



ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

**1er. CONGRESO PARAGUAYO**

# **Vialidad y Tránsito**

**2014**

**EXPO VIAL**



UN EVENTO DE

DINAMO 



# Herramientas de Gestión de Caminos No Pavimentados



# Contenido Presentación

---

- Antecedentes Generales
- Ingeniería de Caminos No Pavimentados
- Estructura de un Sistema de Gestión de Caminos No Pavimentados
- Herramientas de Gestión

**Herramientas de Gestión de Caminos No Pavimentados**





# Antecedentes Generales

## Gestión de Activos (Pavimentos)



- ✓ Continuidad Operacional Garantizada
- ✓ Soluciones Conocidas y Validadas

- ✓ Recapado Asfáltico
- ✓ Sello Asfáltico
- ✓ Reciclado
- ✓ Reconstrucción





## Gestión de Caminos No Pavimentados

Continuidad Operacional no siempre está Garantizada



Chile



Paraguay



# Antecedentes Caminos No Pavimentados

## 1° Definición:

Para poder realizar una adecuada Gestión de Caminos No Pavimentados,  
**Continuidad Operacional debe estar Garantizada**



Como se logra ???



**Ingeniería de Caminos  
Tradicional**



Validación de  
Soluciones



# Antecedentes Caminos No Pavimentados

## 2° Definición:

Una adecuada gestión **requiere** de Información idónea: Precisa; A tiempo y por sobre todo Útil:

Sin Información idónea, no es posible tomar buenas decisiones.

CUIDADO CON LLENARNOS DE PARAMETROS

Ejemplo Modelos AASHTO 2008 (2002)

Ejemplo Modelos HDM



133 variables

Análisis de Sensibilidad → 4 variables explican el 80 - 90% de la respuesta





# Estructura de un Sistema de Gestión de Caminos No Pavimentados

## Ingeniería y Gestión de Caminos No Pavimentados

Análisis y Validación Soluciones.  
Diseño Estruct.& Mezclas; EETT

Monitoreo/Seguimiento  
Parámetros Técnicos

Planes de Mejoramiento y  
Conservación

Monitoreo de los Impactos

- **Parámetros Técnicos (Monitoreo y seguimiento)**
  - Capacidad de soporte
  - IRI: Regularidad Superficial
  - Nivel de Deterioro
  - Emisiones y Eficiencia Supresores de Polvo
  - Validación Soluciones de Mejoramiento (materiales/aditivos)
- **Monitoreo Impactos**
  - Costos de Mantenimiento Caminos



# Ingeniería de Caminos → Validación de Soluciones

---

## *Factor Administrativo*



- Estructura Organizacional y Administrativa para Garantizar Continuidad en el Traspaso de Información
- Documentar: Entidad Validada a Nivel Nacional

## *Criterios de Selección*



- No inventar la Rueda (Ejemplos FHWA - Chile)
- Casos Prácticos (Minería – Vialidad)



# Ingeniería de Caminos → Estructura Organizacional

---

MOPC debe estar organizado internamente para garantizar que las soluciones validadas se traspasen adecuadamente al sistema de proyectos y construcción.

## Recomendación:

- Estudios de validación a cargo de MOPC + Universidad
- Apoyo externo en caso de que se requieran capacidades internas o para acelerar proceso de transferencia (no permanentes)
- Entidad encargada de elaborar o validar EETT y/o metodologías de diseño, debe participar en los proyectos y debe estar validada a nivel transversal en el mercado público – privado (Laboratorio Nacional de Vialidad – Manual de Carreteras)





# Ingeniería de Caminos → Validación de Soluciones (Caso FHWA)

## A New Procedure for Selecting Chemical Treatments for Unpaved Roads

**David Jones, PhD** (Corresponding author)  
Principal Investigator/Research Engineer  
University of California Pavement Research Center  
Department of Civil and Environmental Engineering  
University of California, Davis  
One Shields Ave.  
Davis, CA, 95616  
Tel.: (1-530) 754-4421  
[djjones@ucdavis.edu](mailto:djjones@ucdavis.edu)

**Roger Surdahl, P.E.**  
Technology Delivery Engineer  
Federal Highway Administration  
Central Federal Lands Highway Division  
12300 W. Dakota Avenue, Suite 210B  
Lakewood, CO 80228  
Tel.: (1-720) 963-3768  
[roger.surdahl@dot.gov](mailto:roger.surdahl@dot.gov)



