

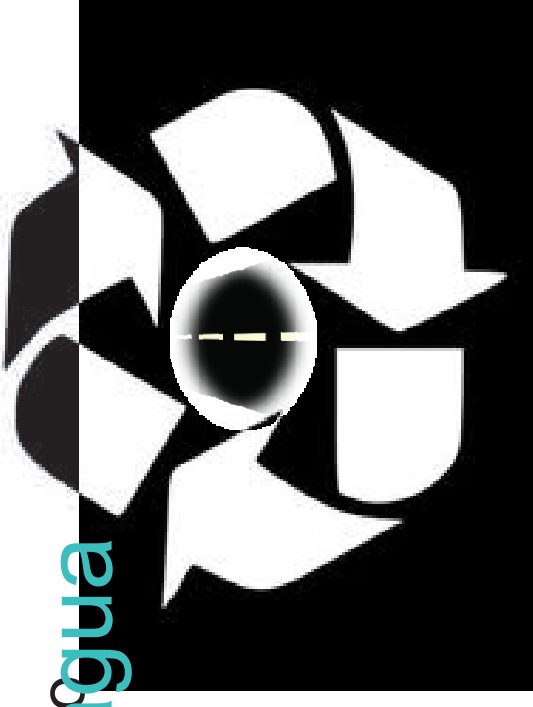
Estudio sobre Mezclas de Pavimentos Flexibles Recicladados con ASFALTO ESPUMADO (AE) Fernando Paniagua

Fernando Paniagua
MSc. Ing. Civil
rfsaniagua@uc.cl

Octubre – 2014

CONTENIDO

- Antecedentes
- Reciclado en Frío con Asfalto Espumado
- Principales Guías Técnicas
- Diseño de Mezclas
- Conclusiones y Recomendaciones



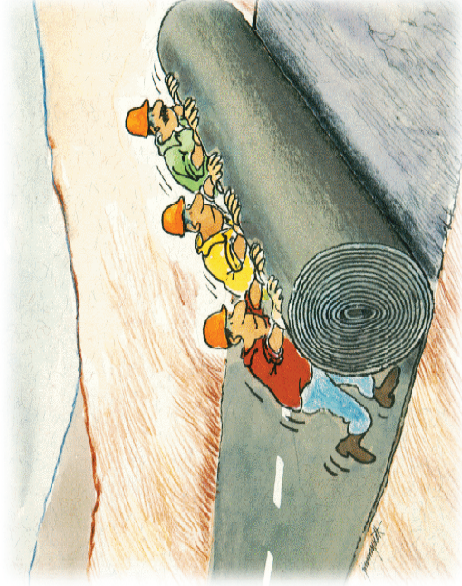
Álvaro González V (Chile) *
Guillermo Thenoux Z (Chile) **

* Universidad del Desarrollo (UDD)
** Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)

Antecedentes

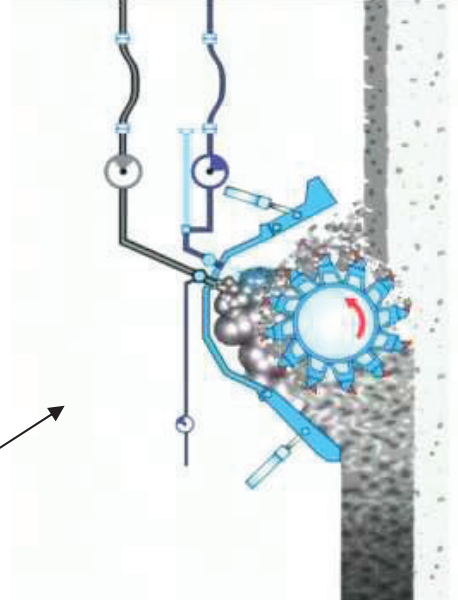
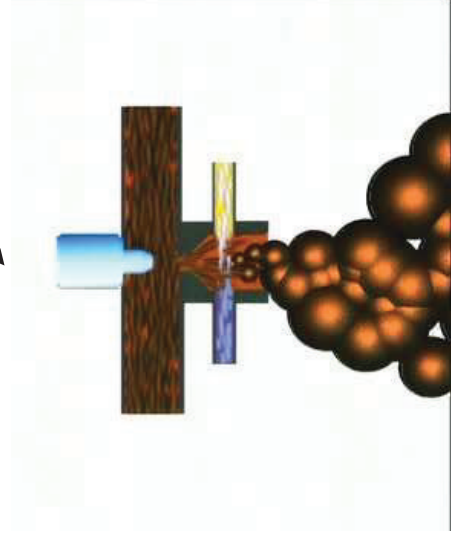
- ❖ Existe una necesidad de pavimentar un mayor número de caminos
- ❖ Necesidad de rehabilitar caminos pavimentados que presentan importantes grados de deterioro

