

# 12<sup>o</sup> Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

MAYO 10 AL 13 DE 2023 - Barranquilla, Colombia  
Centro de Convenciones Blue Gardens

## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Cortesía: Diego Jaramillo

Organizan:



# Nota legal:

- Las informaciones y conceptos expresados en esta conferencia tienen el propósito de divulgar e informar de manera general sobre los temas relacionados con el concreto, NO son asesoría para una obra en particular.
- PROCEMCO NO es ni pretende ser asesor de proyectos específicos. Cualquier duda con relación a una obra determinada debe ser consultada por el interesado con los respectivos diseñadores e interventores de la misma.
- El uso que se haga de la información y conceptos aquí expresados no implica responsabilidad alguna para PROCEMCO ni para el conferencista; debe ser utilizada por personas idóneas bajo su responsabilidad y criterio.
- Esta información no sustituye las funciones y obligaciones de las personas contractualmente responsables de la concepción, ejecución y vigilancia de los respectivos proyectos.
- PROCEMCO no asume ningún tipo de responsabilidad por la información que divulguen los patrocinadores y por tanto cualquier reclamación relacionada con la calidad, idoneidad y seguridad de los bienes y servicios ofrecidos deben ser atendidos por cada anunciante.

# 12<sup>o</sup> Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

MAYO 10 AL 13 DE 2023 - Barranquilla, Colombia  
Centro de Convenciones Blue Gardens

## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



## Cómo Lograr un Pavimento de Concreto con un IRI menor a 2?

Mauricio Salgado Torres  
GesPaP Ingeniería & Certificación  
Colombia/Chile





LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



# ¿Se puede lograr un Pavimento de Concreto con un IRI menor a 2?





## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





**¿QUÉ ES EL IRI Y CUÁL ES SU REAL  
IMPORTANCIA EN PAVIMENTOS?**



## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

### Perfil Longitudinal



### Perfil Longitudinal



IRI (m/km)



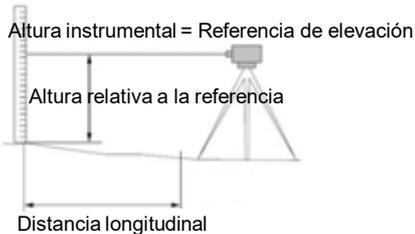
Distancia



La ASTM E950/E950M clasifica los perfilómetros en cuatro categorías:

### Clasificación de Perfilómetros según ASTM E 950/950 M

Clase	Resolución (R)	
	Longitudinal	Vertical
1	$R \leq 25 \text{ mm}$	$R \leq 0.1 \text{ mm}$
2	$25 \text{ mm} < R \leq 150 \text{ mm}$	$0.1 \text{ mm} < R \leq 0.2 \text{ mm}$
3	$150 \text{ mm} < R \leq 300 \text{ mm}$	$0.2 \text{ mm} < R \leq 0.5 \text{ mm}$
4	$R > 300 \text{ mm}$	$R > 0.5 \text{ mm}$



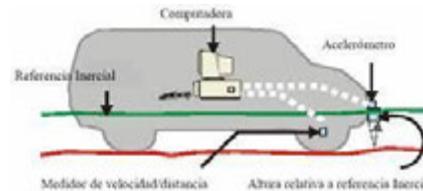
Nivel y Mira



Bump Integrator, BI



Perfilgrafos



Perfilometro inercial (laser)

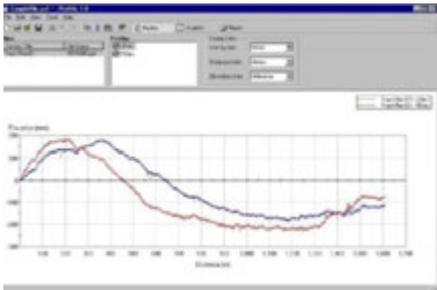


Dipstick



LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CON

## Resultado del procesamiento de la información





# Crterios a considerar en las EETT para encontrar el IRI valido y representativo para las condiciones a evaluat

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

- **Crterios para la coleccin y procesamiento de datos muestrados**
  - **Tipo de dato y contexto (longitud de los sectores muestrados)**
  - **Distancia de procesamiento**
- **Crterio de Agregacin**
  - **Opcin 1: Tolerancia y/o Variabilidad entre datos consecutivos**
    - Ejemplo: diferencia de mximo 1 m/km entre dos valores consecutivos
  - **Opcin 2: Intervalos de valores cuantitativos asociados a una definicin cualitativa**
    - Ejemplo: Buena (< 2.5 m/km) - Regular (entre 2.5 y 4 m/km) – Mala (> 4 m/km)
  - **Opcin 3: Agrupacin por medias fijas o mviles**
- **Crterio de seleccin de Valor Representativo**
  - **Mximo, Mnimo, Promedio, Percentil, Moda etc.**



15 3:15 PM



La importancia de alcanzar y mantener un  
“Buen” IRI en un Pavimento de Concreto



# ¿Es posible alcanzar un “Buen” IRI en un Pavimento de Concreto?

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

EVIDENTEMENTE  
**SI**

¿POR QUÉ?

