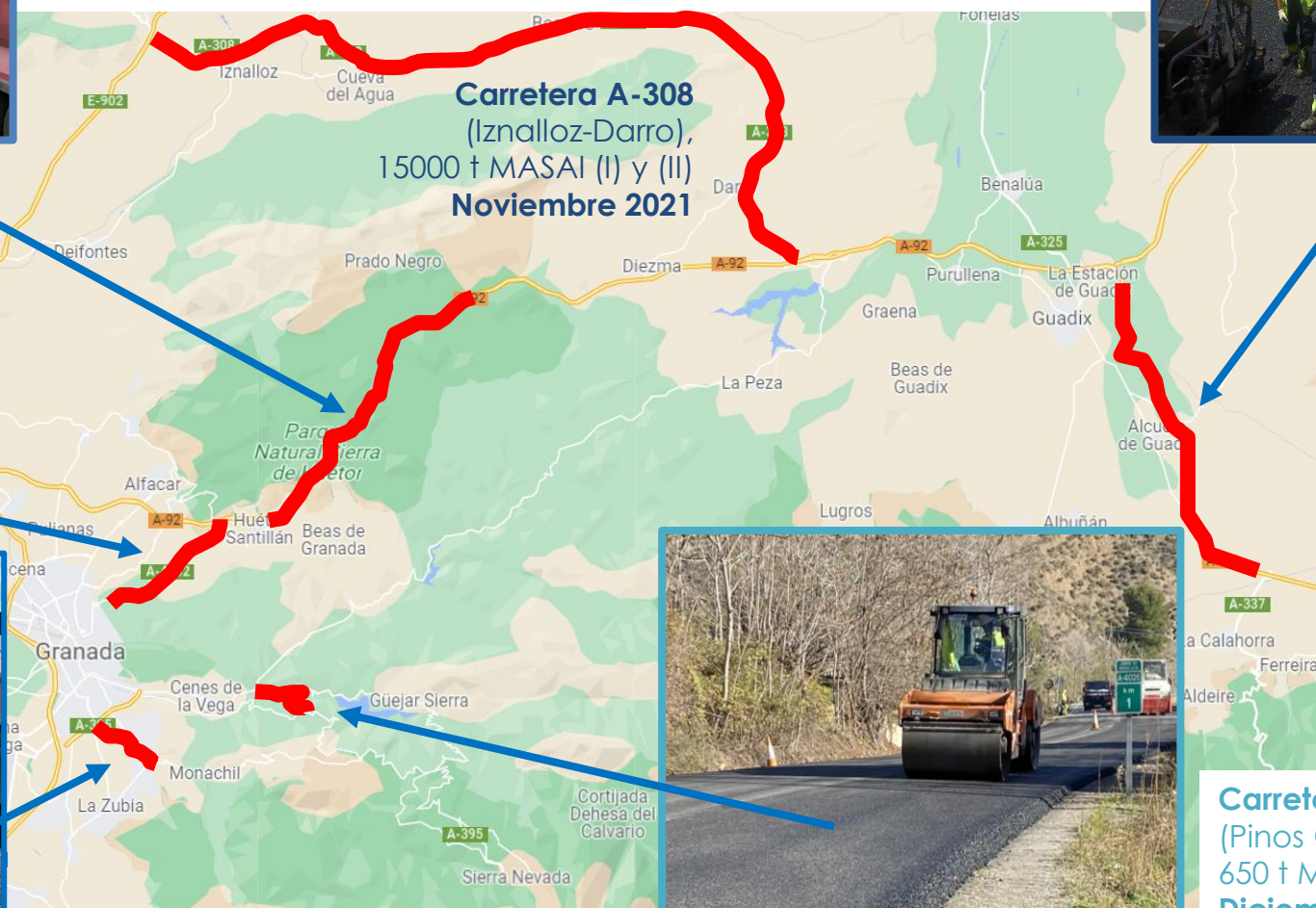
Autovía A-92
(Guadix),
650 t MASAI (I)
Julio 2018



Carretera A-4002
(El Fargue),
250 t MASAI (I)
Octubre 2021



Carretera A-4028
(Cájar),
1355 t MASAI (I)
Mayo 2021



Carretera A-4026
(Pinos Genil),
650 t MASAI (II)
Diciembre 2020

UN ENGRANAJE PERFECTO: ADMINISTRACIÓN-UNIVERSIDAD-EMPRESA



Empresas Constructoras
han invertido en las
tecnologías necesarias para
hacer realidad su aplicación



Desde **LabIC.UGR** se ha
trabajado durante años para
conseguir hacer posible
técnica y económicamente el
desarrollo de estos materiales



La **Consejería de F,V,OT** ha decidido
apostar firmemente por la
sostenibilidad licitando y realizando
obras con estos materiales

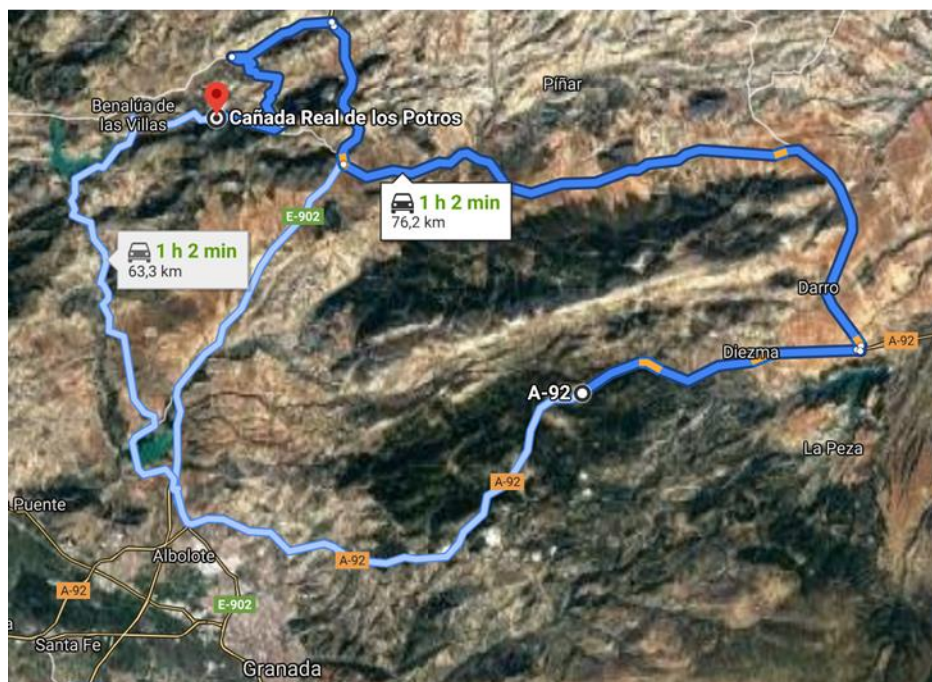
PUESTOS A PRUEBA EN TRAMOS DE CARRETERAS Y AUTOVIAS BAJO CONDICIONES DE TRÁFICO Y CLIMÁTICA EXTREMAS

	IMD	% Pesados	Observaciones
A-92 Puerto Mora	18.000	16	Capa de rodadura, 1400 m sobre el nivel del mar, nieve, fundentes; ejecutado directamente sobre firme muy deteriorado
A-92 Guadix	11.000	7	Capa de rodadura, 1100 m sobre el nivel del mar, nieve, fundentes; ejecutado directamente sobre firme muy deteriorado
A-4026	6.000	5	Capa de rodadura, tráfico lento canalizado de autobuses con giros muy cerrados; ejecutado directamente sobre firme muy deteriorado
A-4028	20.000	3	Capa de rodadura, tramos con giros, frenadas y aceleraciones; ejecutado directamente sobre firme muy deteriorado
A-4002	2.400	2	Capa de rodadura, carril de lentos con 8% de pendiente; ejecutado directamente sobre firme muy deteriorado