Fernando Paniagua



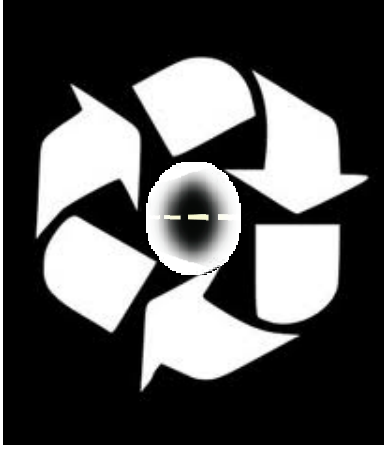


Fernando Paniagua



Reciclado
Pavimentos
Flexibles

Reciclado de Pavimentos

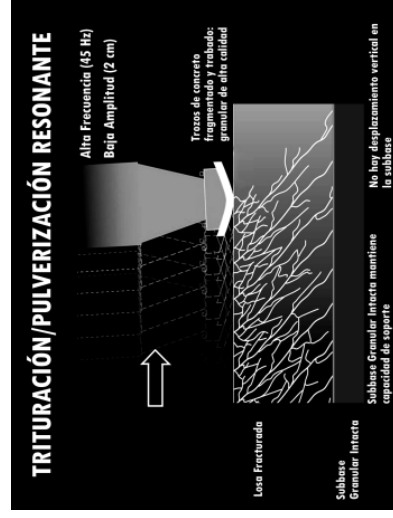


Hormigón

Rubblizing



Fernando Paniagua



(Thenoux et al, 2007)