¿PARA QUÉ?

¿CUANDO?

¿CÓMO?



## Pavimentos Nuevos



## Pavimentos en Servicio





LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

En general, los Umbrales que especifican internacionalmente para pavimentos no son valores únicos sino que depende su definición de factores tales como: el **tipo de vía** (categoría), el **volumen de tránsito**, la **geometría** del camino (grado de curvatura), la **variabilidad del relieve** (topografía terreno), entre otros aspectos.

Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)	Índice Internacional de Rugosidad, IRI (m/km)						
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	> 12
0 - 4 999	Muy bueno		Bueno				
5 000 - 9 999			Regular		Malo		
10 000 - 19 999						Muy malo	
> 20 000							

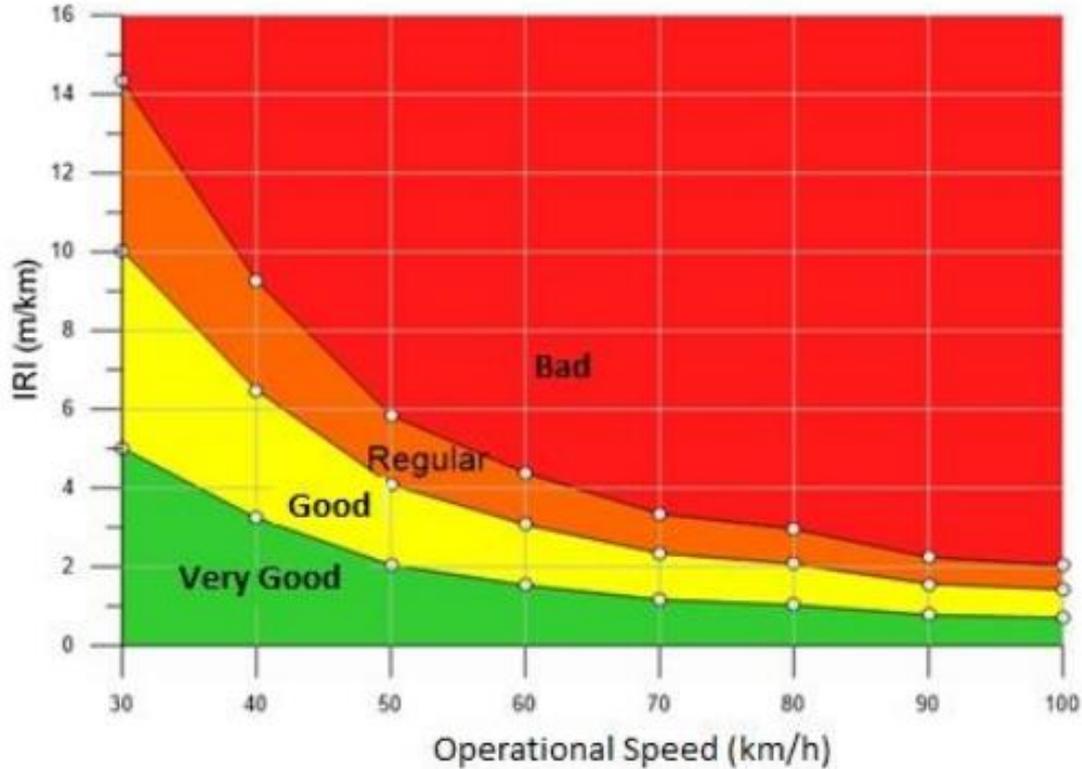
Condition Term	IRI
Very Good	< 60 in/mi (< 0.95 m/km)
Good	60 - 94 in/mi (0.95 - 1.48 m/km)
Fair	95 - 119 in/mi (1.50 - 1.88 m/km)
Mediocre	120 - 170 in/mi (1.89 - 2.68 m/km)
Poor	> 170 in/mi (> 2.68 m/km)

Source: Federal Highway Administration



# Umbral de IRI para diferentes velocidades de operación

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Fuente: Abudinen D. et al.  
Development of Thresholds for Travel  
Quality Assessment In Colombian  
Urban Roads. Conference: 2nd IRF  
Asia Regional Congress & Exhibition  
Kuala Lumpur, Malaysia, 2016

Thresholds for International Roughness Index at different operational speeds.



