

# IV Jornad@ “Ensayos de caracterización de las mezclas bituminosas”

Auscultación termográfica.

*Experiencia y métodos actuales a nivel  
internacional para el control continuo y en tiempo real  
de segregaciones en la puesta en obra de mezclas  
bituminosas en caliente*

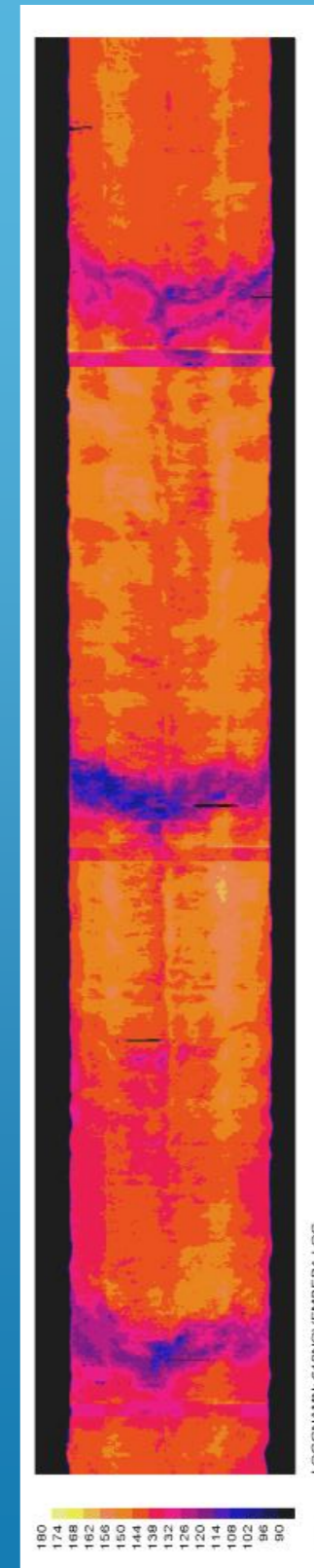
Madrid, 26 de febrero de 2.014

Johannes  
Segerpalm,  
TYP SA



¿Qué problema se puede ver?

¿Qué solución se le puede dar?



# Temas a tratar

2. Control de homogeneidad –  
Técnicas existentes

3. Auscultación  
termográfica  
continua de  
extendido



1. Descripción de la problemática –  
Segregaciones en la producción  
de capas asfálticas.

4. Ejemplos y resultados

5. Implementación de modelo  
en contratos de obra

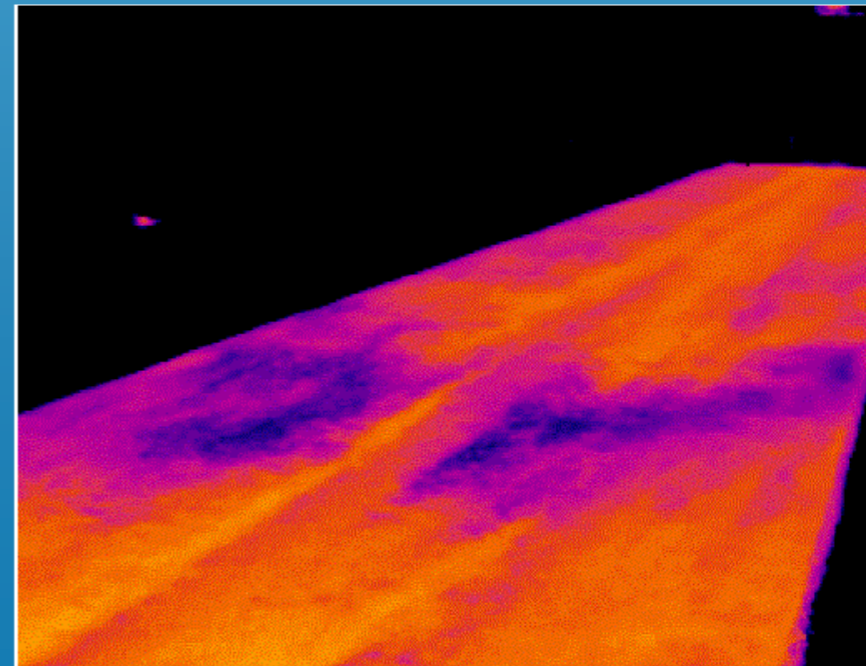
# 1 - Descripción de la problemática – segregaciones en la producción de capas asfálticas

---



*Segregación producida en el extendido, muy común en el cambio de camión delante de la extendidora.*

*Superficie con segregación térmica (y granulométrica) capturada con cámara estática.*



## 1 - Descripción de la problemática – segregaciones en la producción de capas asfálticas

---

Las segregaciones térmicas y/o granulométricas se crean en toda la cadena de producción, en:

- la operación de mezclado y carga en planta,
- el enfriamiento parcial en el camión y segregación en descarga,
- el enfriamiento en la tolva de la extendedora –  
( *en parte por las cortezas o la mezcla ya separada en el camión, que acaba en los lados de la tolva y en parte por la falta de movimiento en los lados de la tolva.*)
- las paradas de la extendedora, con enfriamiento en la tolva, en el sistema de alimentación y detrás de la regla.