Austroroads 2014
Australia

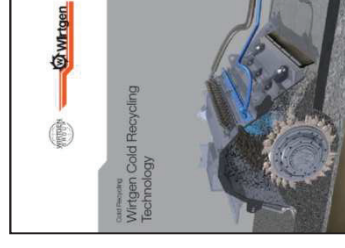


TG-2
Asphalt Academy, 2009
Sudafrica



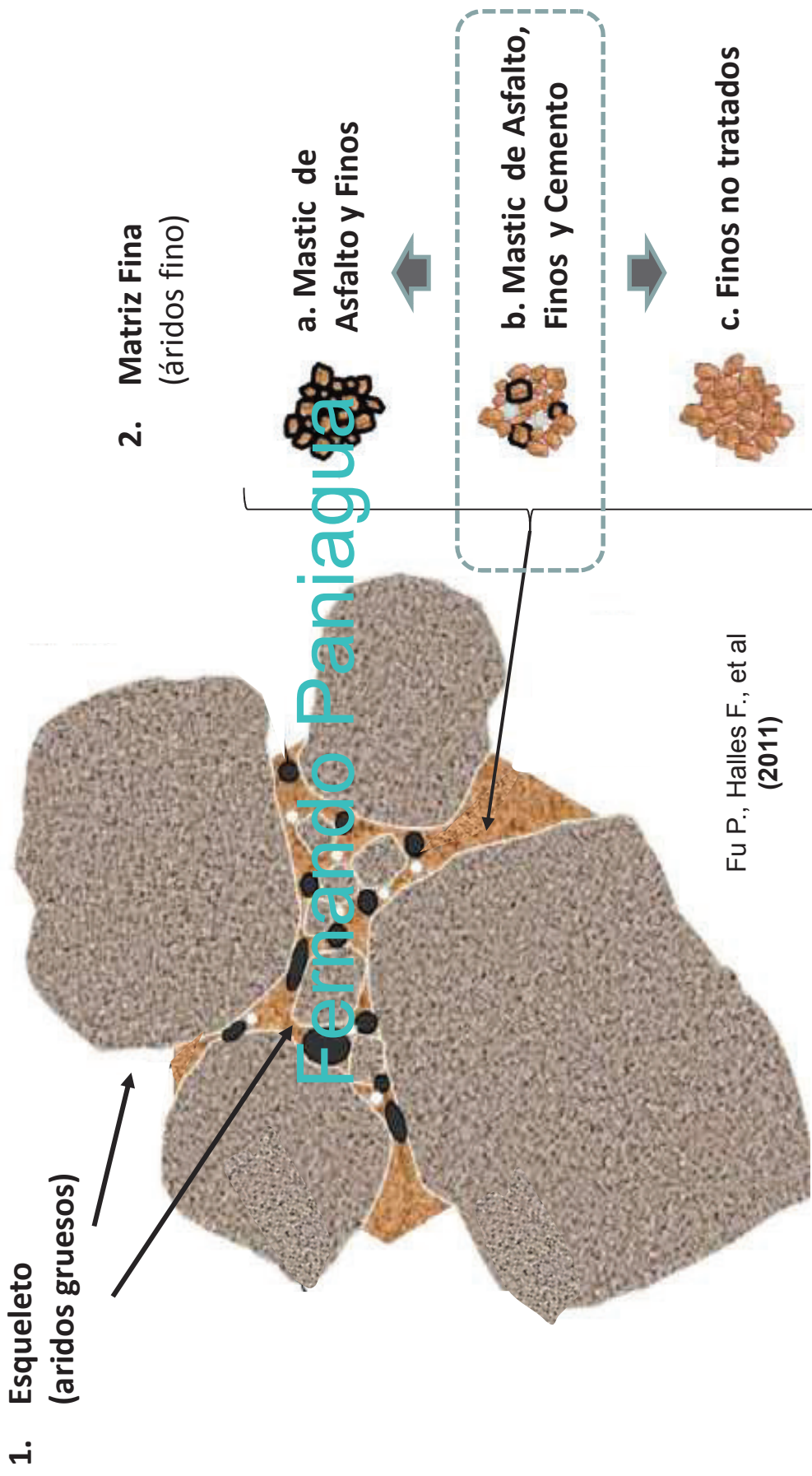
Fernando Paniagua

“Se debe cuestionar la filosofía del diseño actual detrás de los tratamientos con AE, basados en datos de laboratorio y observaciones en campo, sin argumentos filosóficos”
Collings y Jenkins
(2012)



Manual Wirtingen
(GmbH, 2012)

Composición de una mezcla de asfalto espumado

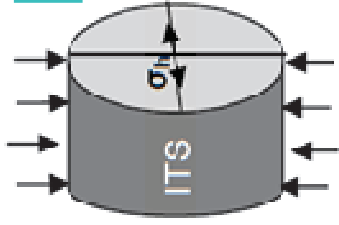
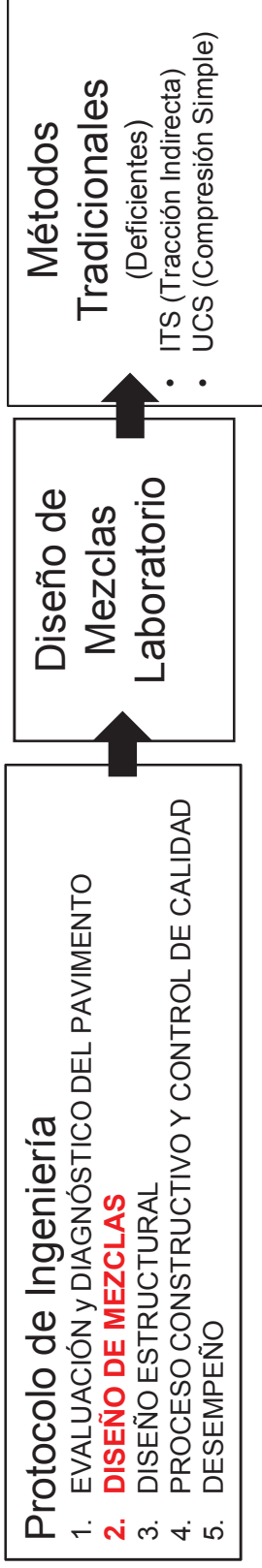