# Crterios de Desempeño

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Tipo de Pavimento	Crterios de Desempeño	Valor Umbral al final de la Vida Útil de Diseño
JPCP, CPR nuevos y refuerzos	Escalonamiento promedio de la junta	Interestatal: 0.15 plg (3.8 mm) Primaria: 0.20 plg (5.1 mm) Secundaria: 0.25 plg (6.4 mm)
	Porcentaje de fisuramiento transversal de la losa	Interestatal: 10% Primaria: 15% Secundaria: 20%
	IRI (Regularidad Superficial)	Interestatal: 160 plg/milla (2.5 m/km ) Primaria: 200 plg/milla (3.2 m/km ) Secundaria: 200 plg/milla (3.2 m/km )

Fuente: MEPDG

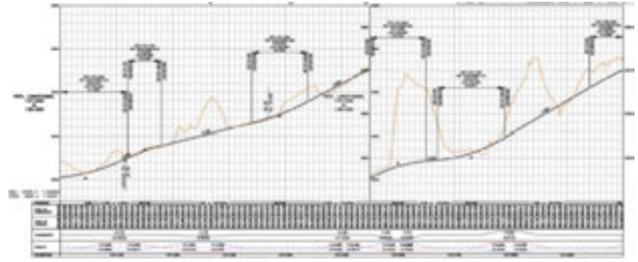
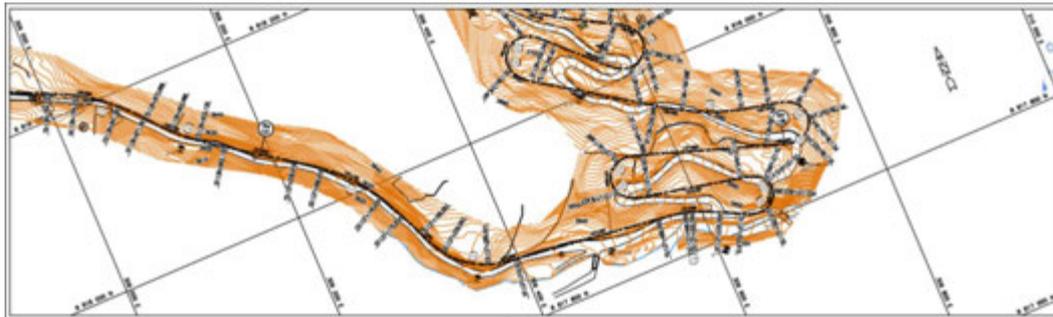
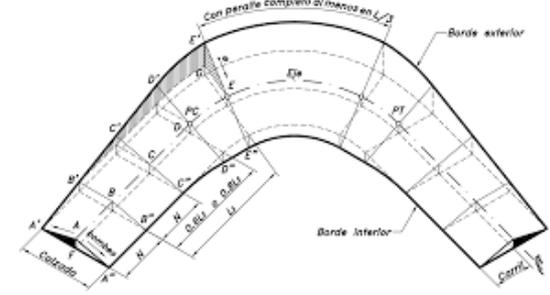
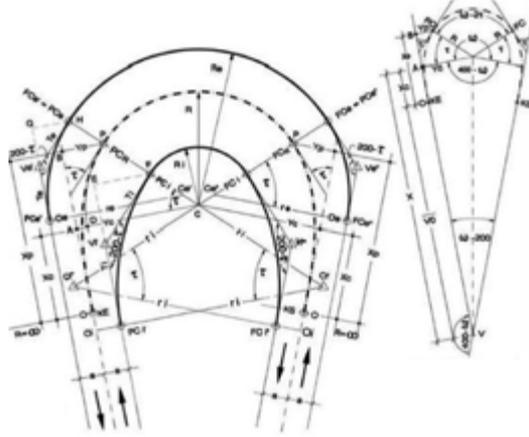
Porcentaje aceptable de losas fisuradas al final del periodo de diseño, según el tipo de vía.