## 1 - Descripción de la problemática – segregaciones en la producción de capas asfálticas

---

### Resultado:

- el resultado en carretera no corresponde a la mezcla diseñada => no se obtienen las características previstas
- una reducida durabilidad que conlleva:
  - un incrementado coste de conservación
  - un adelanto de rehabilitación / reducida vida útil



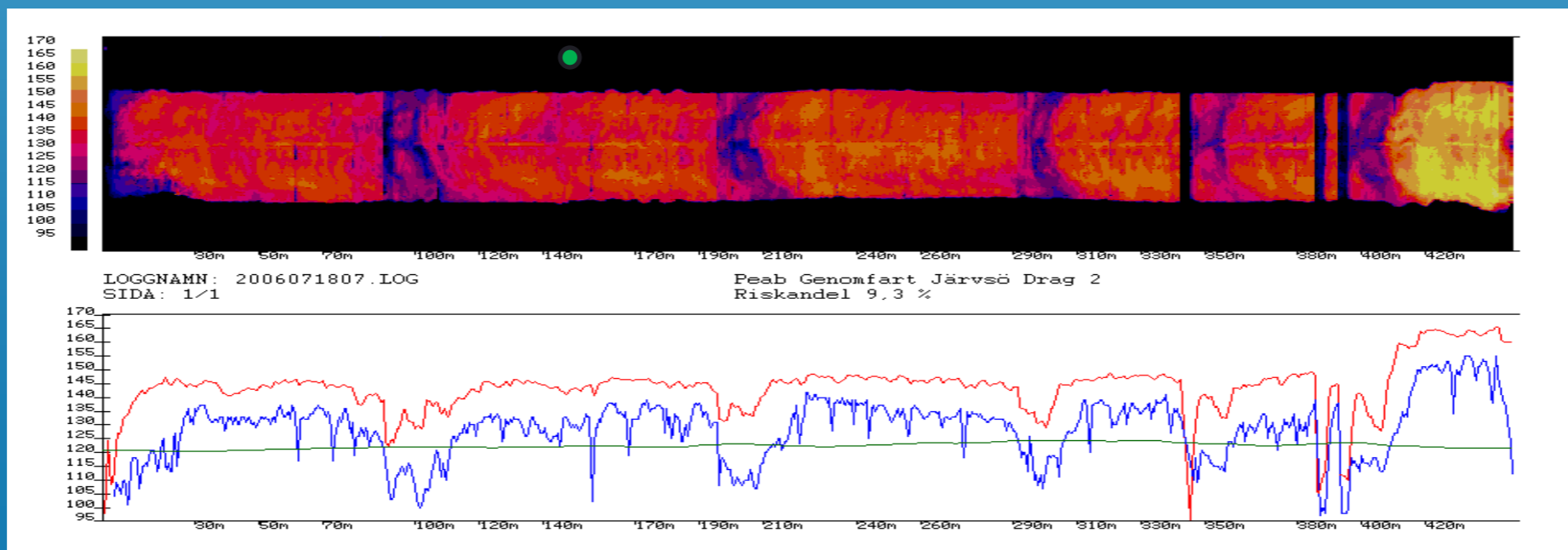
# 1 - Descripción de la problemática – segregaciones en la producción de capas asfálticas

Los métodos actuales de Control de Calidad NO captan el problema de segregaciones.

Lote 3.500 m<sup>2</sup> control de huecos (%) y espesor

● 5 testigos (0,04m<sup>2</sup> = 0,001% de la superficie)

Al revés, se permite que algunos testigos muestren resultados de segregación.



## 2. Control de homogeneidad

– Técnicas existentes para medición de segregaciones

Técnicas de control continuo de homogeneidad	Implementado o en desarrollo
Auscultación termográfica en puesta en obra (Infrarrojos)	Escandinavia, EEUU
Auscultación termográfica en superficies frías (Infrarrojos)	Finlandia
Auscultación de densidad con equipo nuclear (DOR)	Suecia
Auscultación de dielectricidad mediante georadar (GPR)	Finlandia, Suecia, (EEUU)
Auscultación continua de textura MPD (sistemas Laser)	Suecia

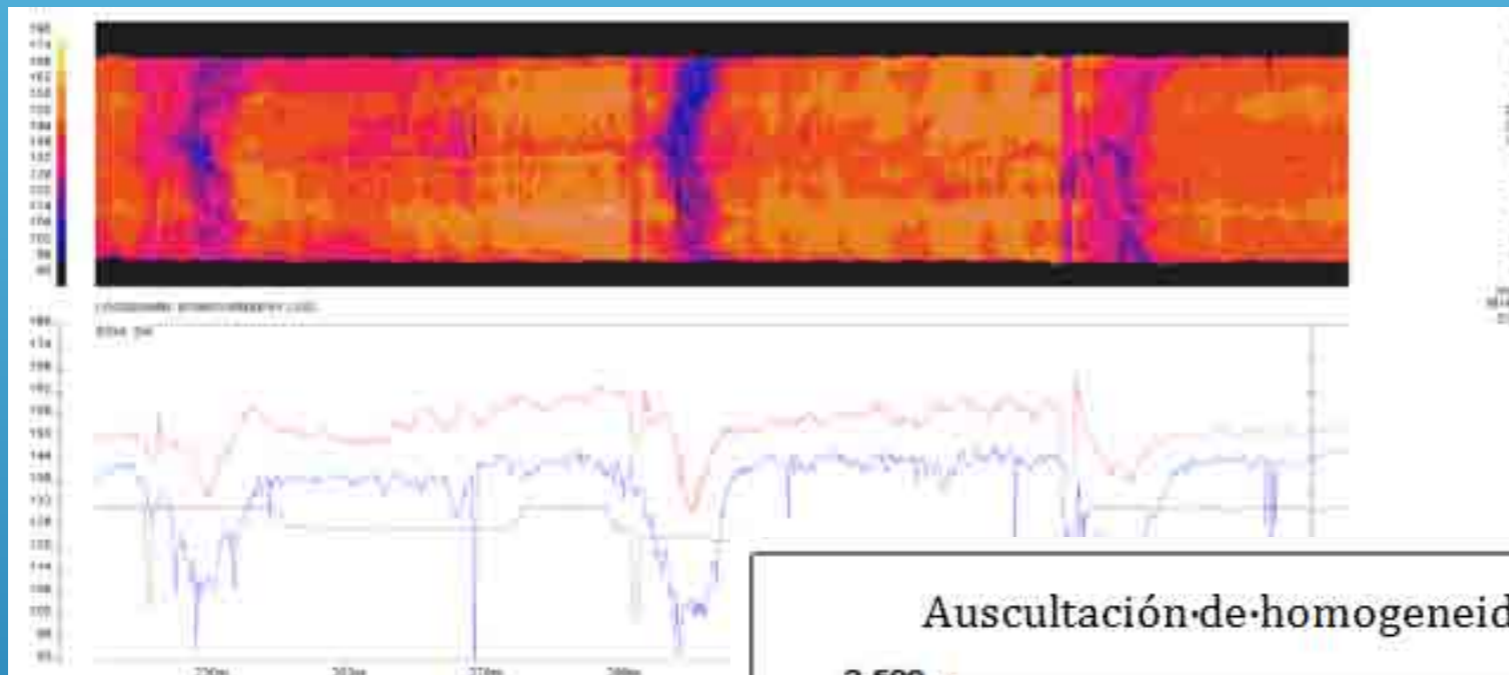
La auscultación termográfica la única instantánea.