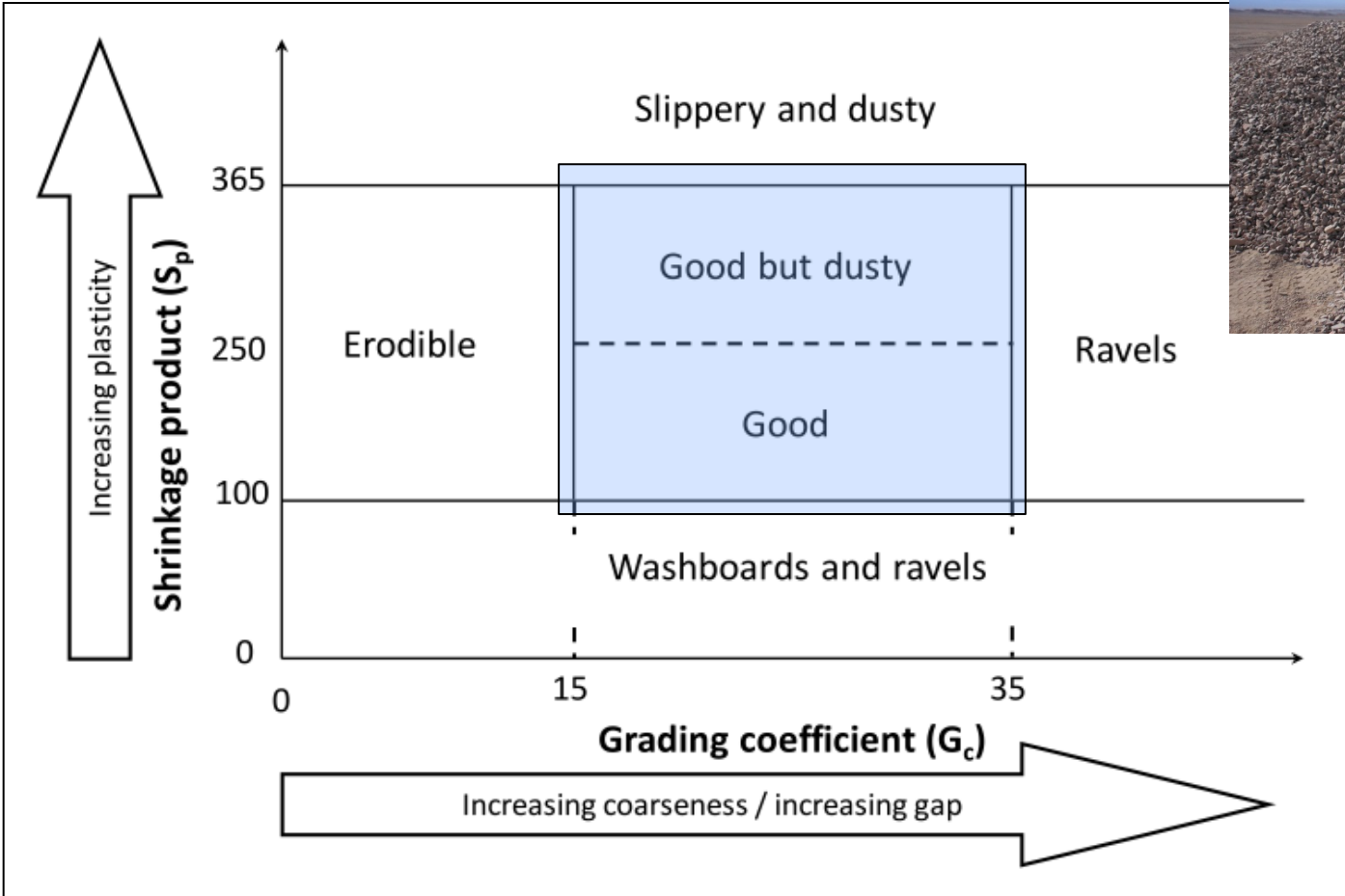
En USA se comercializan  
mas de 100 Estabilizadores  
Químicos

Recomendación: Primero validar soluciones tradicionales y  
luego validar alternativos



# Ingeniería de Caminos → Criterios de Selección (FHWA)

## Selección Materiales Carpeta Rodado



(Jones D. & Surdahl R., 2013)

# Ingeniería de Caminos → Validación de Soluciones

---

Caso Chile. Programa de Caminos Básicos 5000 (2004 – 2006)

Objetivo: Mejorar Estandar de 5000 km de Caminos No Pavimentados

Soluciones Aplicadas:

- Estabilización con Sales de Carpeta de Rodado
- CAPRO: Capas de Protección
- Mejoramiento de Suelos: Estabilizadores Químicos (2 Aditivos)

Importante: Estas soluciones fueron estudiadas durante 5 años, dentro de un margen mas amplio de soluciones, particularmente de aditivos para estabilización físico-química.