Tipo de camino	Porcentaje aceptable de losas fisuradas al final de su vida útil
Autopistas, Rutas	5 %
Arterias Menores	10 %
Calles Colectoras	15 %
Calles Residenciales	25 %

Fuente: Manual de Pavimentos Urbanos (ICPA)



LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





# Comparación del efecto de valores de IRlo para el caso de pavimentos nuevos

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

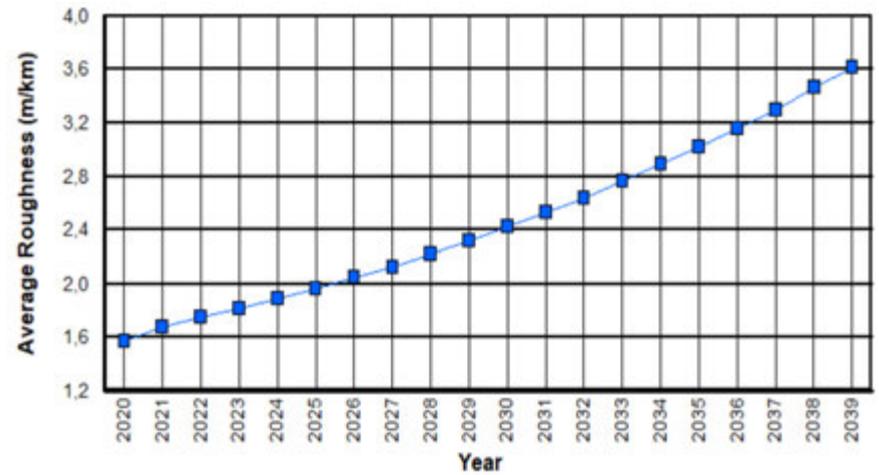
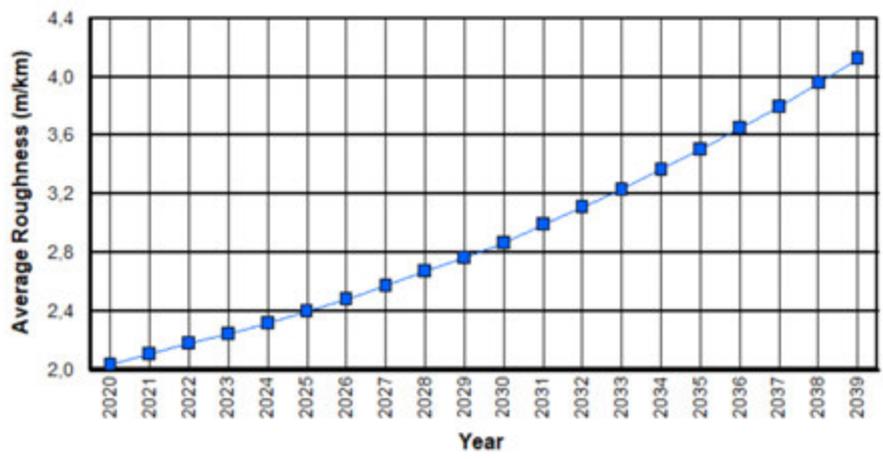
## H D M - 4

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

### Average Roughness by Section (Graph)

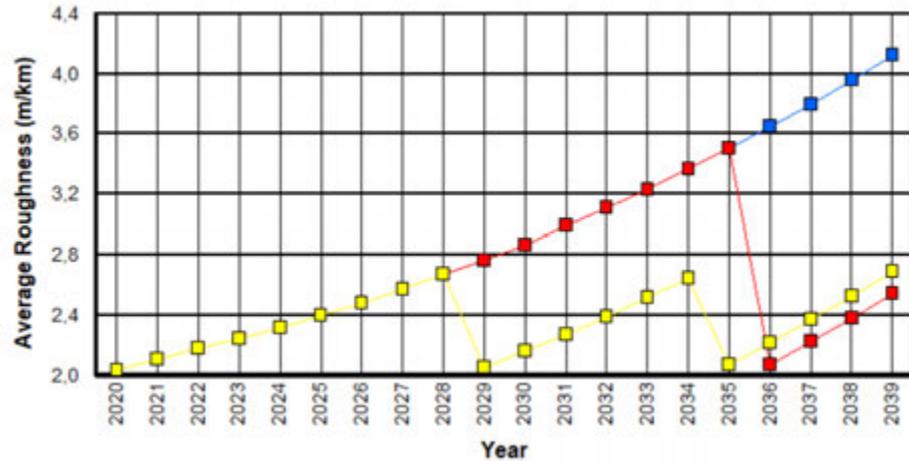
Study Name: **sensib. IRlo solo deterioro**