Nota: Lo importante además de determinar el óptimo de asfalto es una correcta homogenización

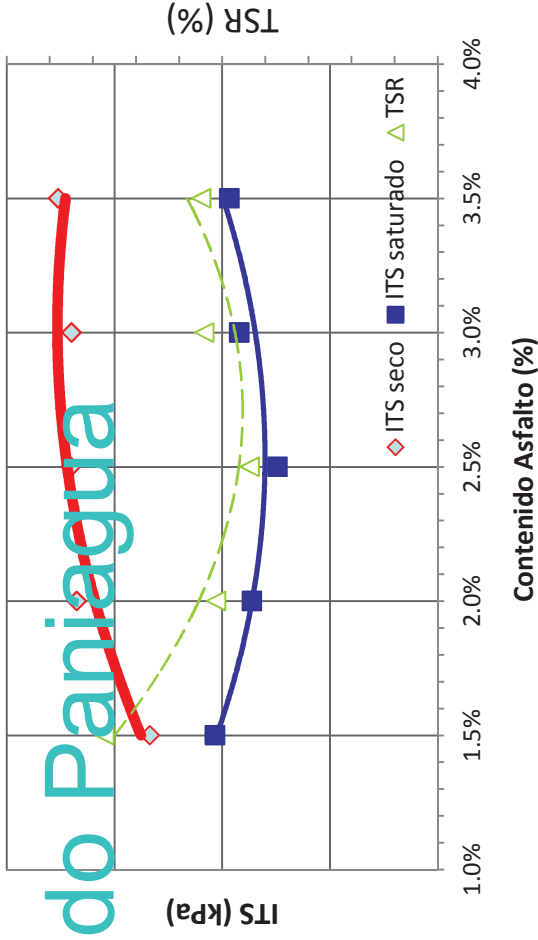
Fernando Paniagua



Problemática/Necesidad de Investigar.



Manual de Carreteras
MOP-Chile 2012



Normalmente se observa:

- Curvas planas o tendencias poco claras
- Incertidumbre en el diseño

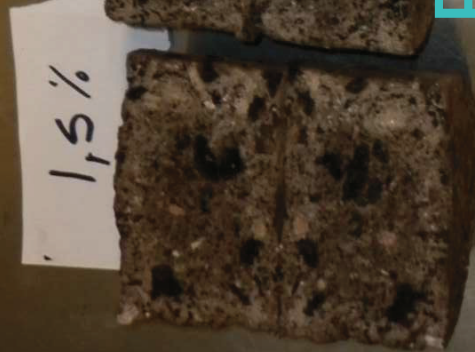
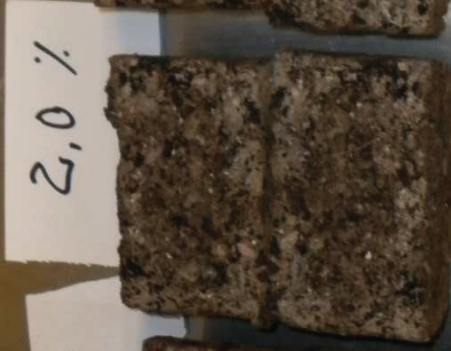
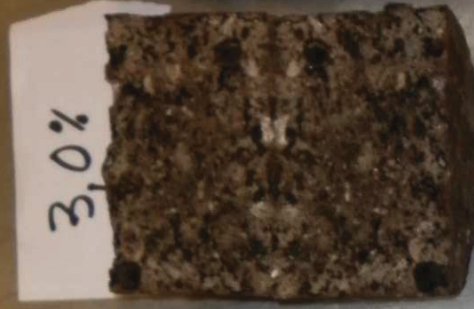
Suposiciones:

- Teoría lineal elástica
- Homogéneo e isotrópico

Dosificación busca:

- Optimizar contenidos de Asfalto Espumado

DISEÑO DE MEZCLA (Chile/2012)