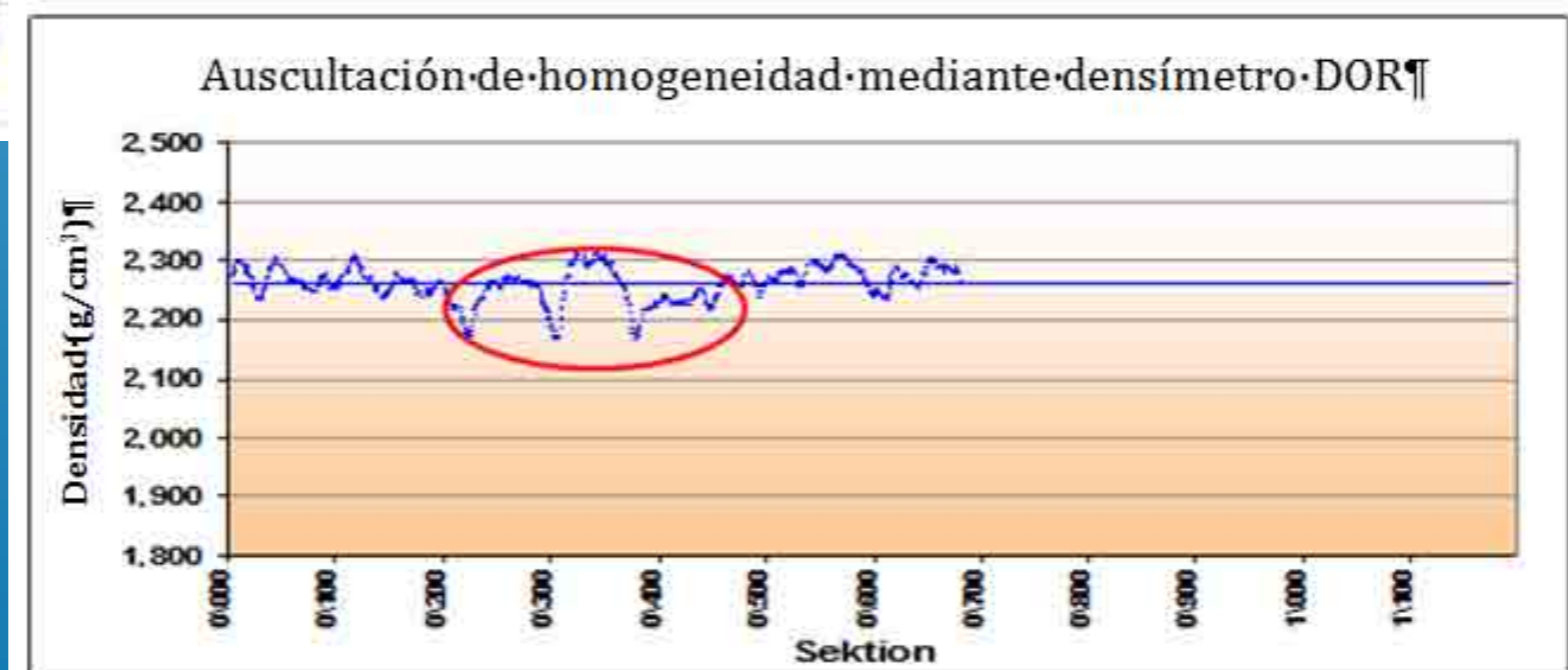
2. Control de homogeneidad  
– Técnicas existentes para medición de segregaciones

## Correlación de segregación termográfica y de densidad



*Detalle de auscultación termográfica (Liniescanner)*

*Registro de auscultación de homogeneidad de densidad (DOR).*



## 2. Control de homogeneidad

- Técnicas existentes para medición de segregaciones
- 

En 2004 se cambia la evaluación de trabajos de afirmado en Suecia, restando peso al control puntual, sustituyendo este en parte, por un control de homogeneidad (DOR / Georadar).

En Finlandia ya se había dado este paso.

Los resultados se relacionan a un sistema de penalización / bonus.

### 3 - Auscultación termográfica continua de extendido



El escáner termográfico tipo Linjescanner montado en la parte trasera de la extendedora.

- Escáner de infrarrojos o escáner termográfico introducido en Escandinavia en la década de los 90.
- Técnica de control y de mejora de calidad. En un día se mejoran los resultados.
- Pronto se creó un sistema de penalización/bonificación para incentivar su uso.