Run Date: **11-09-2020**

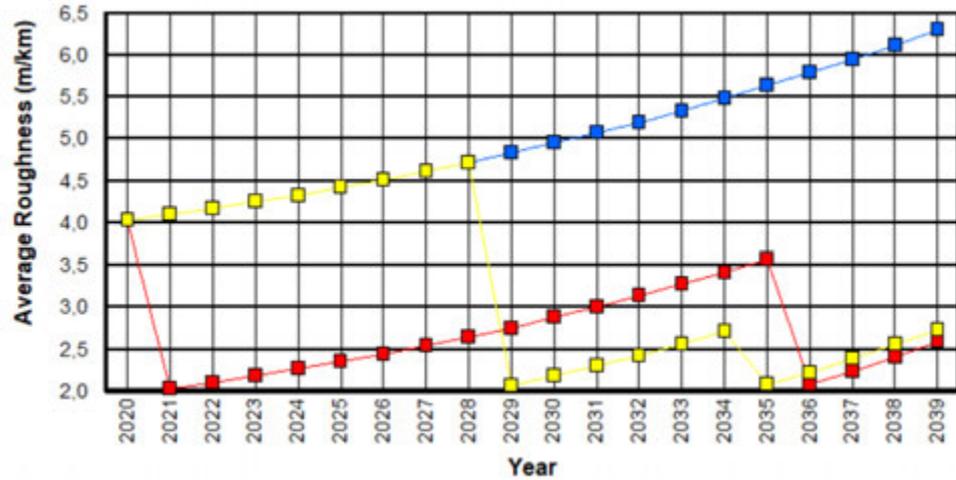




# Es posible **Recuperar** el Valor de IRI de un pavimento de Concreto?



- Alternativa base
- por respuesta
- programado



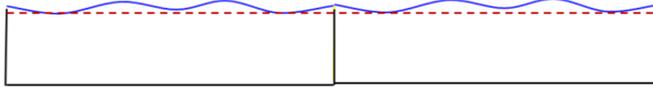
¿CUANDO?



## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Antes de cepillar



Después de Cepillar



En caso de no alcanzar el IRI especificado en un pavimento de concreto nuevo o de requerir en un pavimento en servicio disminuirlo, el cepillado de pavimentos (*diamond grinding of pavement*) es el único procedimiento que permite cumplir con este objetivo.

## Cepillado de Pavimentos – Diamond Grinding



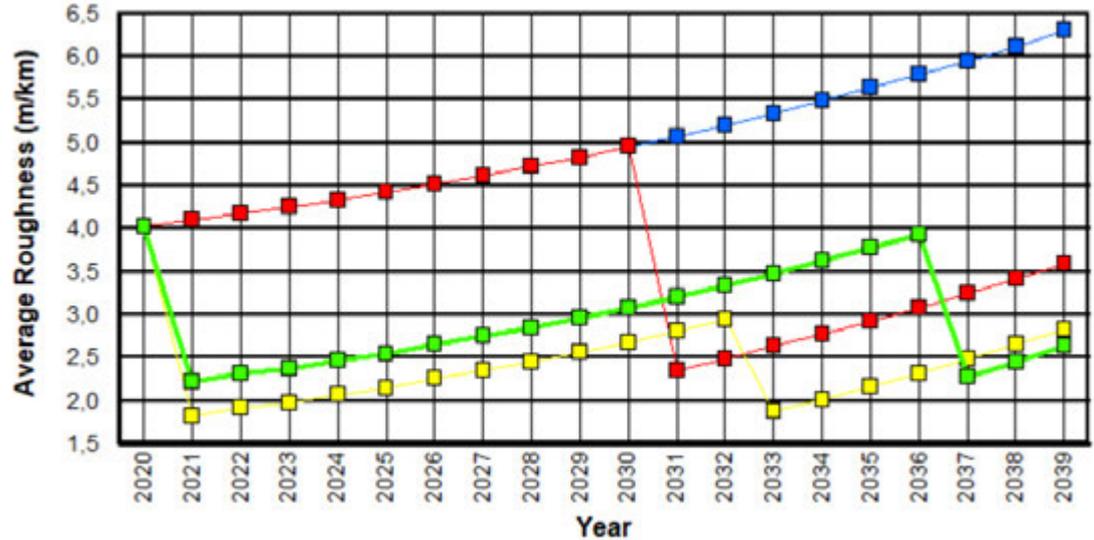


# Comparación del efecto de valores de IRlo para el caso de pavimentos en servicio

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

¿CUANDO?