Una vez validadas y especificadas técnicamente dentro del Manual de Carreteras, se aplicaron masivamente.





# Ingeniería de Caminos → Validación de Soluciones



# Ingeniería de Caminos → Caso Práctico CNP Mineros

## ➤ Problemas estructurales época lluvia → Selección Carpeta de Rodado



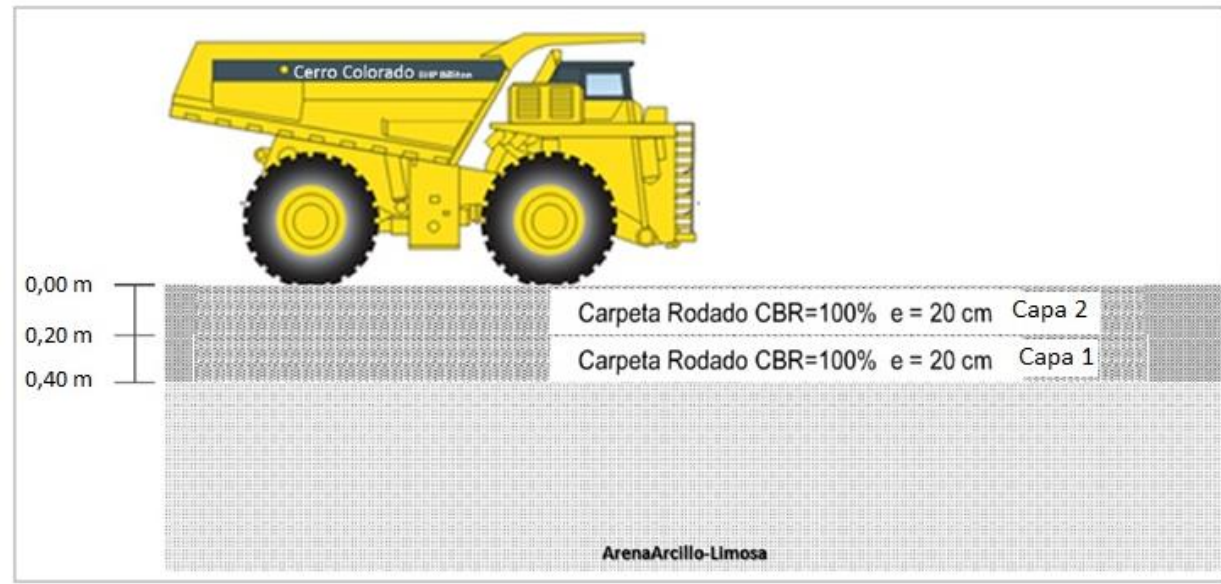
Paralización de Faena → 7 días en 2011 (USD 4,0 MM / día)



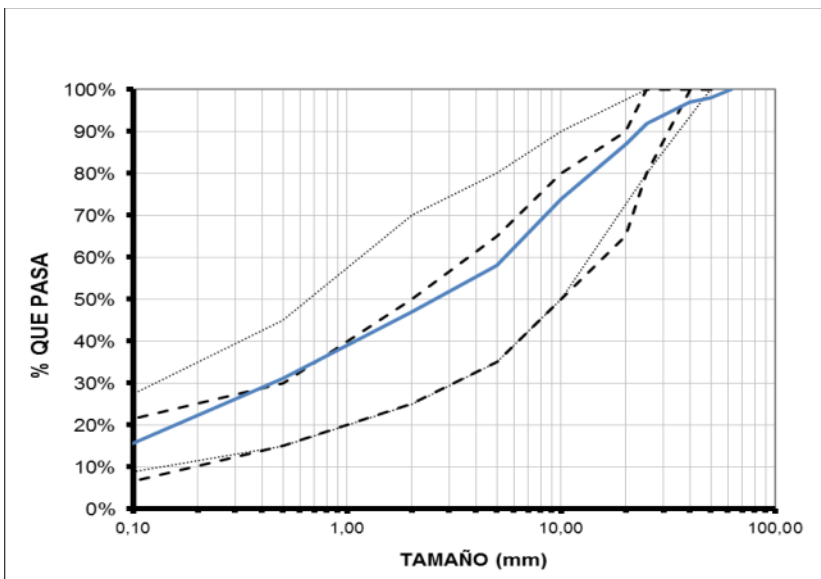


# Ingeniería de Caminos → Caso Práctico CNP Mineros

## ➤ Caso Práctico: Problemas estructurales época de lluvia



## ➤ Caso Práctico: Evaluación/Validación Capacidad Estructural Materiales



- Ensayos Mecánica de Suelos
- LWD. Light Weight Deflectometer
- DCP. Dynamic Cone Penetrometer