PUESTOS A PRUEBA EN TRAMOS DE CARRETERAS Y AUTOVIAS BAJO CONDICIONES DE TRÁFICO Y CLIMÁTICA EXTREMAS

Puerto de la Mora



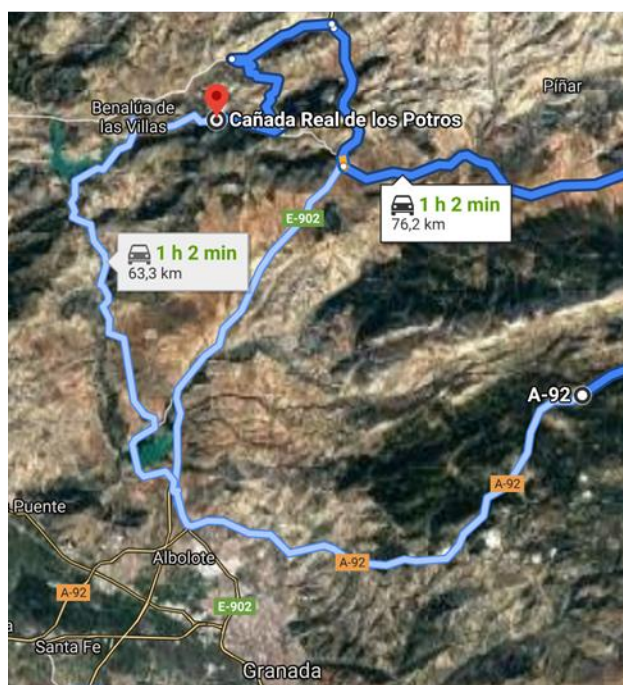
Guadix



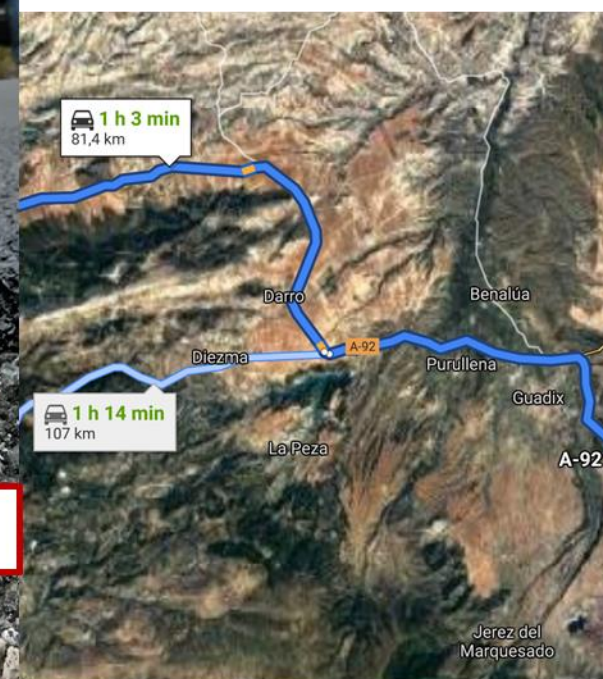
Largas distancias de transporte (~1 hora)

PUESTOS A PRUEBA EN TRAMOS DE CARRETERAS Y AUTOVIAS BAJO CONDICIONES DE TRÁFICO Y CLIMÁTICA EXTREMAS

Puerto de la Mora



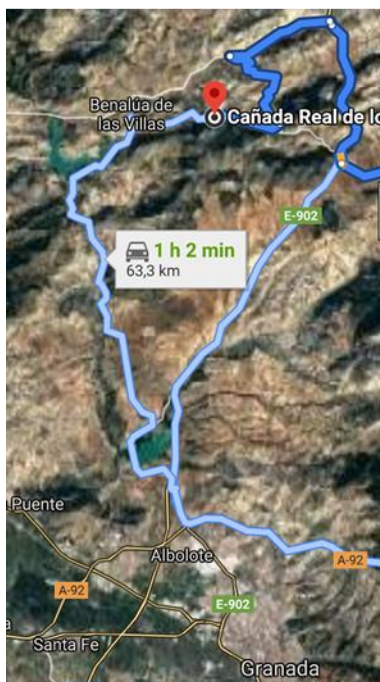
Guadix



Largas distancias de transporte (~1 hora)

PUESTOS A PRUEBA EN TRAMOS DE CARRETERAS Y AUTOVIAS BAJO CONDICIONES DE TRÁFICO Y CLIMÁTICA EXTREMAS

Puerto de la Mora



Guadix



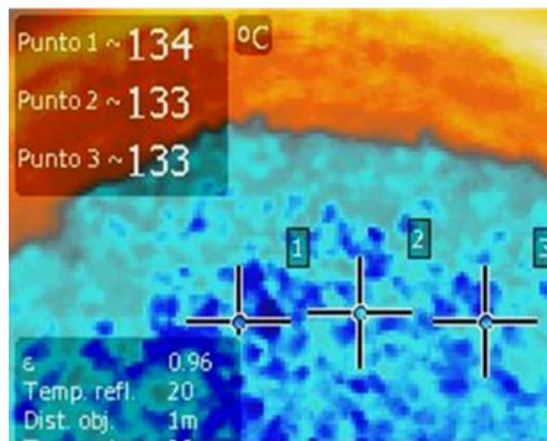
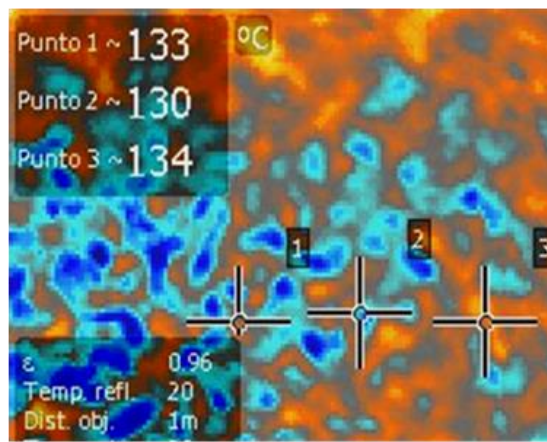
Largas distancias de transporte (~1 hora)

ESTUDIO A NIVEL DE LABORATORIO

¿Qué aditivos?



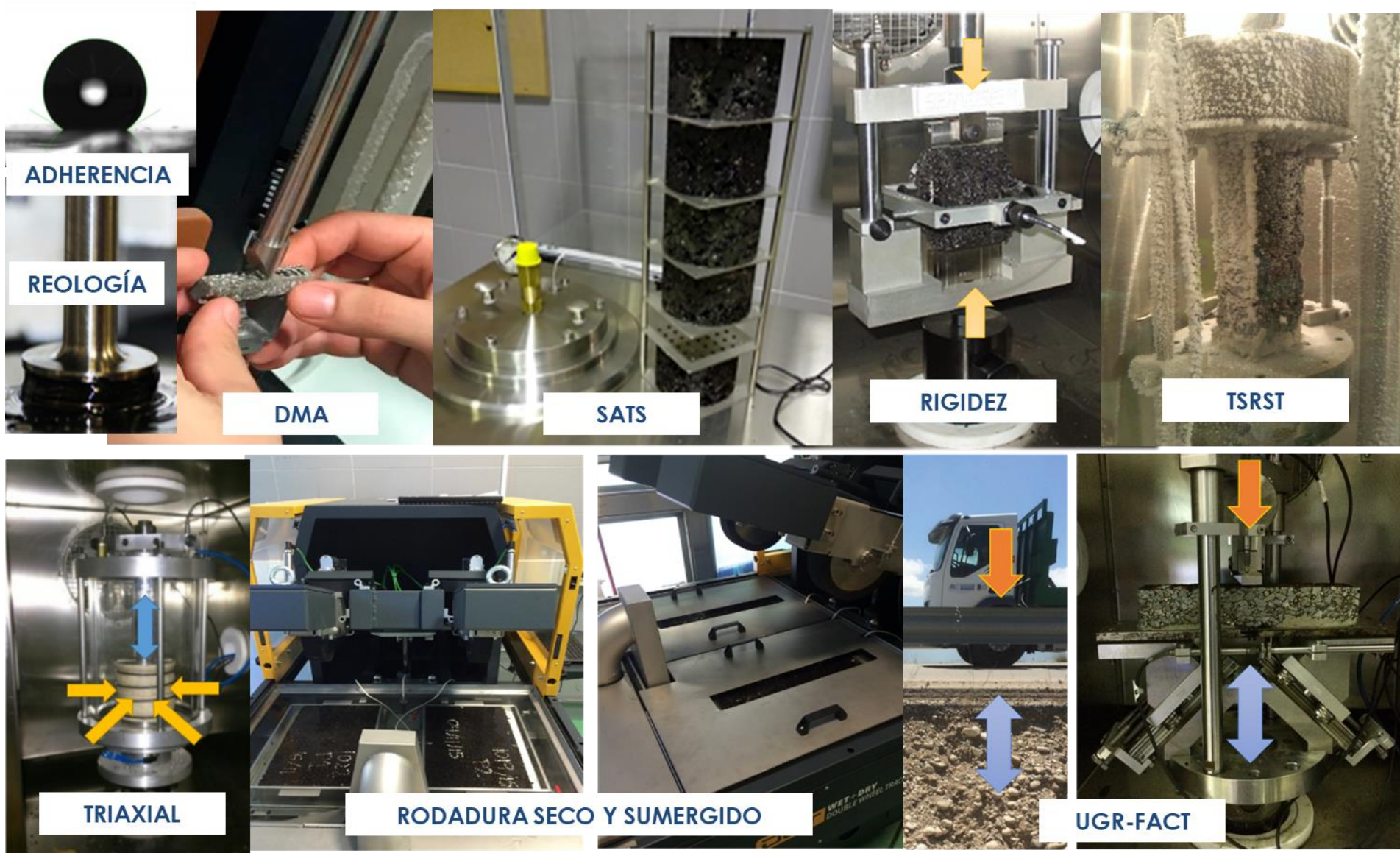
¿Qué temperaturas?