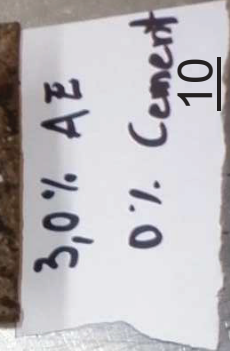
Fernando Paniagua

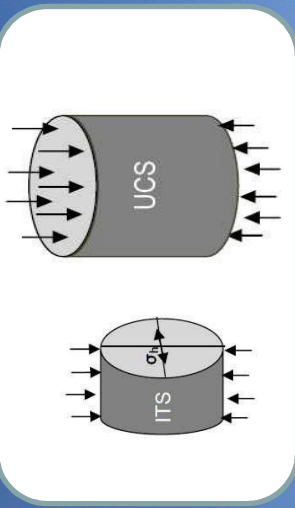
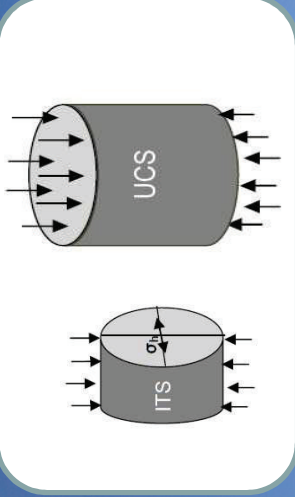


solo
CEMENTO

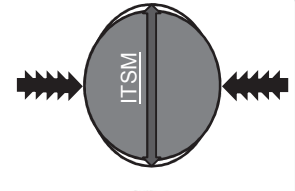
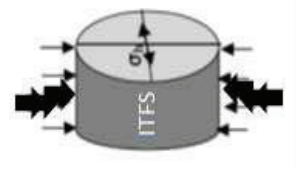
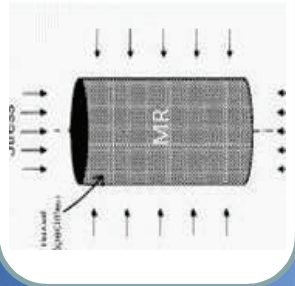


solo
ASFALTO





V S



Fernando Paniagua



MR
(Modulo Resiliente)

UCS
(Compresión Simple)

ITS
(Tracción Indirecta)