### 3 - Auscultación termográfica continua de extendido

- La metodología vigente en Suecia VVP 2006:114 *Método para auscultación térmica*
- se utilizan alrededor de 30 maquinas del tipo *Linjescanner* en Escandinavia.
- En el año 2012 se registraron cerca de 10 millones de m<sup>2</sup> con esta técnica



<b>Identificación de segregaciones y zonas de riesgo</b>	<b>Imagen del pavimento producido en toda su extensión</b>
<p>Auscultación simultánea al extendido permite usar el resultado en tiempo real y corregir anomalías sobre la marcha</p>	

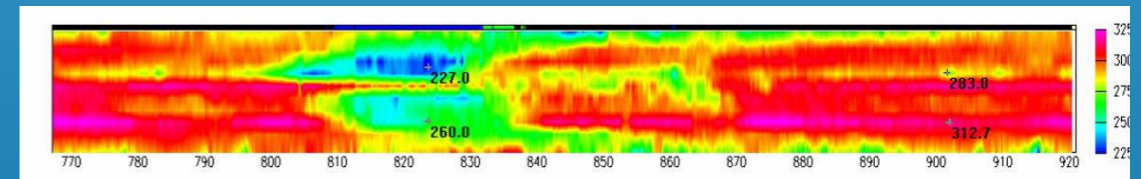
### 3 - Auscultación termográfica continua de extendido

---

- En Tejas, EEUU, se ha desarrollado recientemente PAVE IR, una técnica diferente al método escandinavo.
- sistema constituido por una serie de cámaras IR montadas sobre una barra detrás de la regla.



- probado entre 2009 y 2011 en las 4 regiones de AASHTO en un proyecto del programa SHRP-2.

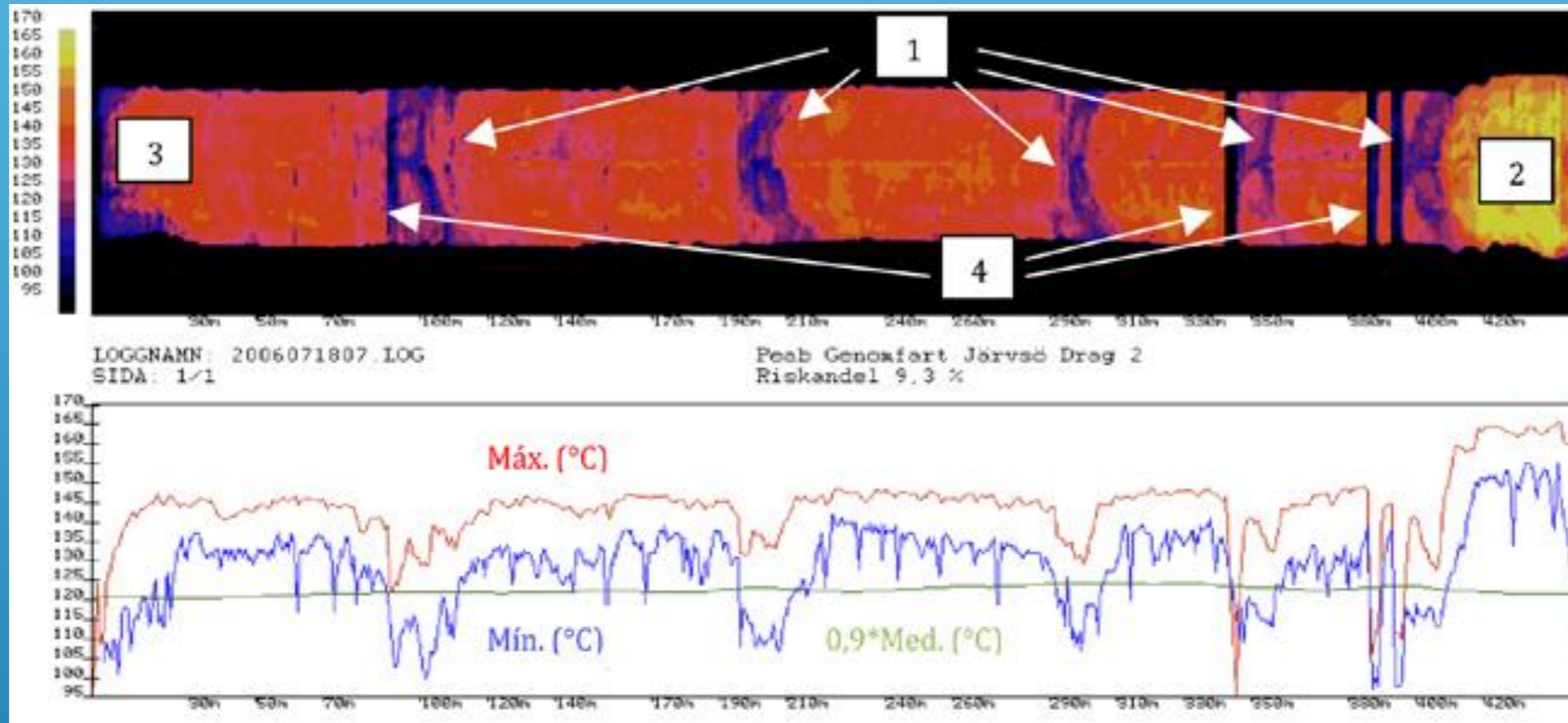


*PAVE IR - Infrared sensor bar system*



## 4. Ejemplos y resultados

¿Que se puede ver? Ej. Tramo de 450 m.