¿Qué modificadores?



DISEÑO DE ALTAS PRESTACIONES MECÁNICAS Y RESPUESTA ESTRUCTURAL



ESTUDIO A NIVEL DE PLANTA



Instalación y puesta a punto de dosificador de aditivos, sistema de espumación, tolvas de fresado, etc.

ESTUDIO A NIVEL DE PLANTA



Puesta a punto de la planta, pruebas de fabricación a diferentes temperaturas, contenidos de fresado y/o modificadores, toma de muestras ...

ESTUDIO A NIVEL DE PLANTA



ESTUDIO EN TRAMO DE PRUEBA

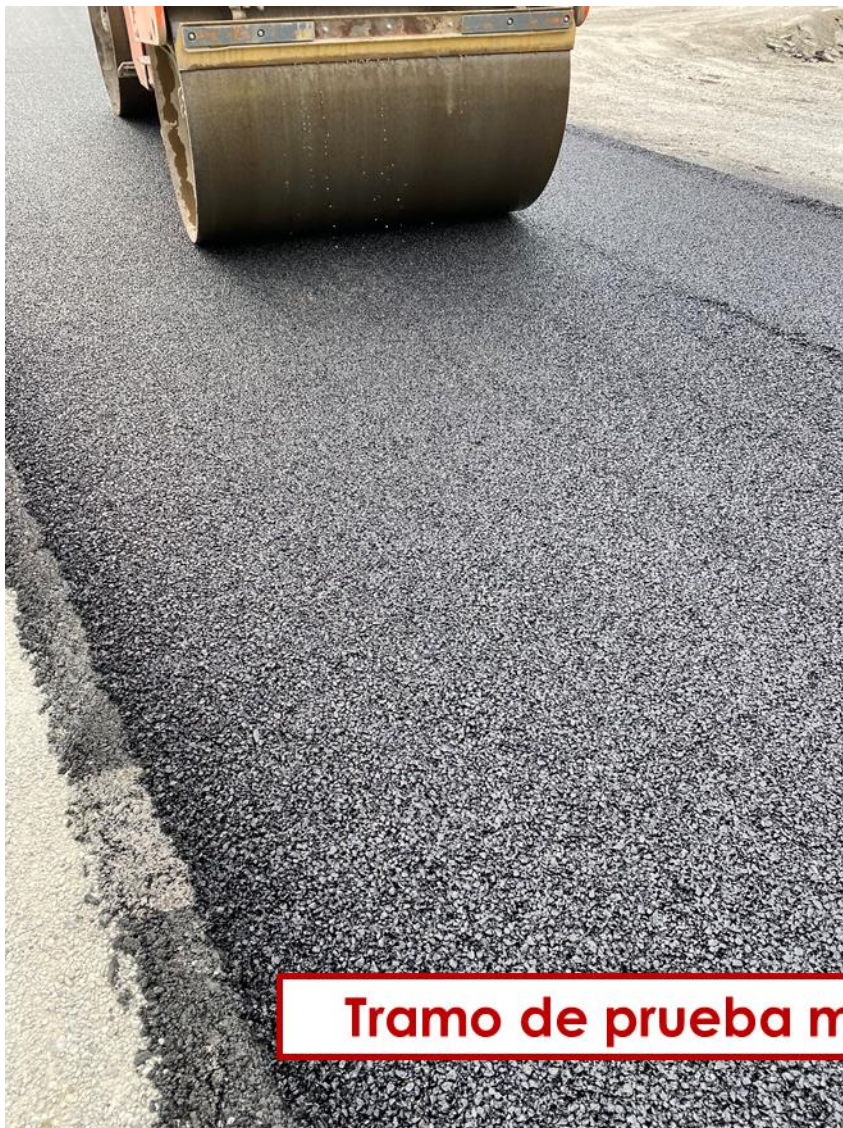


ESTUDIO EN TRAMO DE PRUEBA



Tramo de mezcla bituminosa AC 22 en caliente (165 °C)