Fernando Paniagua



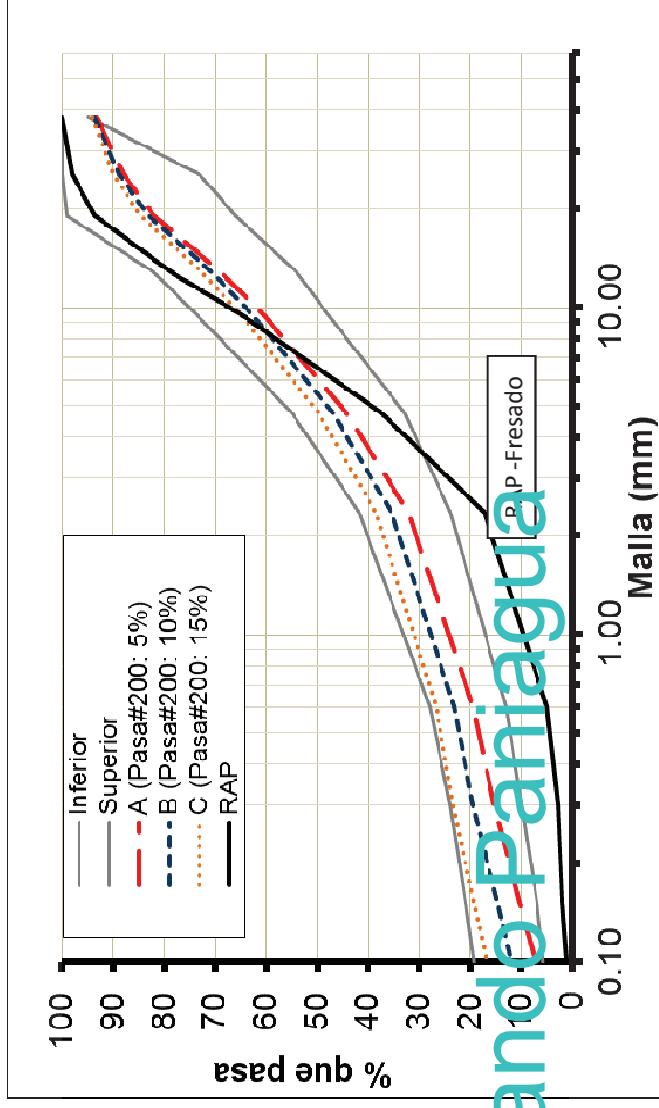
Materiales y Métodos



6 cm: CA

14 cm: BG

Simulación



Esesor	Densidad	Aporte en Peso	Aporte en %
Carpeta Asfáltica CA: 6 cm	2300 kg/m ³	138 kg/m ²	32%
Base Granular BG: 14 cm	2100 kg/m ³	294 kg/m ²	68%
		432 kg/m ²	

Fernando Paniagua

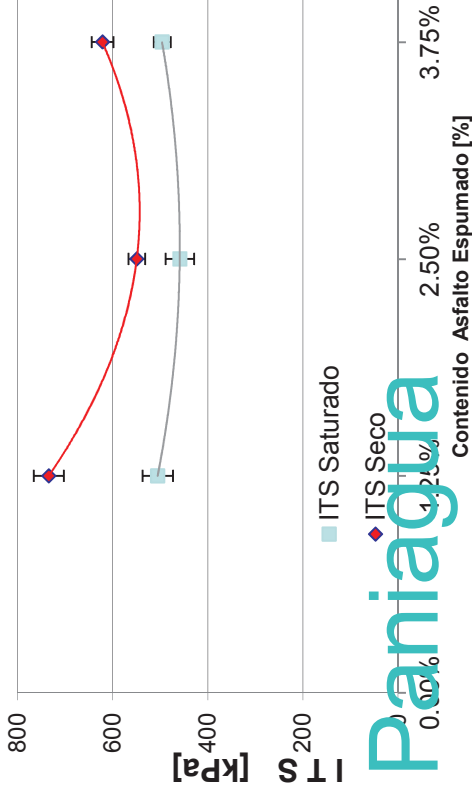
TRADICIONALES

ITS (Tracción Indirecta)

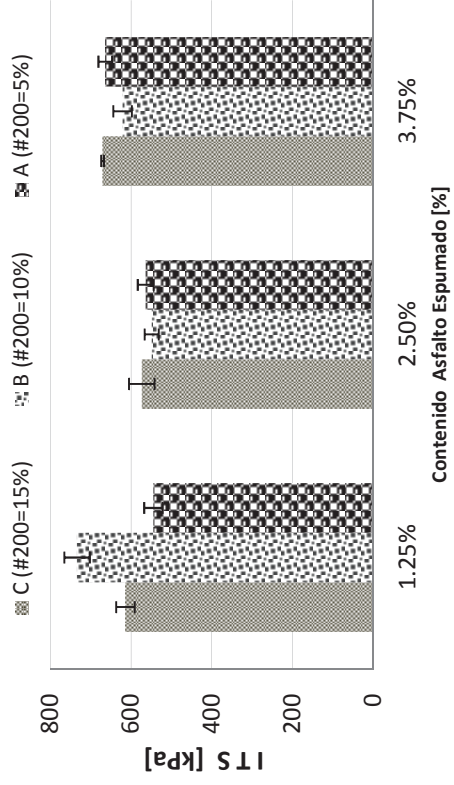


Fernando Paniagua

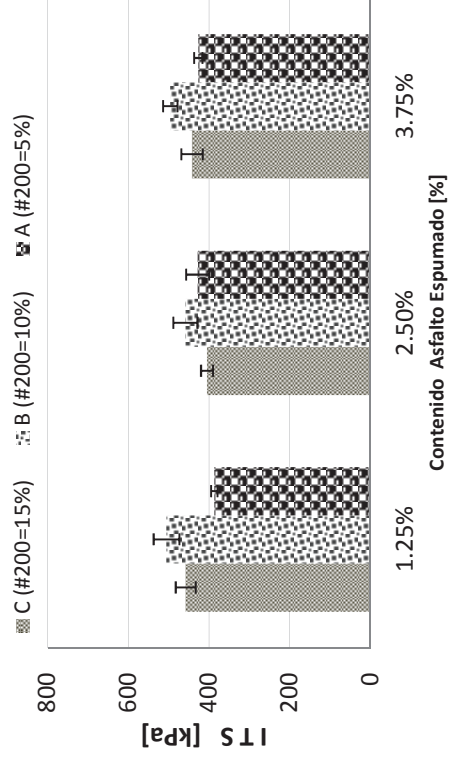
Granulometría B: Seco vs Saturado
(Pasante #200: 10%)