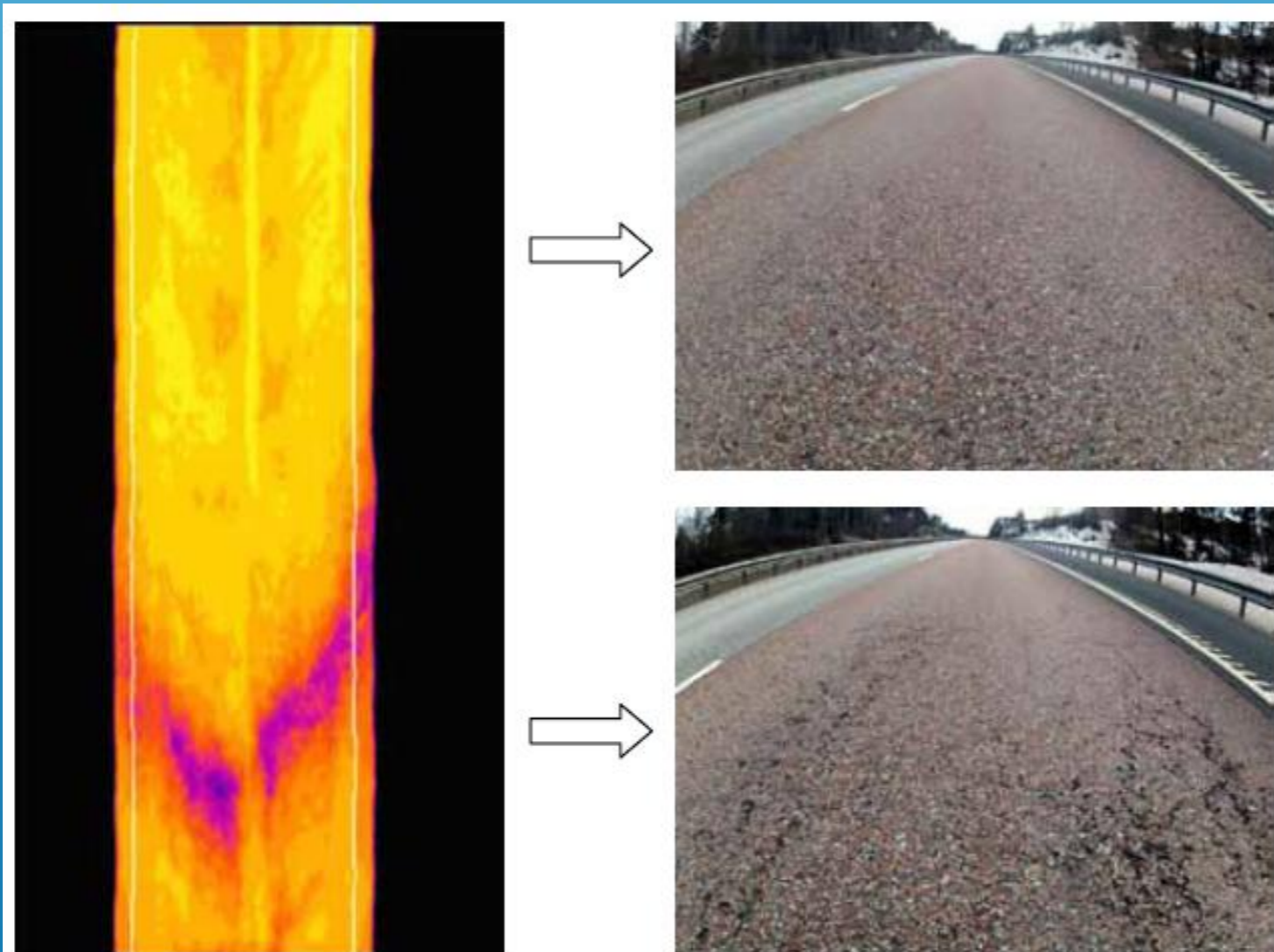


Segregaciones térmicas y granulométricas cada 80-100m debido al cambio de camión (1), así como otras anomalías de la cadena de producción: diferencias en la temperatura de la mezcla recibida (2), problemas al inicio del extendido (3) y paradas (4).