ESTUDIO EN TRAMO DE PRUEBA



Tramo de prueba mezcla MASAI (I) a 140 °C

ESTUDIO EN TRAMO DE PRUEBA



ESTUDIO EN TRAMO DE PRUEBA



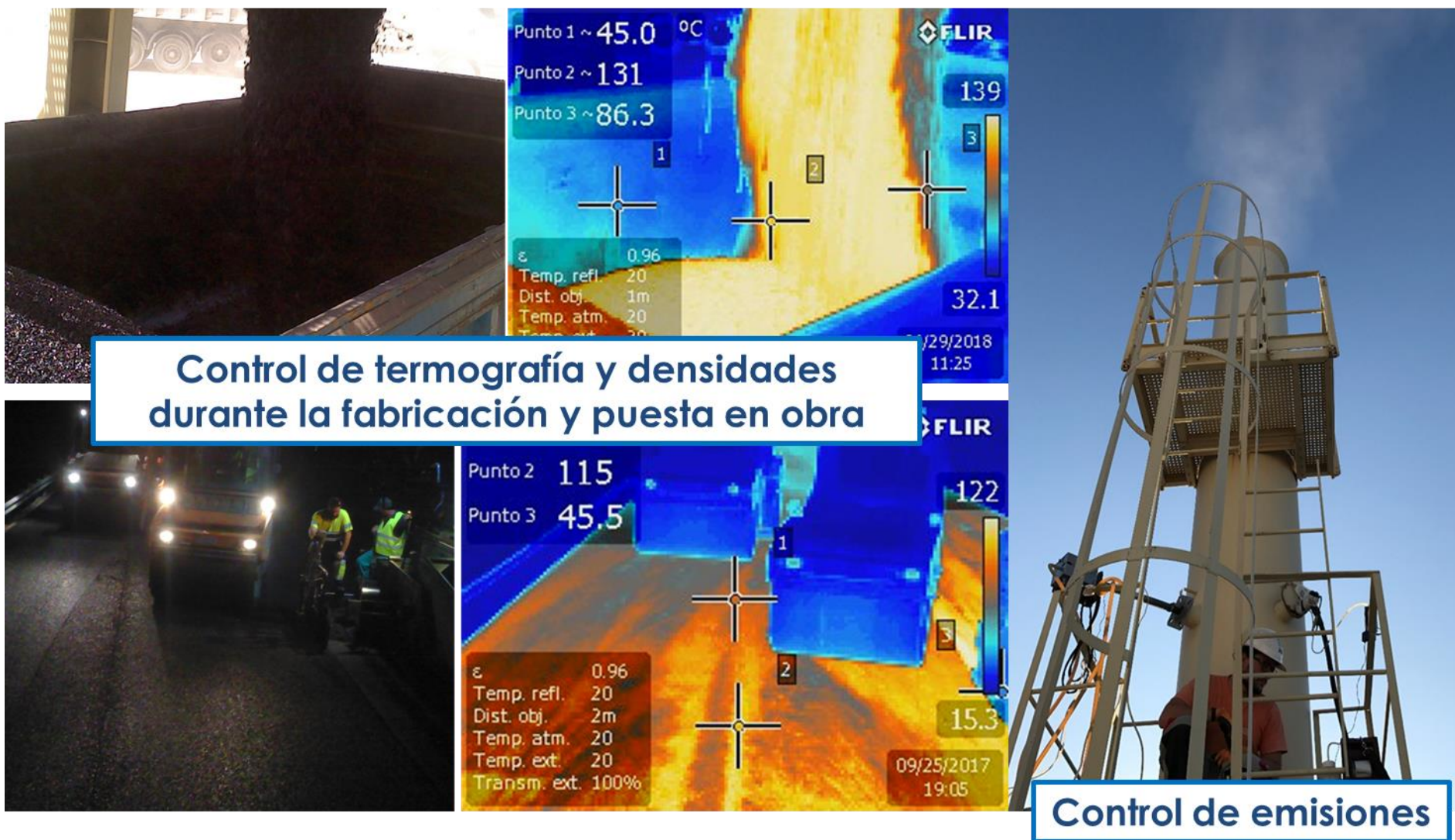
Tramos de mezcla MASAI (I)

ESTUDIO EN TRAMO DE PRUEBA



Tramos de mezcla MASAI (I)

CONTROL EXHAUSTIVO DURANTE EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA



CONTROL EXHAUSTIVO DURANTE EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA

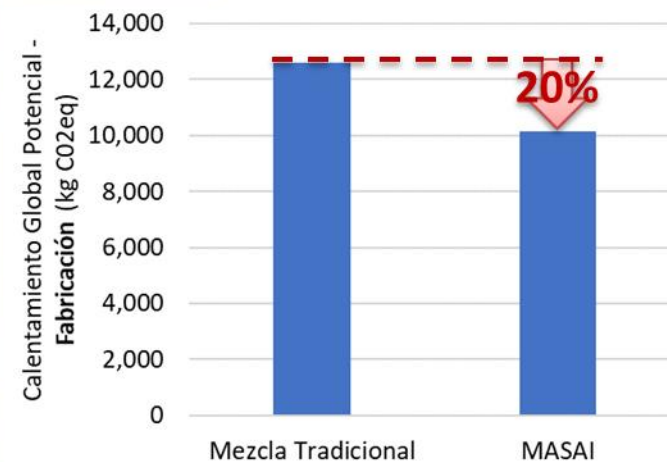
Mezcla Conv. a 165 °C



MASAI (II) a 135 °C



Reducción de
emisiones en
planta



CONTROL EXHAUSTIVO DURANTE EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA...

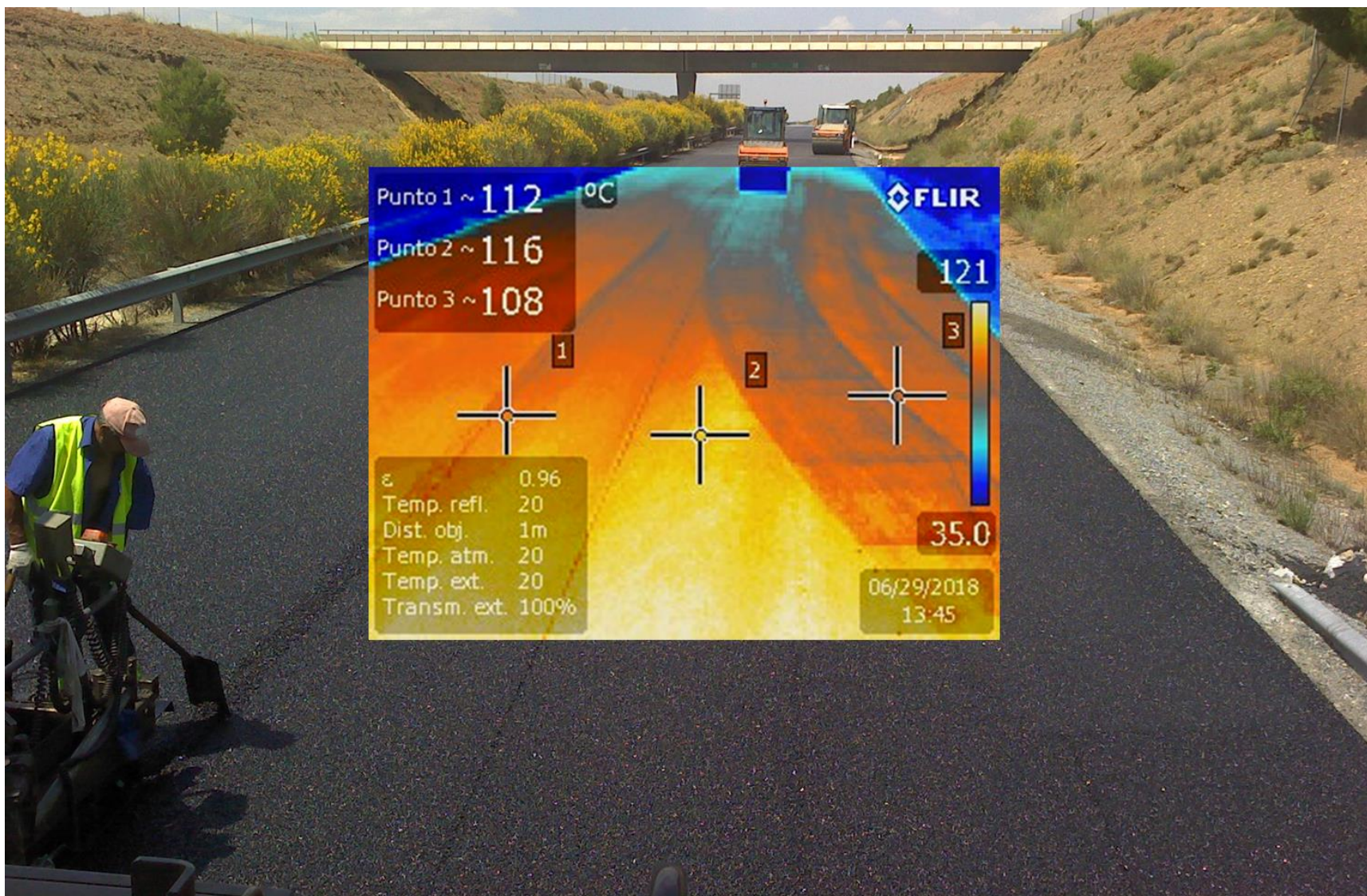
**MASAI (II)
fabricada a
~140 °C**



**Caída de la
temperatura
en transporte
de ~5/10 °C**



CONTROL EXHAUSTIVO DURANTE EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA...