- Alternativa base
- umbral iri 5 m/km
- umbral iri 3 m/km
- umbral iri 4 m/km





Fuente: Astrid Vilicic

¿Cómo alcanzar el estándar de  
regularidad especificado?





# *Pavimentación en la Patagonia Chilena*

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Cortesía: Astrid Vilicic – Constructora Vilicic



# ¿Cómo alcanzar el estándar de regularidad especificado?

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Fuente: Constructora Vilicic (Chile)



## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Fuente: Constructora Vilicic (Chile)



# ¿Cómo alcanzar el estándar de regularidad especificado?

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Fuente: Constructora Vilicic (Chile)



***Este pavimento tiene un IRI inferior a 2.0 m/km***

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO



Fuente: Constructora Vilicic (Chile)



# Uso de Pavimentadoras de molde deslizante

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

México



Nicaragua



Costa Rica



Guatemala



Peru



Chile



Bolivia



Argentina



Uruguay



Brasil

**Prácticamente en casi la totalidad de los países de Latinoamérica se utilizan los equipos de pavimentadoras de molde deslizante**





## ¿Cómo alcanzar el estándar de regularidad especificado?

- Con una buena práctica constructiva
  - Tecnología de Concreto para Pavimentos
    - Dosificación - Trabajabilidad
    - Especificación por desempeño
    - Evitar Alabeo de Construcción
  - Pavimentación Continua
    - Capacidad Efectiva de Producción y Despacho de Concreto
    - Transporte y Descarga Eficiente
    - Uso de Pavimentadoras de moldaje deslizante
  - Terminación Superficial y Curado





# Proyecto Ambo – Oyón – Tramo 1 (Perú, 2020-2022)

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





## ¿Cómo alcanzar el estándar de regularidad especificado? Pavimentación Continua

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

- Capacidad Efectiva de Producción y Despacho de Concreto
- Transporte y Descarga Eficiente
- Uso de Pavimentadoras de moldaje deslizante

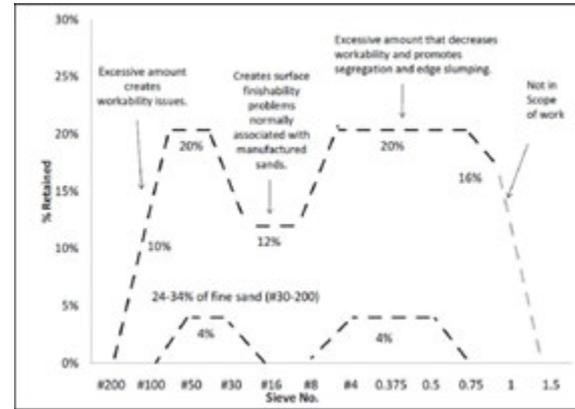
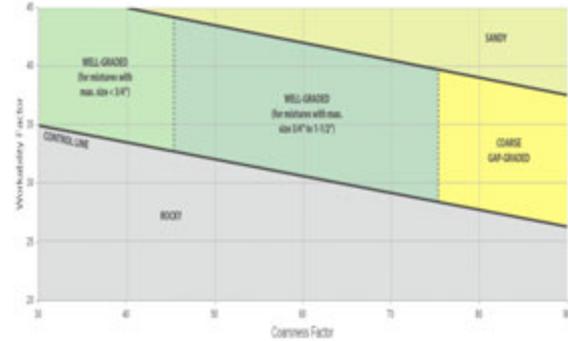




# Optimización de las Dosificaciones

## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

WORKABILITY CHART



- Dosificación – Trabajabilidad
- Especificación por desempeño
- Evitar Alabeo de Construcción

### Pasta de cemento: Agua + Cemento

Calidad → Razón A/C

Cantidad:

- Cubrir superficie arenas
- Llenar espacios entre arena
- Separar las partículas de arena

### Mortero: Pasta de cemento + arena

Cantidad:

- Cubrir superficie de la árido grueso
- Llenar espacios entre árido grueso
- Dar un medio fluido para que el arrido se pueda desplazar entre si con facilidad

### Concreto : Mortero + Árido Grueso



## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





# Pavimentación con Hormigón Camino La Pólvara - Ruta 60CH

## Sobrecapa de hormigón sobre antiguo pavimento de asfalto

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





# ¿Cómo alcanzar el estándar de regularidad especificado?

Curado

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





## *Incentivos para lograr un IRI*

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

En algunos casos más que especificar valores bajos de IRI se deberían implementar sistemas de incentivos que inviten incluso a superar el valor de IRI que una agencia vial o el propietario del proyecto tiene capacidad de asumir en cuanto a su costo directo.