## 4. Ejemplos y resultados

---

- Varios trabajos auscultados hace 10 – 15 años ya se pueden evaluar



*E20 Södertälje, Suecia  
1998*

*Resultado “acceptable”*

*Segregación identificada  
en 1998 y fallo localizado  
en 2013.*

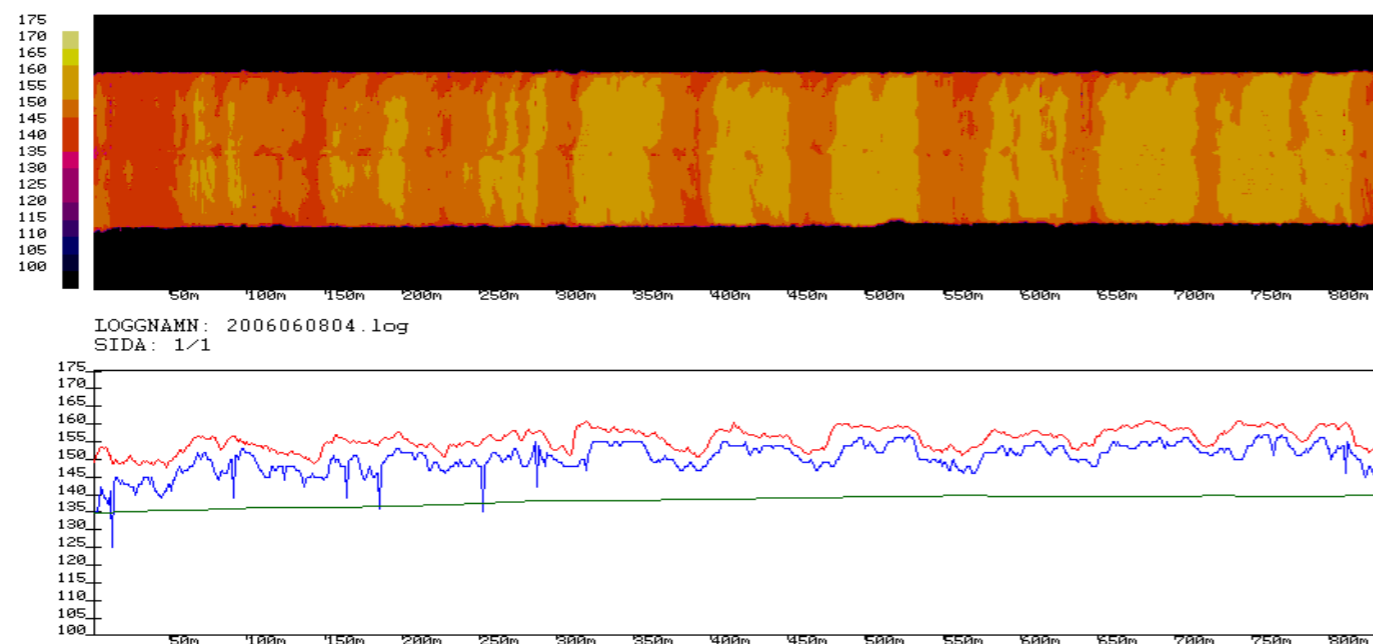
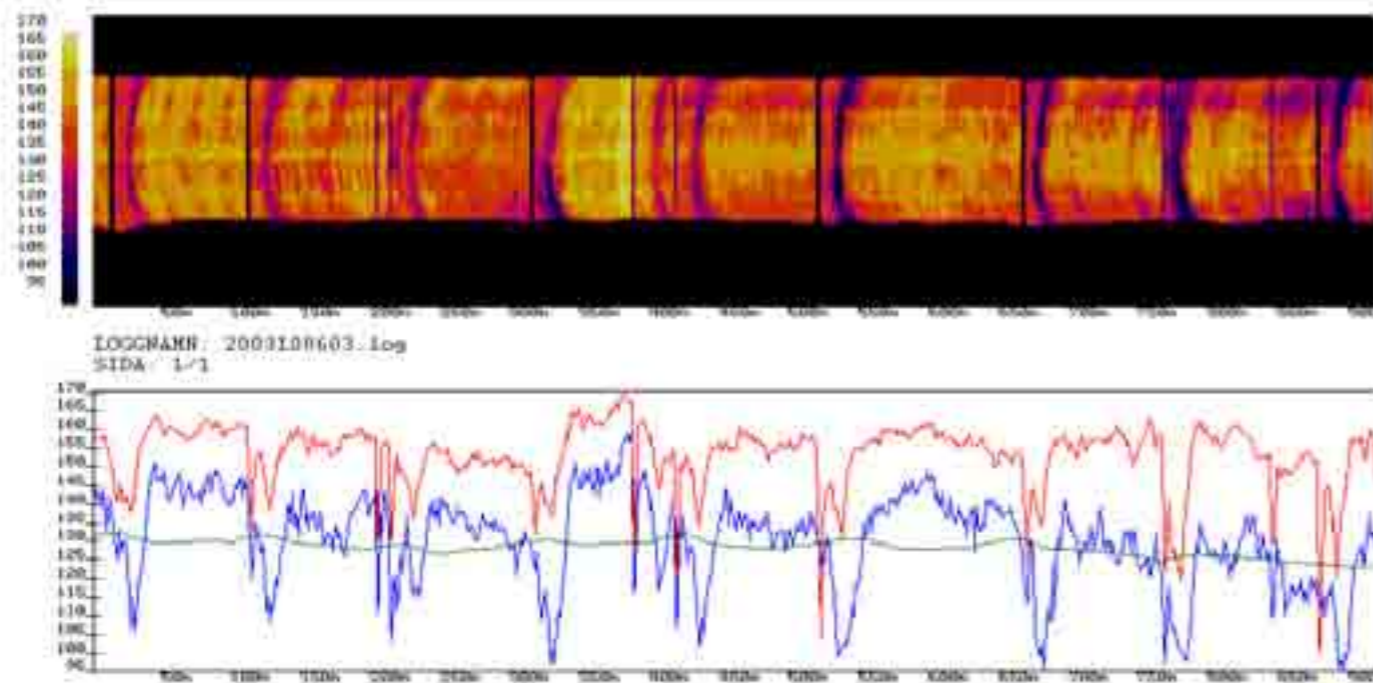
## 4. Ejemplos y resultados

*E4 Järna, Suecia 2003*

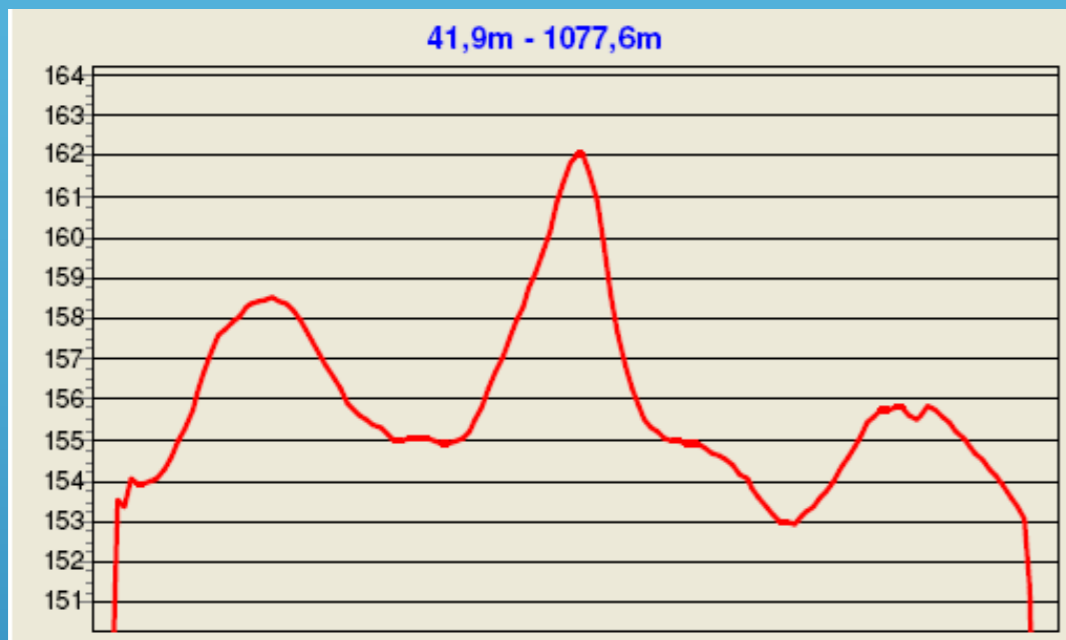
*Resultado “penalización”  
Vida útil 7 años.  
Fresado y repos. 2010.*