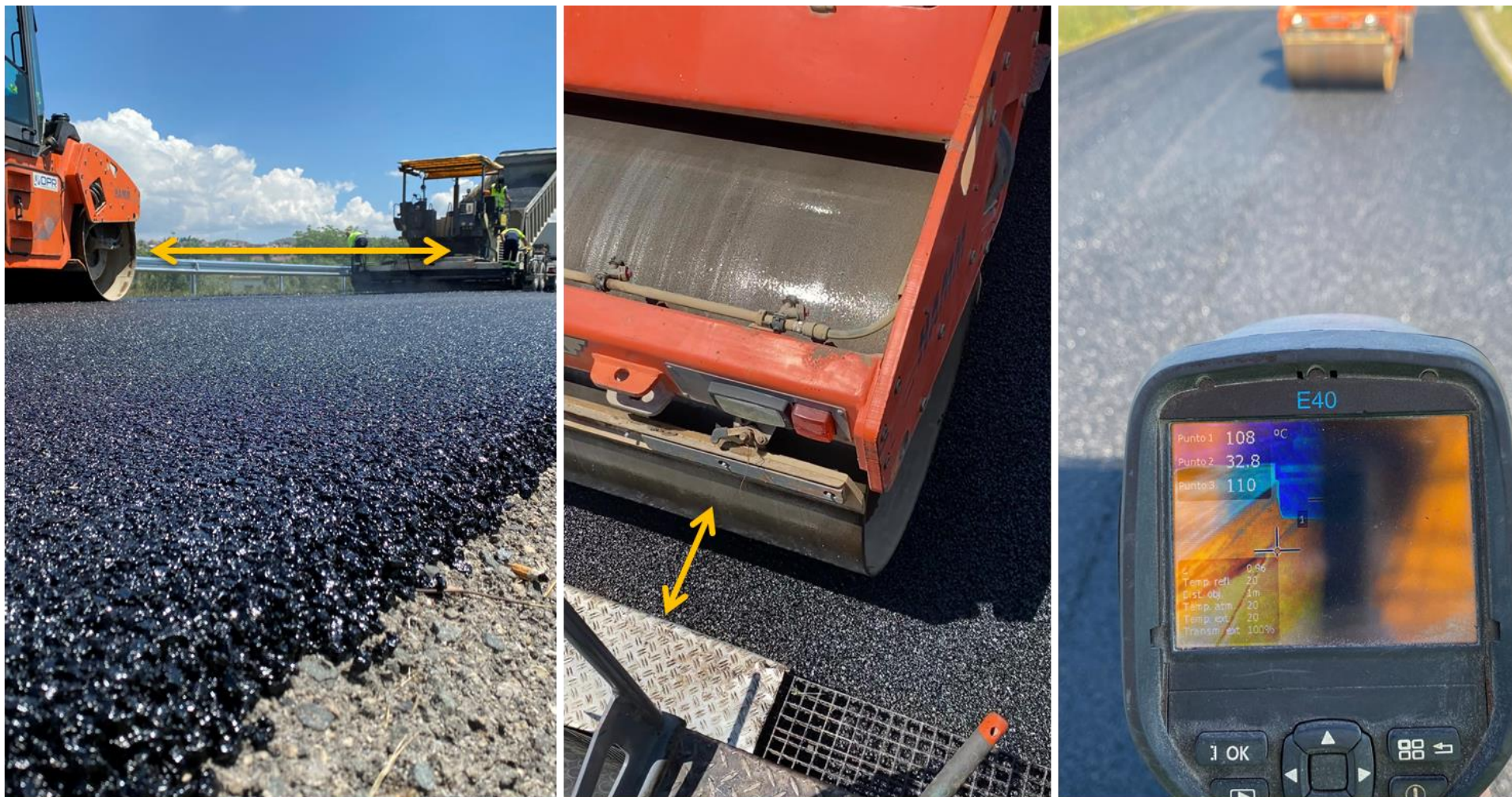


CONTROL EXHAUSTIVO DURANTE EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA...



Control de densidades y temperaturas a la salida de la extendidora y durante todo el proceso compactación

CONTROL EXHAUSTIVO DURANTE EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA...



Muy importante la distancia de los compactadores...

CONTROL EXHAUSTIVO DURANTE EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA...



... y la frecuencia de las bañeras para obtener buenos ritmos de producción

CONTROL DE EVOLUCIÓN



MASAI (I)
> 4 años de vida de servicio

CONTROL DE EVOLUCIÓN



MASAI (I)
> 3 años de vida de servicio

CONTROL DE EVOLUCIÓN



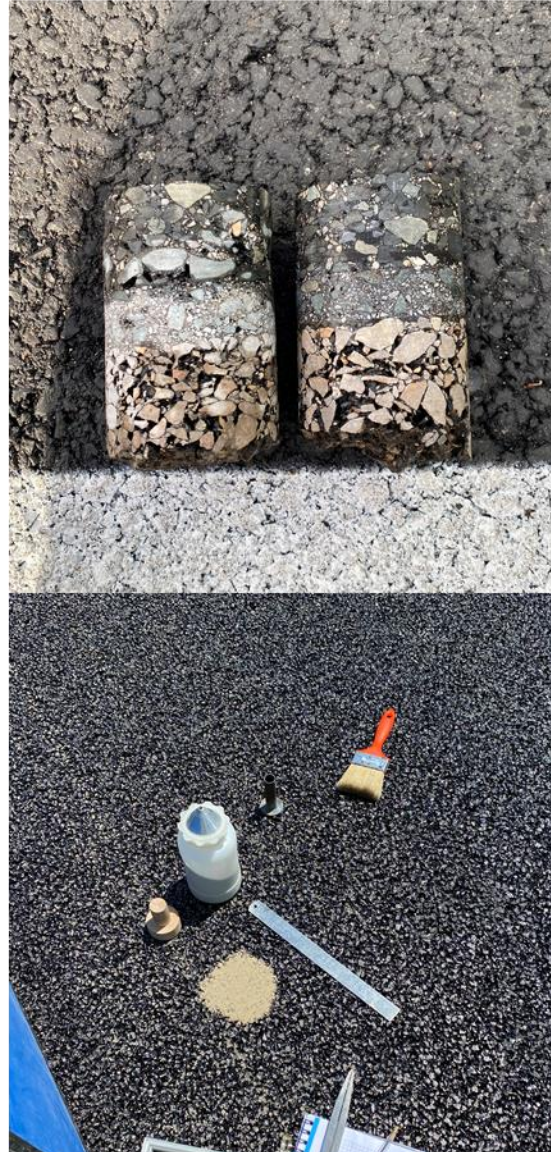
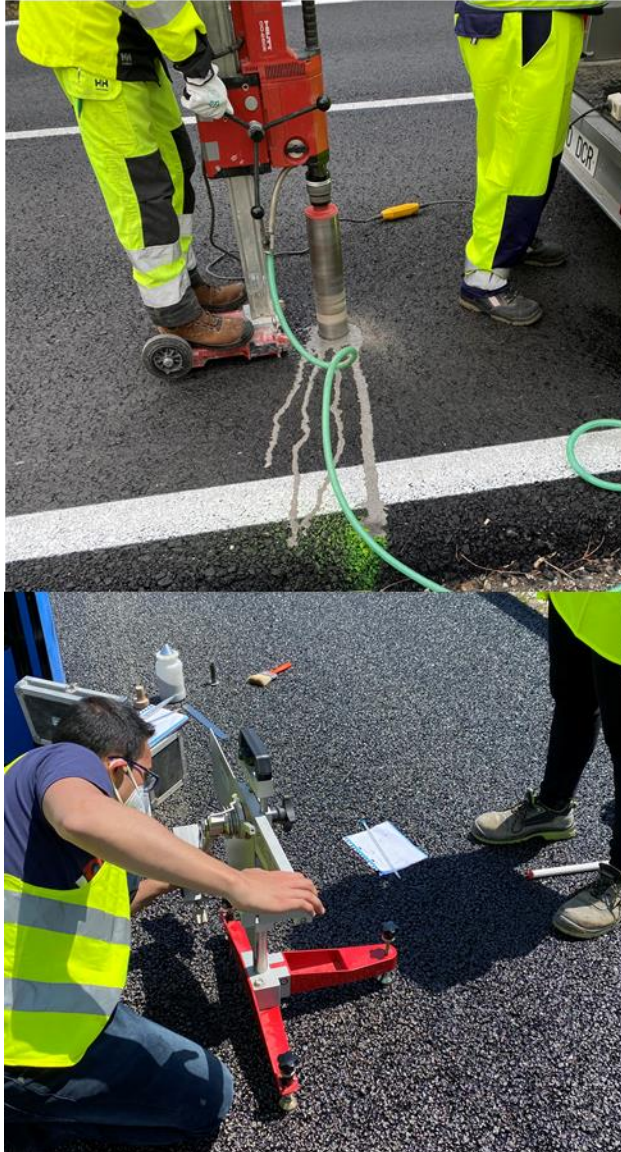
MASAI (II)
~ 1 año de vida de servicio