# Ingeniería de Caminos → Caso Práctico CNP Mineros

## ➤ Caso Práctico: Resultado



**Sin Paralización de Faena → Aumento de Productividad**

# Ingeniería de Caminos → Estabilización Materiales Carpeta Rodado

## ➤ Caso Práctico: Caminos Viales



Suelo Natural

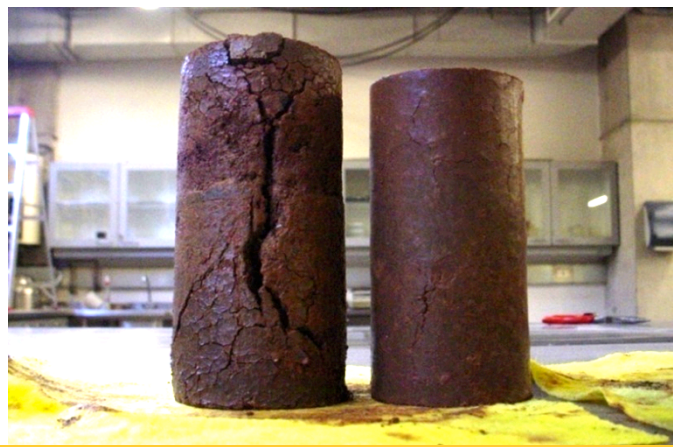


5% FBC



10% FBC

Fuente: DICTUC, 2005  
Duración Estudio: 2 Años + 2 Años



# Estructura de un Sistema de Gestión de Caminos No Pavimentados

## Ingeniería y Gestión de Caminos No Pavimentados

Análisis y Validación Soluciones.  
Diseño Estruct.& Mezclas; EETT

Monitoreo/Seguimiento  
Parámetros Técnicos

Planes de Mejoramiento y  
Conservación

Lo que no se mide no se puede controlar/gestionar

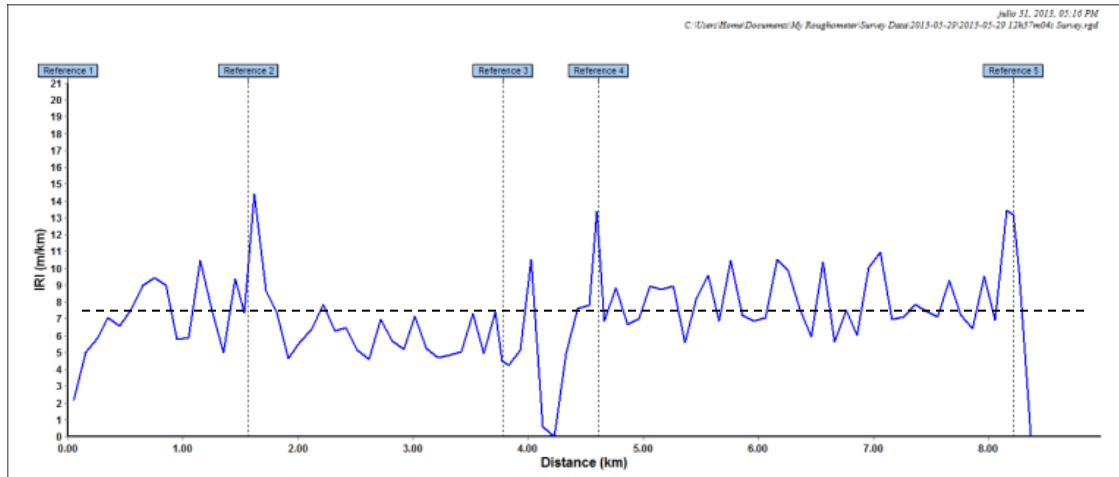




# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

## ➤ Seguimiento de la Regularidad Superficial (IRI)

Desviación (en altura) del perfil longitudinal de un camino respecto a una superficie plana teórica (m/km)



- Condición Actual: Proporcionar datos objetivos para una evaluación real de la regularidad superficial del camino
- Condición Futura: Monitorear la tendencia del nivel de deterioro de la superficie del camino
- Priorización: Comparar y analizar de manera objetiva que caminos es necesario reparar