*E4 Límite Södermanland,  
Suecia 2006*

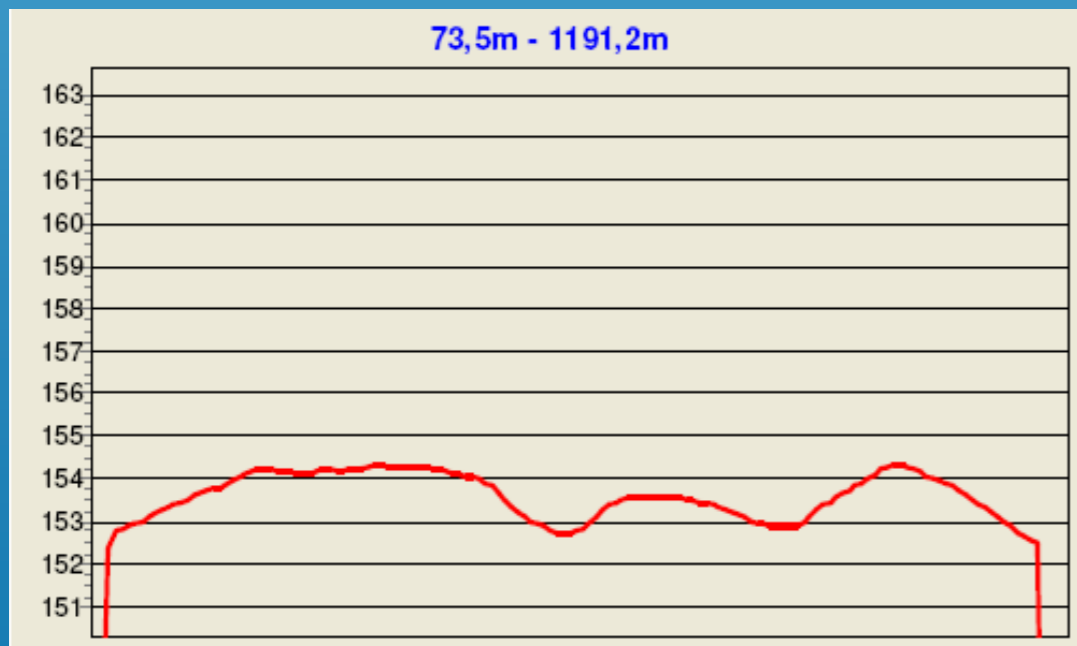
*Trabajo con Transfer.  
Resultado bonificación  
Vida útil estimado (2013)  
12 años.*



## 4. Ejemplos y resultados



*Perfiles transversales de termografía como media sobre un km, demostrando un trabajo con segregaciones transversales (arriba) y un trabajo con un extendido adecuado (abajo).*



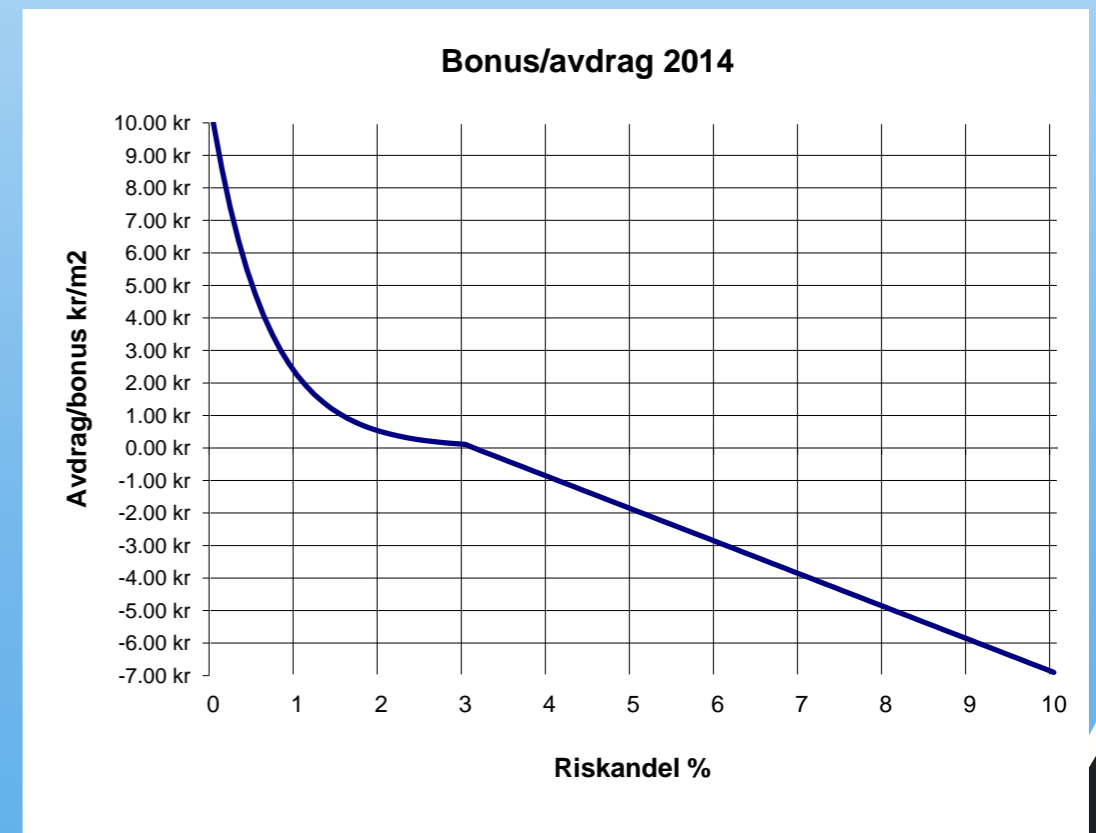
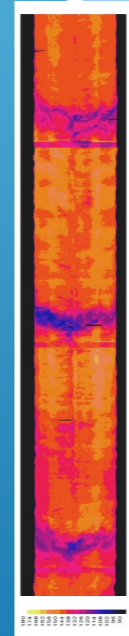
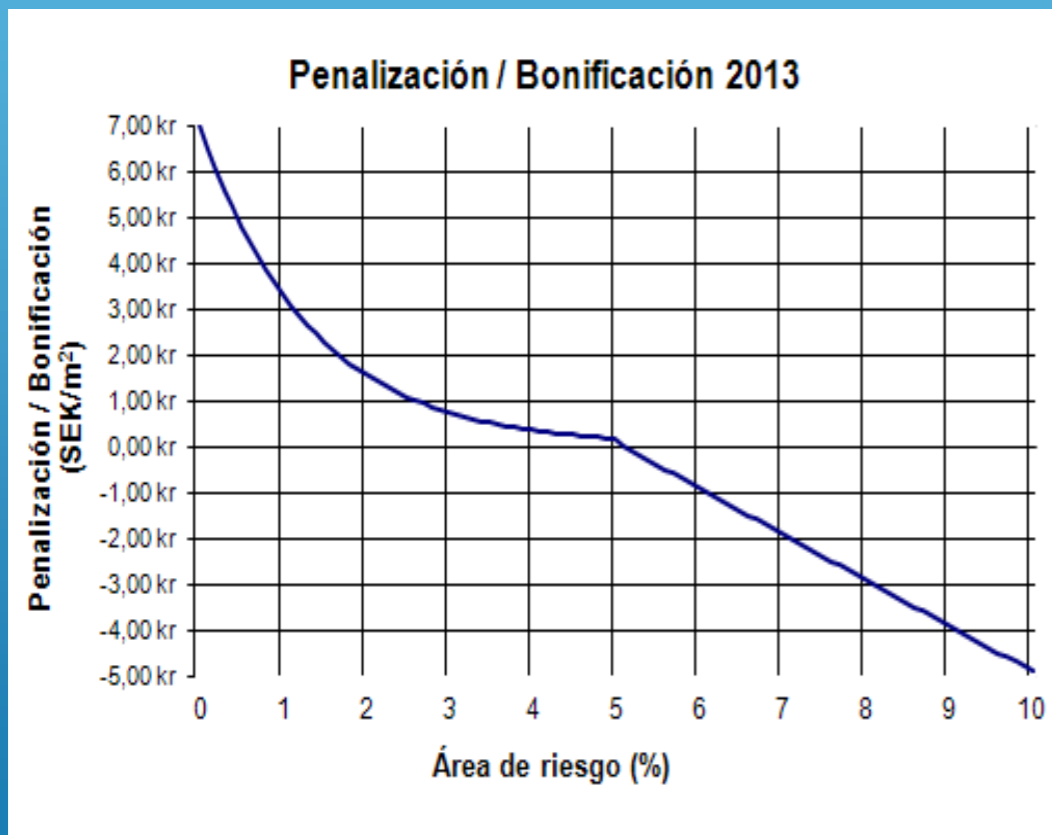