CONTROL DE EVOLUCIÓN



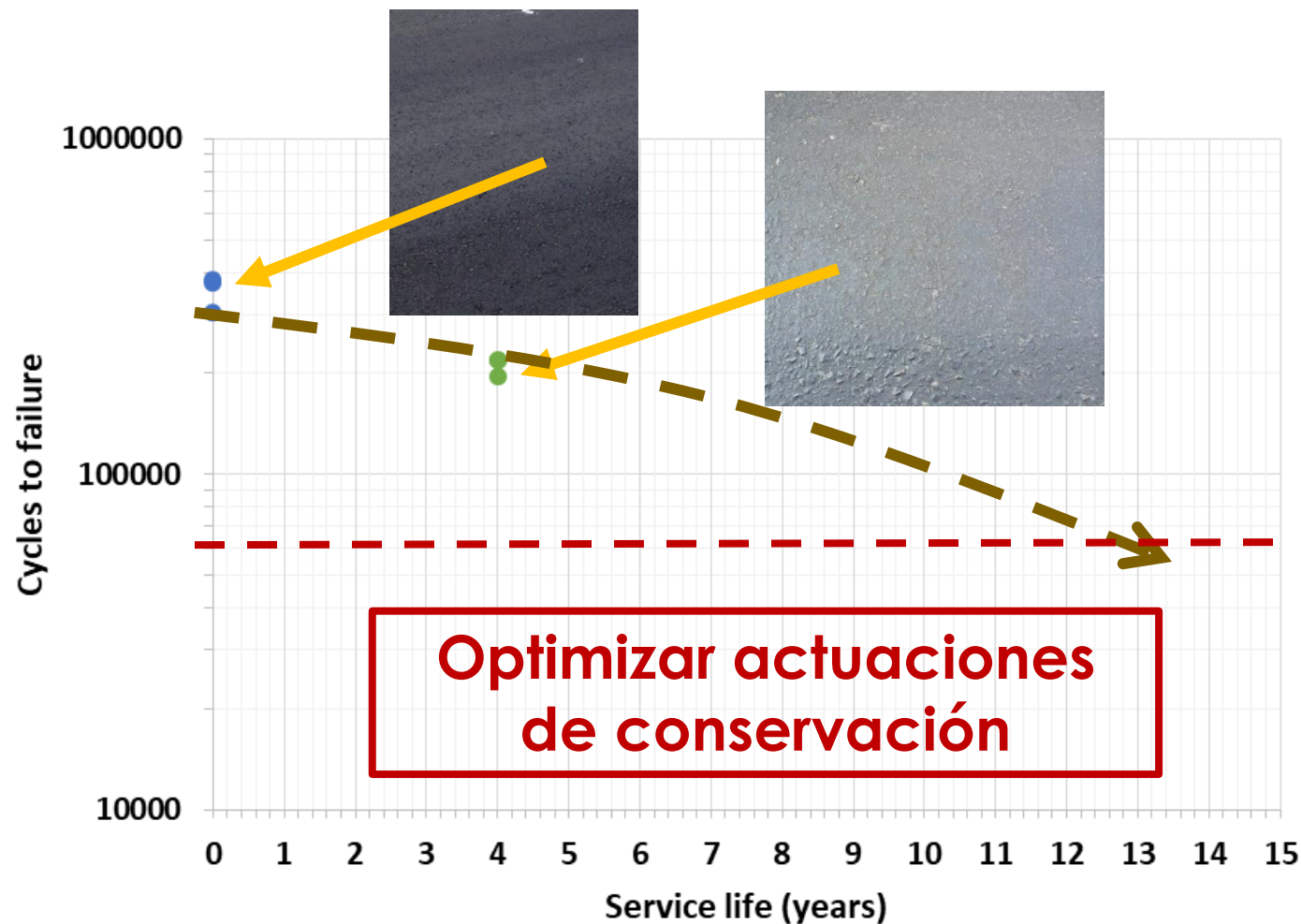
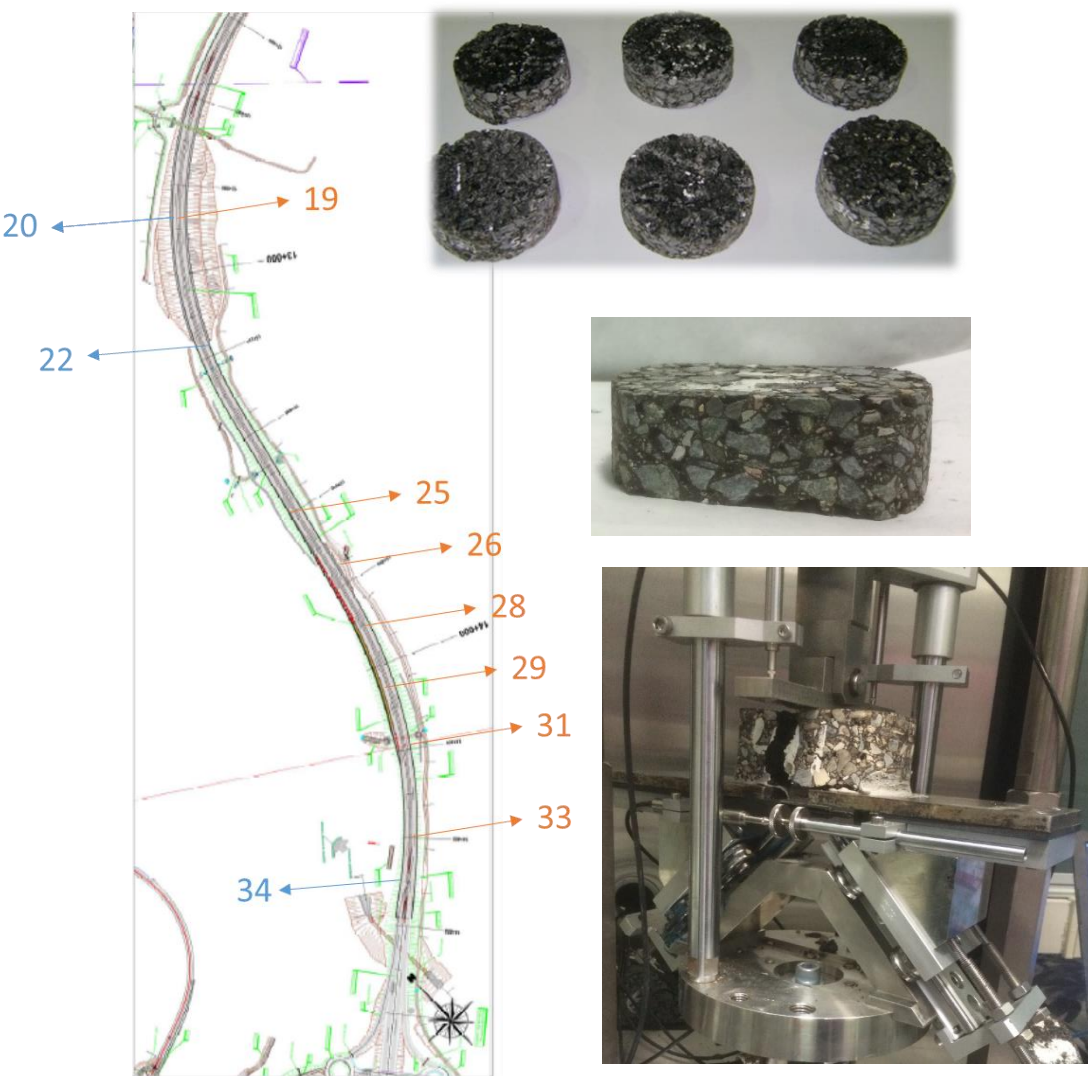
MASAI (I)
0,5 años de vida de servicio