Especificaciones Ruta 24

Exigencia del Pliego IRI  $\leq 2.8$

Premio por mejoramiento en el  
valor del IRI  
Premio IRI  $\leq 2.0$





Premio por alcanzar un mejor IRI en un pavimento de concreto (Whitetopping)

Especificación por contrato IRI =2,4 m/km



Whitetopping Ruta 3 (Trinidad – A° Grande)

Tabla de Premios:

- IRI = 2,2 m/km 50% del premio
- IRI = 2,0 m/km 75% del premio
- IRI = 1,8 m/km 100% del premio



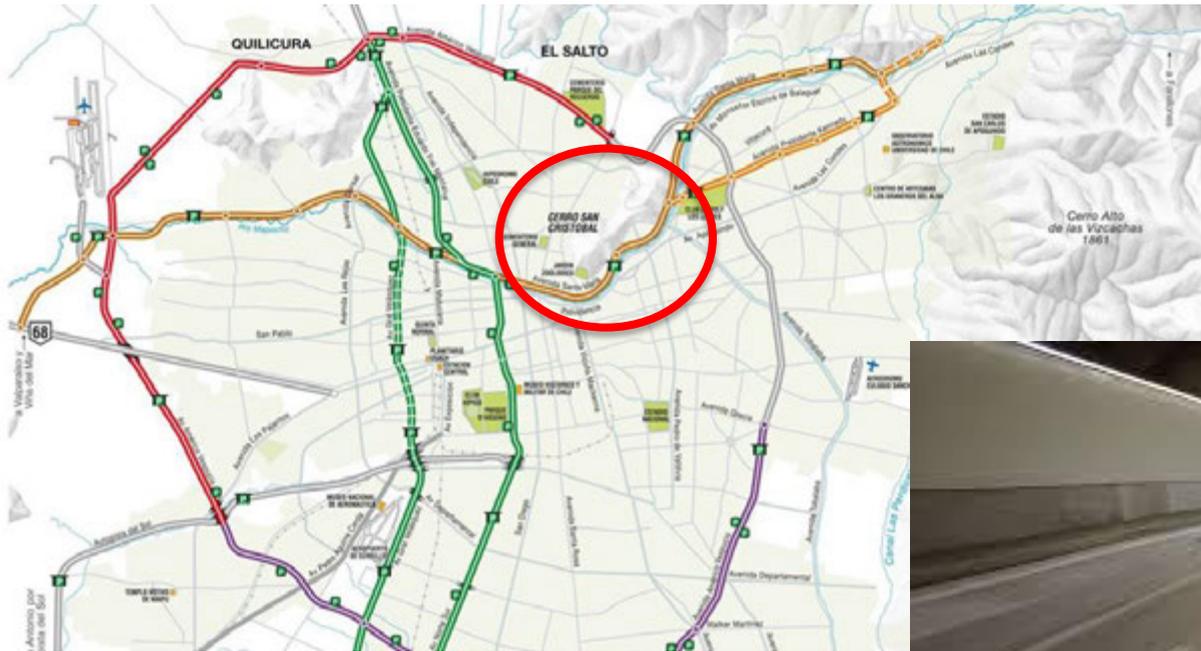
## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Cortesía: Consorcio INCOCI - CUJO





## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

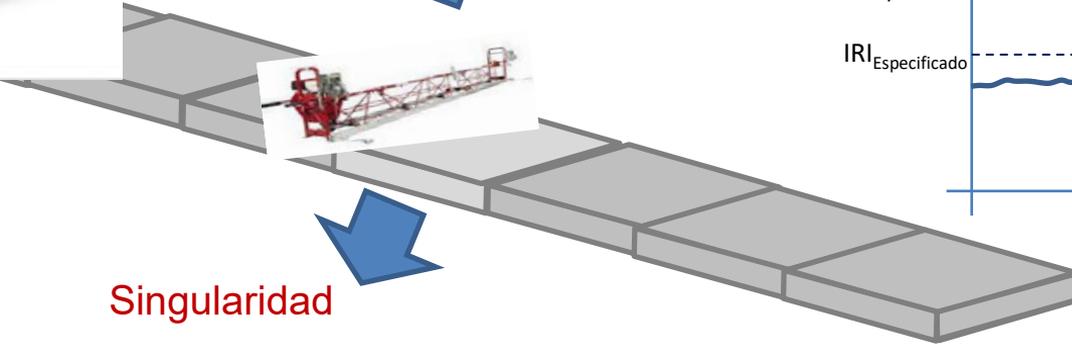
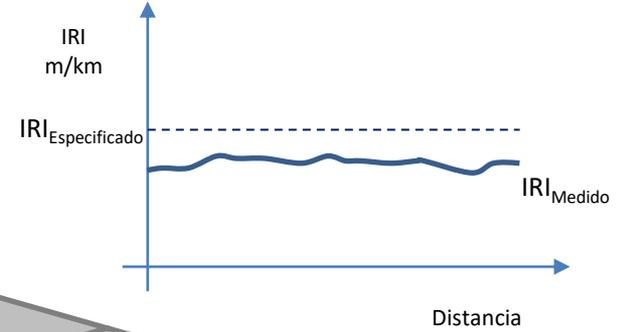
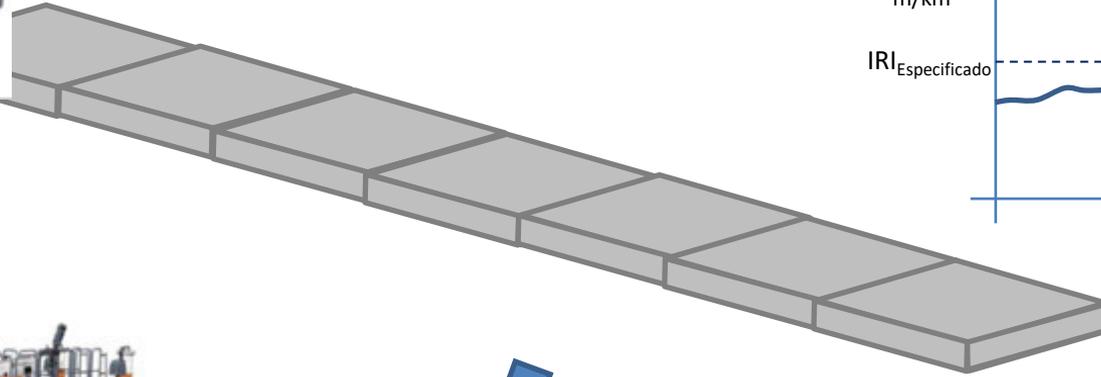


Cepillado en año "0"

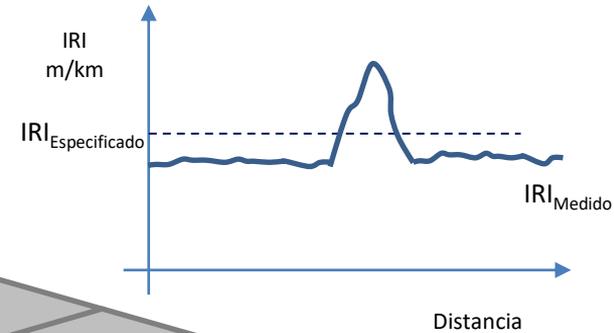


Caso Costanera Norte (Chile)

# Efecto de la falta de continuidad en la pavimentación y la materialización de algunas losas de forma manual



Singularidad





## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO





# Comentarios finales

LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

- La principal recomendación es poder pavimentar en forma continua y sin interrupciones la **mayor extensión diaria posible**, (evite la presencia de frecuentes juntas de construcción o sitios de detención e interrupción de la pavimentación).
- Buscar la **homogeneidad del concreto en cuanto a sus características mecánicas**, evitando la segregación del concreto, pero sobre todo la **trabajabilidad** que posea durante el proceso de pavimentación, de modo que se cuente con condiciones óptimas de colocación y terminación.

**ESPECIFICAR CORRECTAMENTE Y SOLICITAR EL IRI QUE  
VERDADERAMENTE SE REQUIERE Y ES POSIBLE ALCANZAR  
DENTRO DEL CONTEXTO DE CONSTRUCCION Y OPERWCIÓN  
QUE SE TENDRA**

# 12<sup>o</sup> Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

MAYO 10 AL 13 DE 2023 - Barranquilla, Colombia  
Centro de Convenciones Blue Gardens

## LA NUEVA REALIDAD DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Organizan:



# GRACIAS

[msalgado@gespap-ic.com](mailto:msalgado@gespap-ic.com)