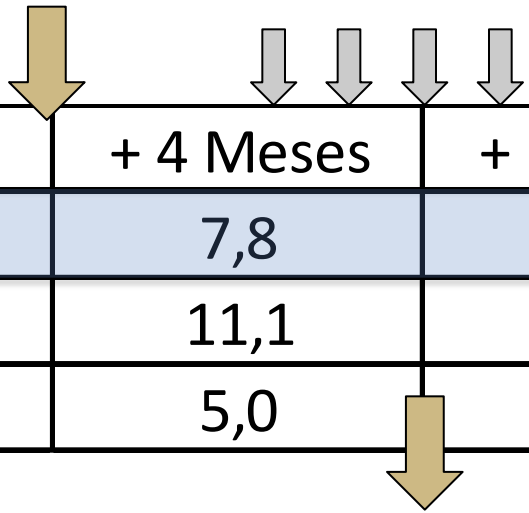




# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

## ➤ Seguimiento de la Regularidad Superficial (Caso Práctico)

Situación Actual y Futura



IRI	Antes	+ 4 Meses	+ 6 Meses
Promedio	8,4	7,8	7,8
Maximo	10,7	11,1	10,3
Minimo	6,4	5,0	5,8

(m/km)

**Mayor Velocidad Circulación → Aumento de Productividad**



# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

## ➤ Seguimiento de las Emisiones de Polvo



# Problemas Asociados a las Emisiones de Polvo

## SEGURIDAD



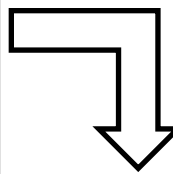
## Medio Ambiente





# Problemas Asociados a las Emisiones de Polvo

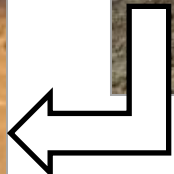
a. Finos



## DETERRIORO CARPETA RODADO

Partículas finas deben permanecer en la matriz granular de la carpeta de rodado

b. Arena



c. Grava

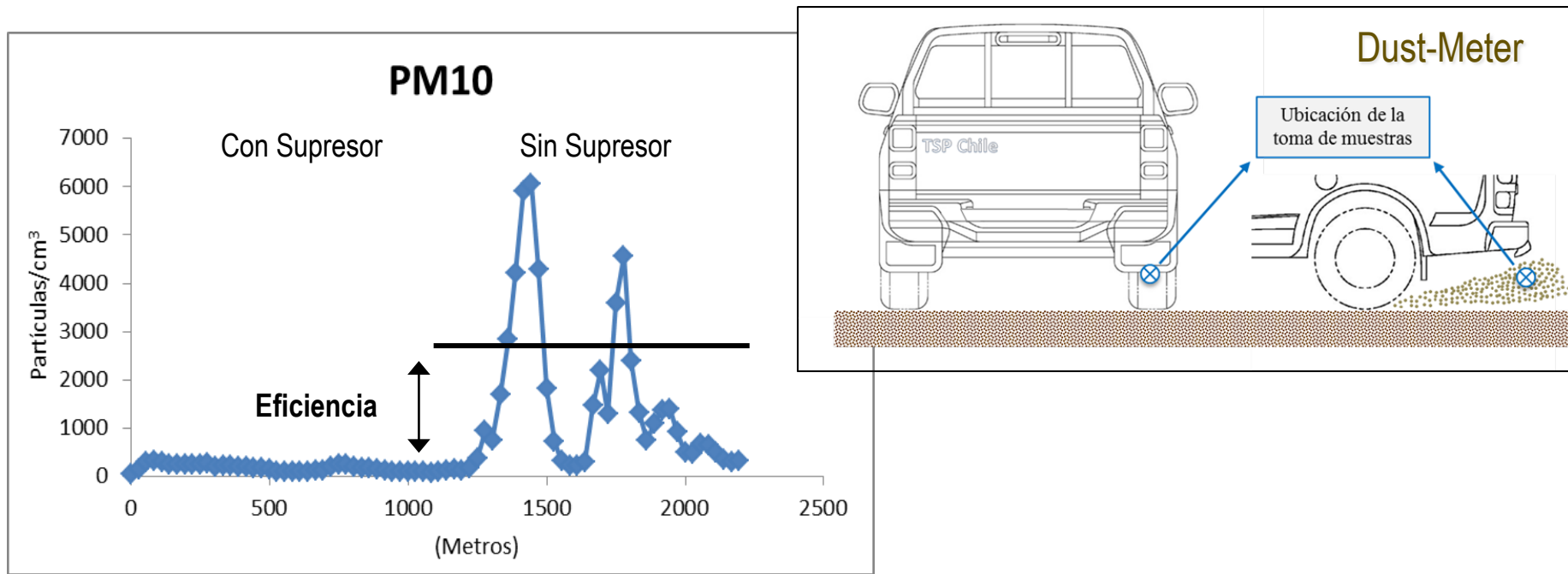


- + Costos Operacionales Equipos
- + Costos de Mantenimiento
- - Productividad (\*\*\*)



# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

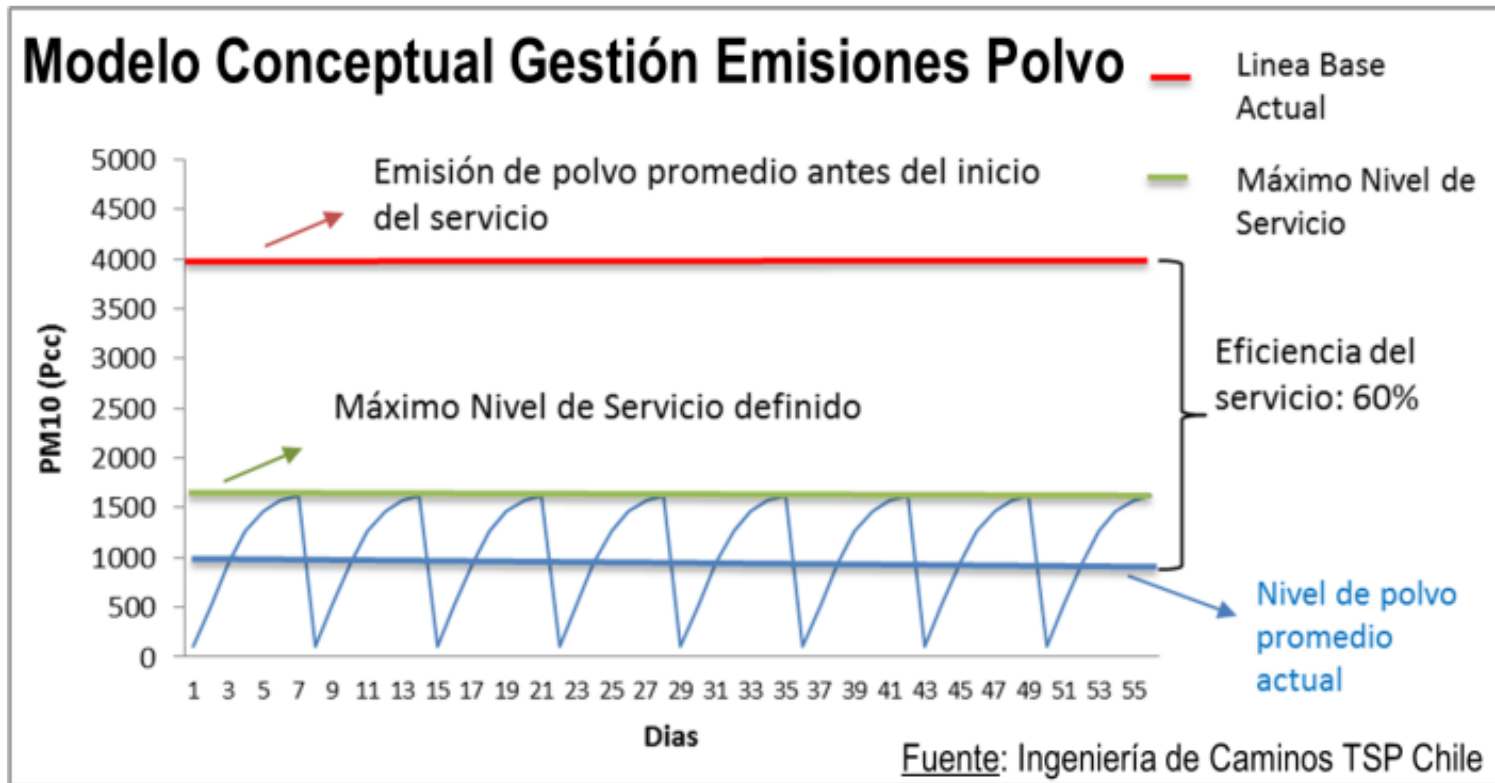
## ➤ Seguimiento de las Emisiones de Polvo



- Resultados: PM1,0; PM2,5; PM10 (partículas / cm<sup>3</sup>)
- Interpretación: Eficiencia del sello superficial (%) que provee el uso de agua o aditivo supresor de polvo

# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

## ➤ Optimización del Plan de Mitigación de Polvo



### Aplicaciones:

- Validación de los aditivos mas costo-eficientes
- Respaldo de los planes de mitigación frente a entidades certificadores

# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

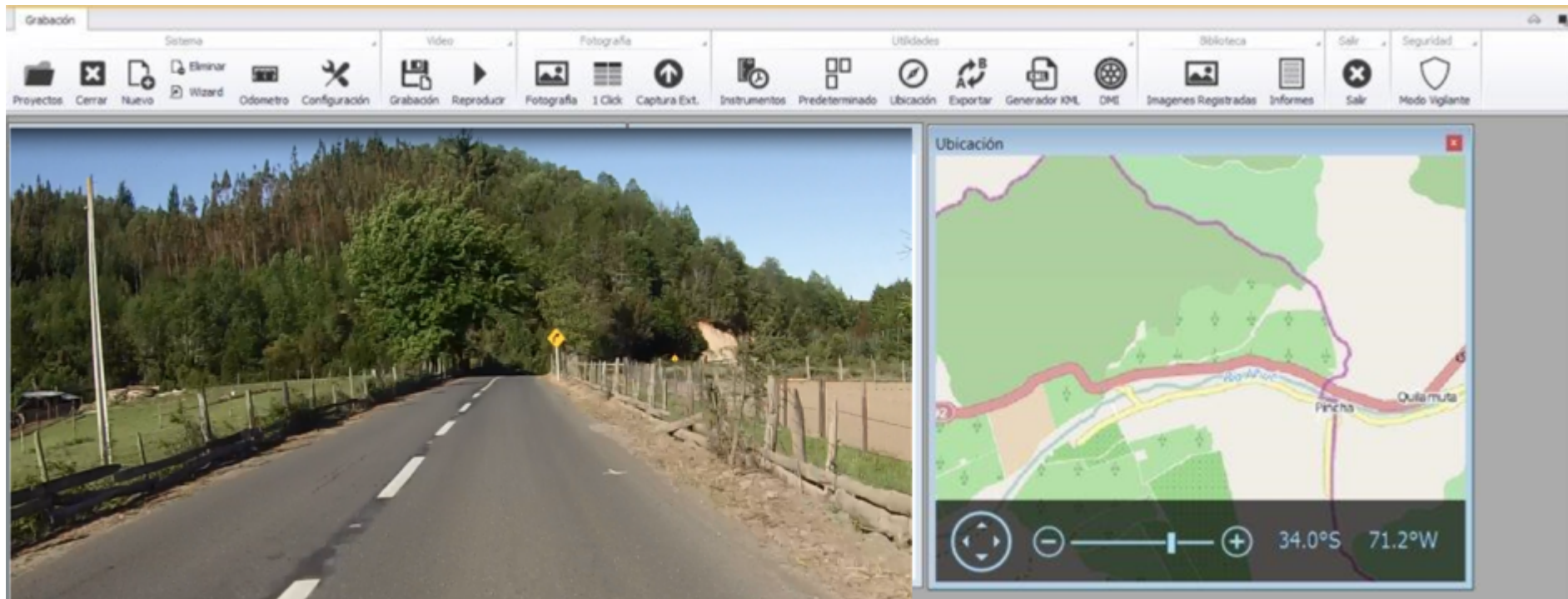
## ➤ Seguimiento de la Eficiencia: Gestión a Nivel de Red

Monitoreo y Seguimiento Permanente → Ajuste/Optimización de: Aditivo, dosis y tasas aplicación



# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

## ➤ Inspección Visual e Inventario (Georeferenciado)



### Aplicaciones:

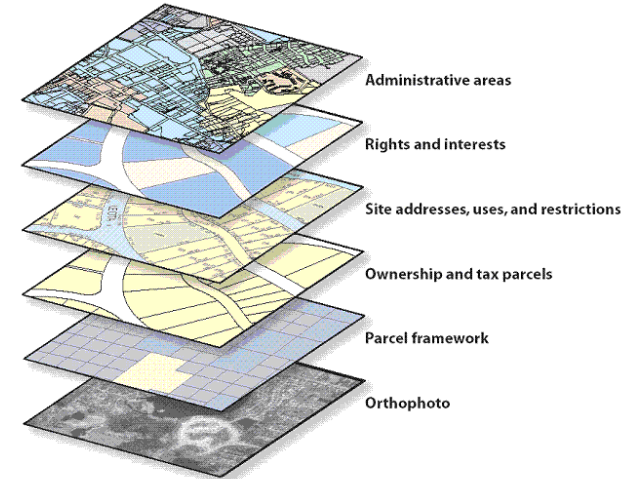
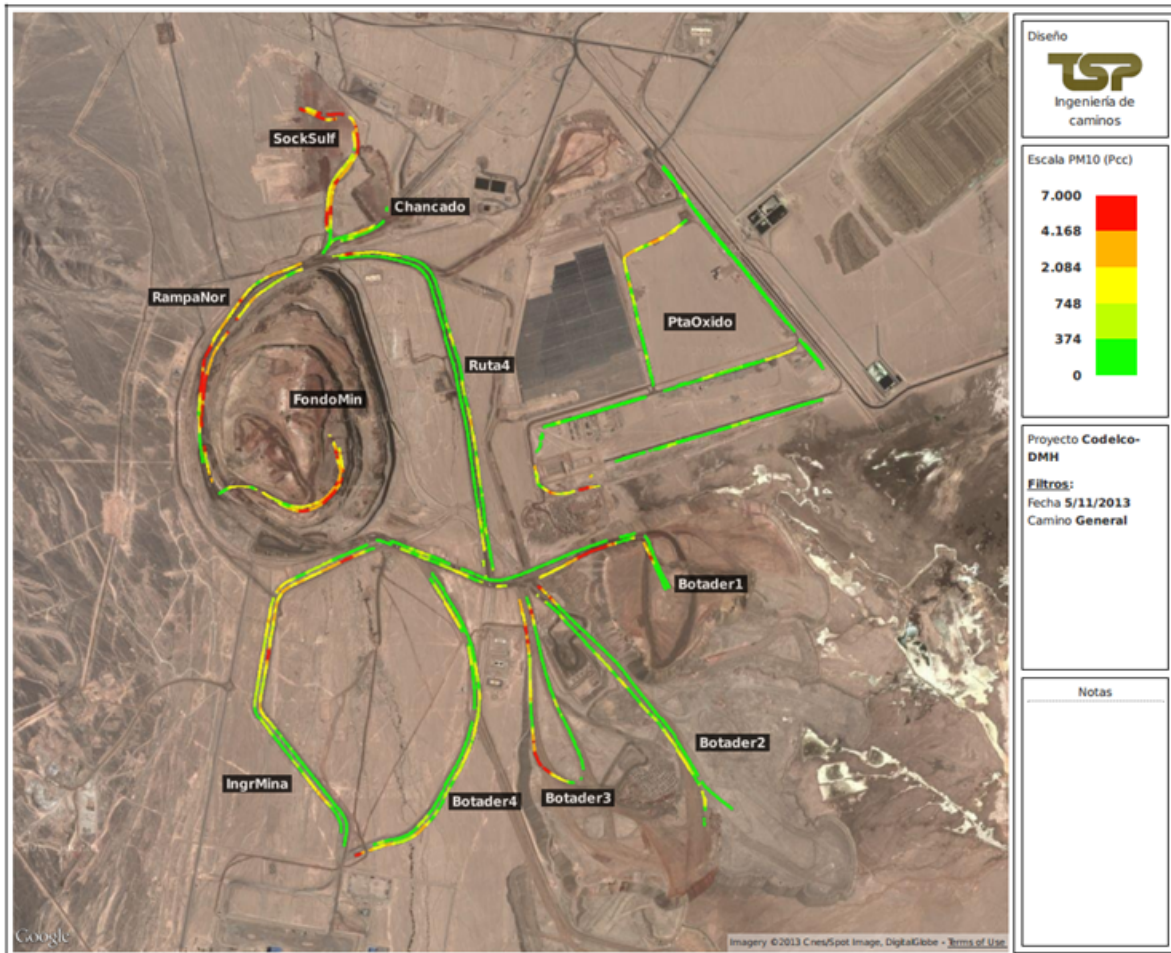
- Inventario
- Recepción / Validación de Nuevos Proyectos
- Análisis de zonas críticas asociados a problemas de seguridad



# Monitoreo y Seguimiento de Parámetros Técnicos

## ➤ Visualización Resultados Georeferenciados

Permite analizar de forma práctica resultado del desempeño de las soluciones con otras variables relevantes (Tránsito, Condiciones Medioambientales, Comunidades, Factores Político-Administrativos, entre otras)





# GRACIAS!!!



ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS



MINISTERIO DE  
**OBRAS PÚBLICAS  
Y COMUNICACIONES**



CENTRO PARAGUAYO  
DE INGENIEROS



**cavialpa**  
CAMARA VIAL PARAGUAYA



**CPC**

**CAPAVI**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN  
FACULTAD DE  
INGENIERIA



Universidad  
**Católica**  
"Nuestra Señora de la Asunción"  
CAMPUS DE ASUNCIÓN

UN EVENTO DE