CONTROL DE EVOLUCIÓN

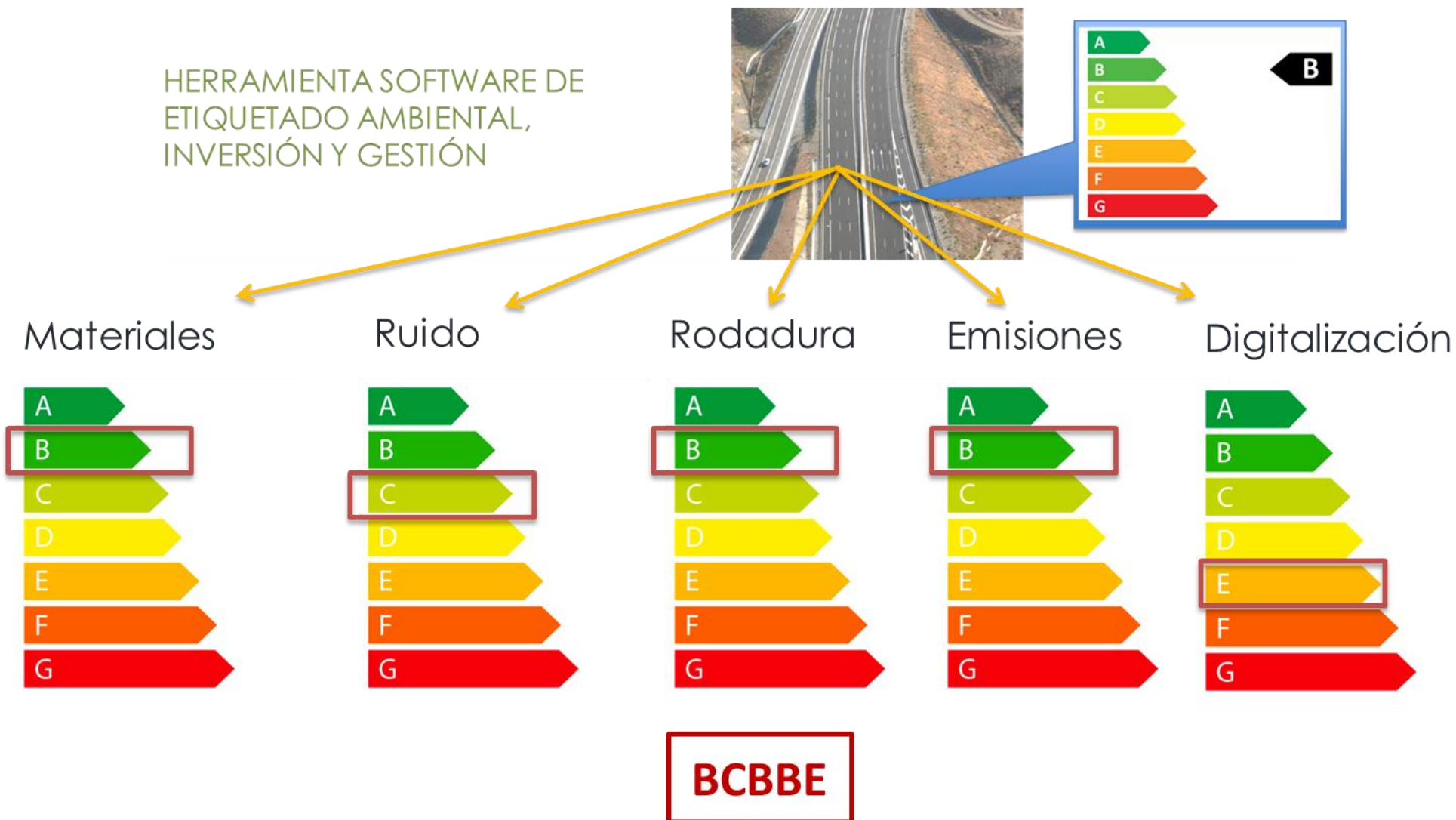


Estudio periódico de
testigos, control de
densidades, características
superficiales, ruido,
emisiones... para
establecer una
conservación predictiva
óptima

CONTROL DE EVOLUCIÓN



ETIQUETADO DE CARRETERAS



EN LOS PRÓXIMOS DOS AÑOS SE PREVÉ EXTENDER > 420.000 tn MASAI

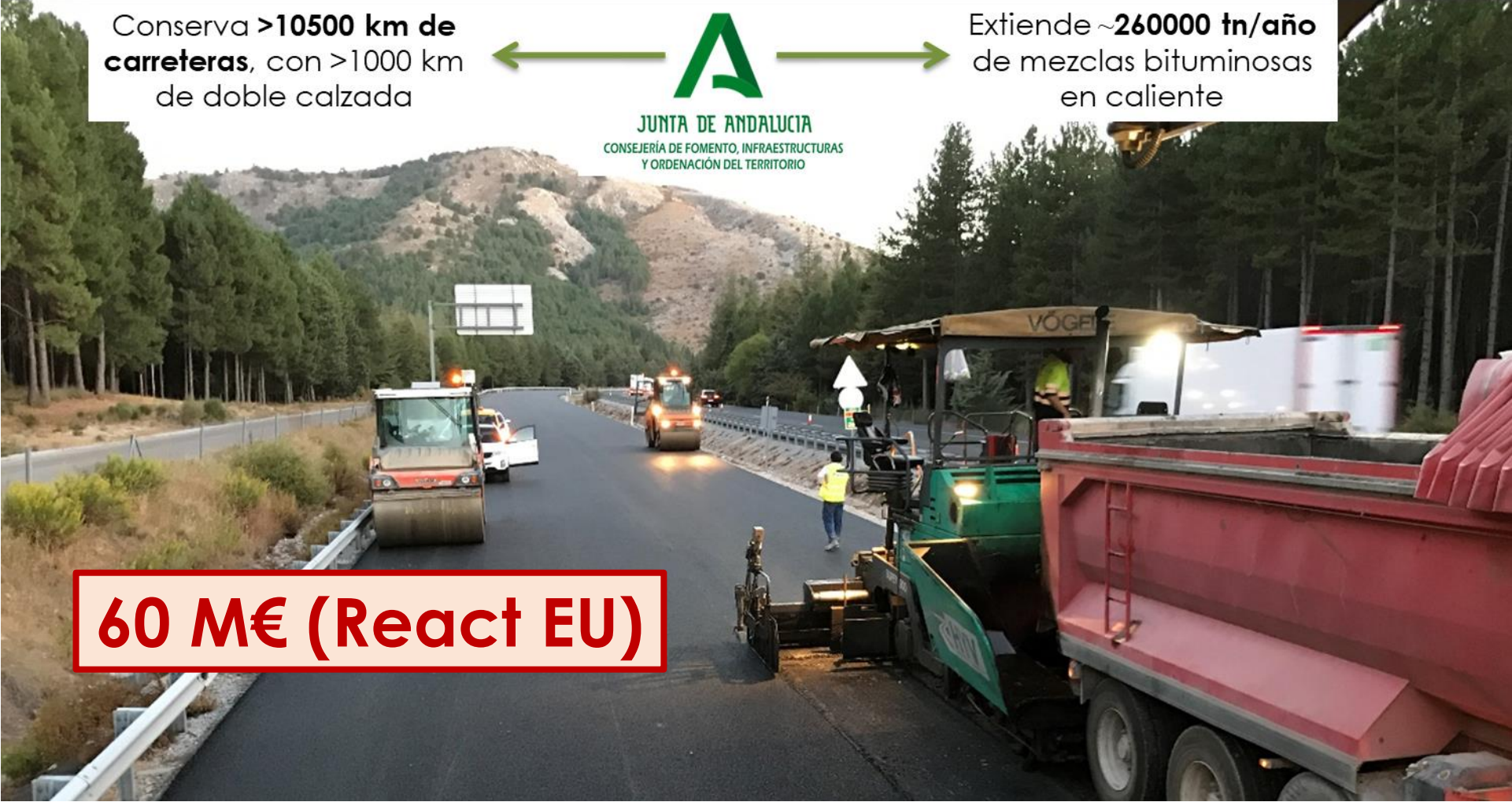
Conserva >10500 km de **carreteras**, con >1000 km de doble calzada