## 5. Implementación de modelo en contratos de obra

### Método Sueco de penalización / bonificación en contratos de obra

2013 – Area de riesgo >5%  
+/- 7 SEK/m<sup>2</sup> (~0,75 €/m<sup>2</sup>)

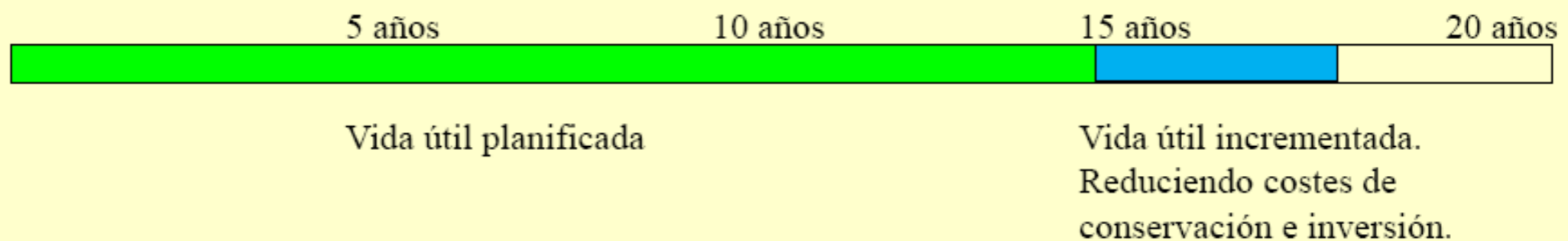
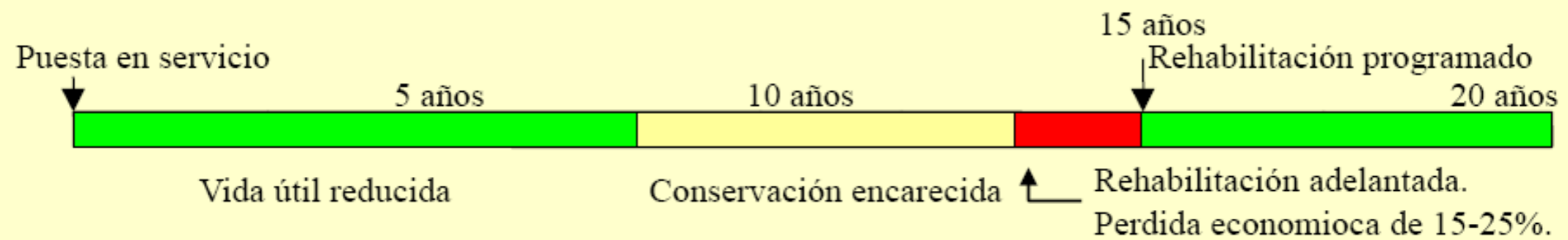
2014 – Area de riesgo >3%  
+/- 10 SEK/m<sup>2</sup> (~1,1€)





## 5. Implementación de modelo en contratos de obra

Opinión reunida de profesionales de la Administración y Contratistas sobre posible beneficio de mejorado homogeneidad.



# Gracias por su atención !!

Johannes Segerpalm



Madrid, 26 de febrero de 2.014