←  →

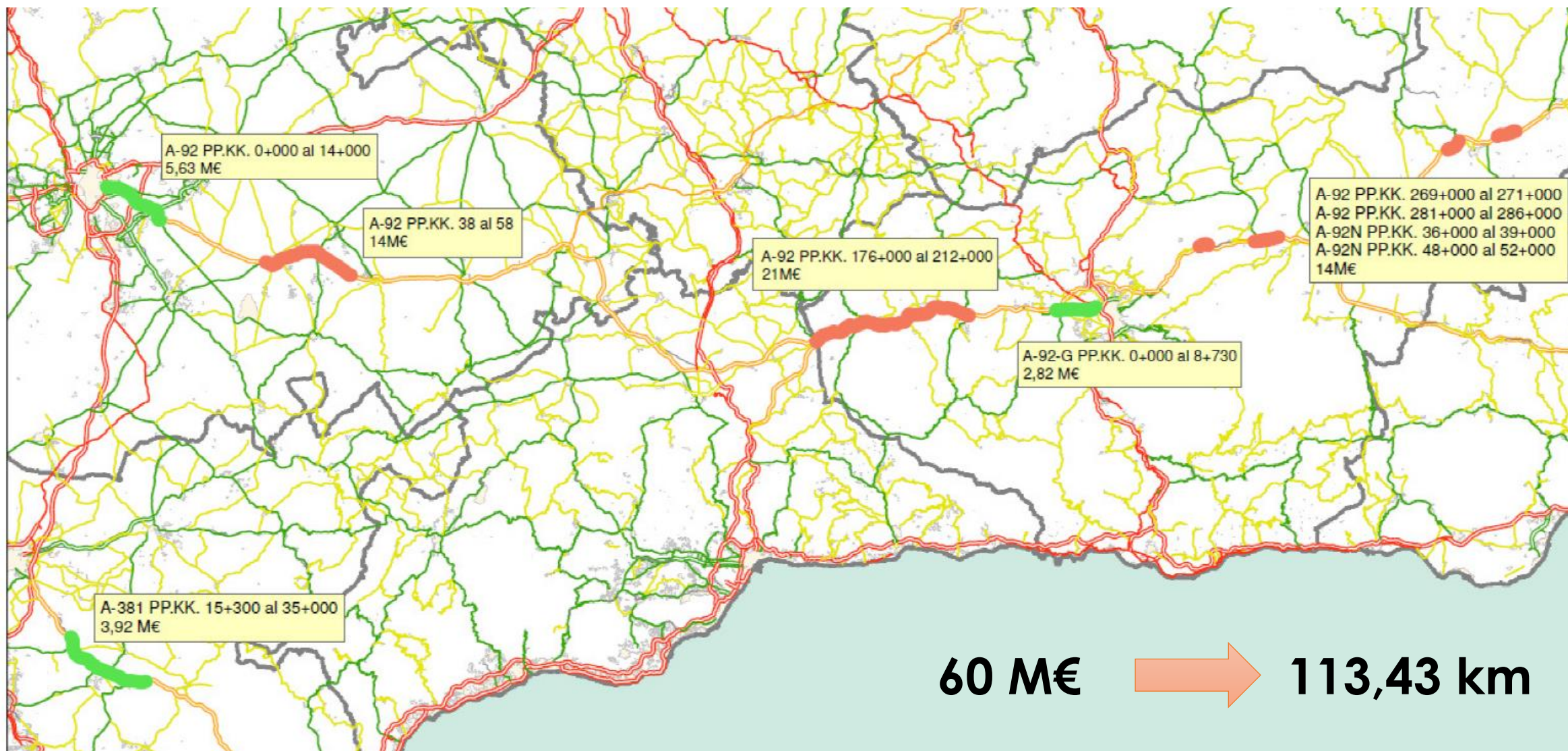
Extiende ~**260000 tn/año** de mezclas bituminosas en caliente

JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

60 M€ (React EU)



EN LOS PRÓXIMOS DOS AÑOS SE PREVÉ EXTENDER > 420.000 tn MASAI





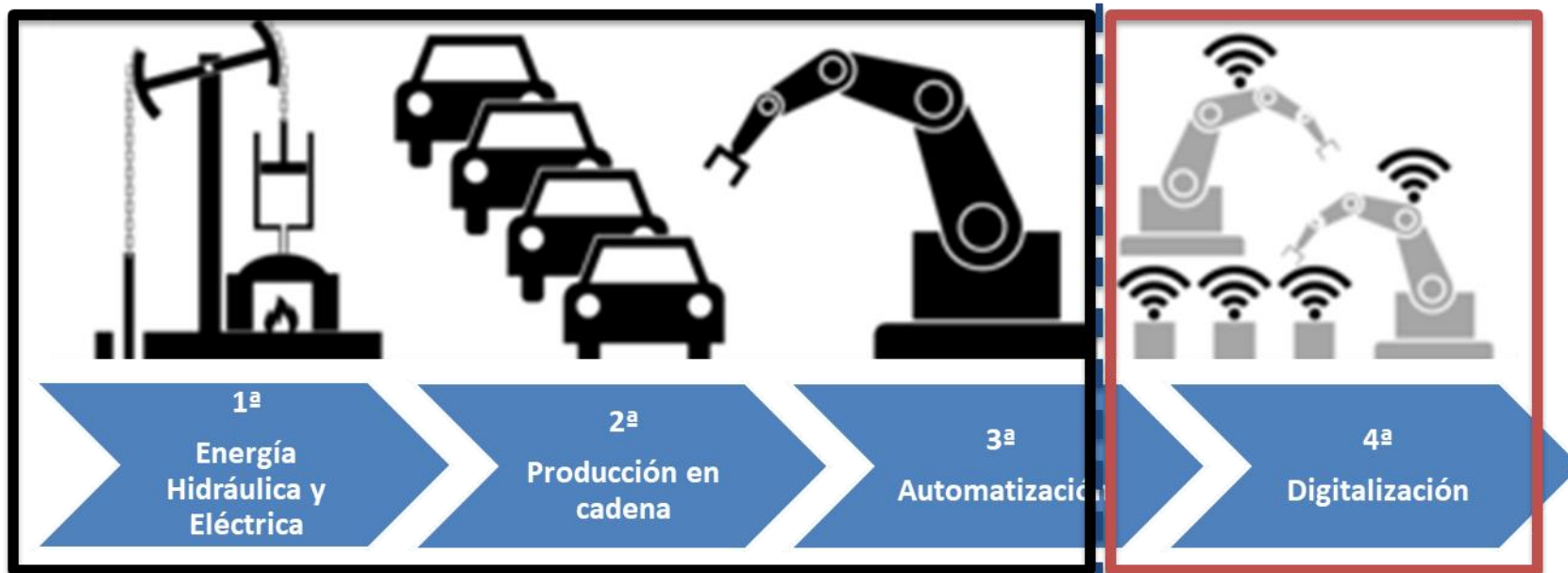
~~“MISMO” MODELO QUE HACE 100 AÑOS~~

ROMPER LA INERCIA





Esta transición es algo de lo que nadie puede permanecer al margen...



~~ECONOMÍA LINEAL (USAR Y TIRAR)~~

ECONOMÍA CIRCULAR

MAS

Material es Asfálticos Sostenibles

ESCASEZ DE RECURSOS/
PRESIÓN MEDIOAMBIENTAL

AI

Automatizados
Inteligentes

**Las tecnologías y medios ya existen...
No hay que tener “miedo a lo desconocido”**



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

fmoreno@ugr.es