SECO



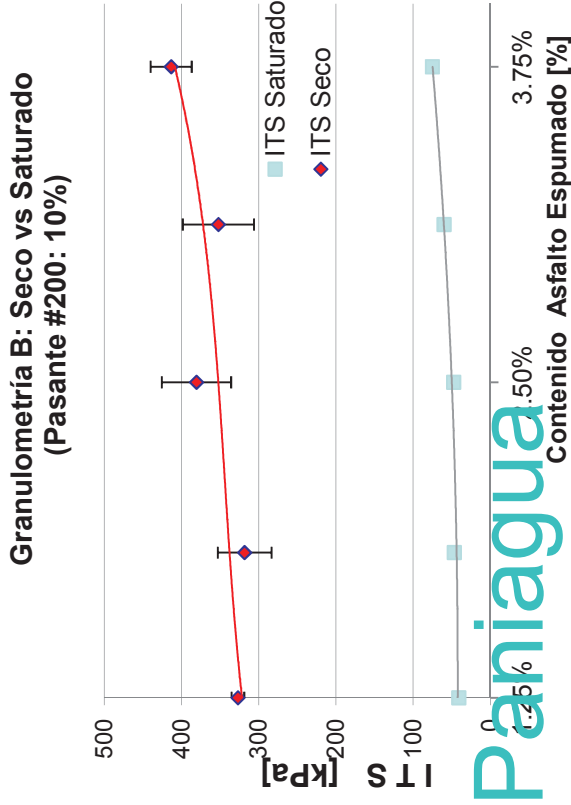
SATURADO



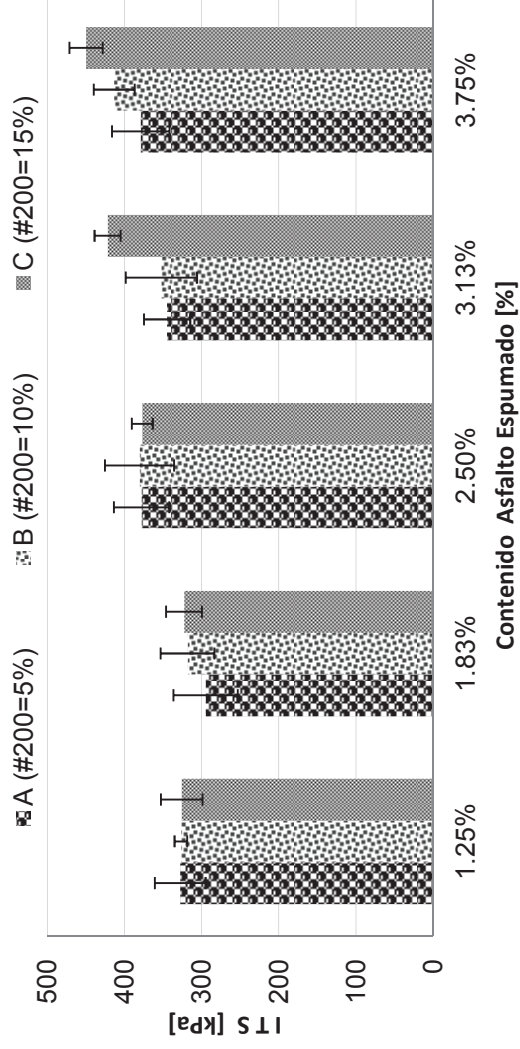
TRADICIONALES

ITS (Tracción Indirecta) - Mezclas "solo AE"

- A mayor contenido de "AE", mayor ITS
- Fuertemente perjudicadas por el agua (condición saturada)

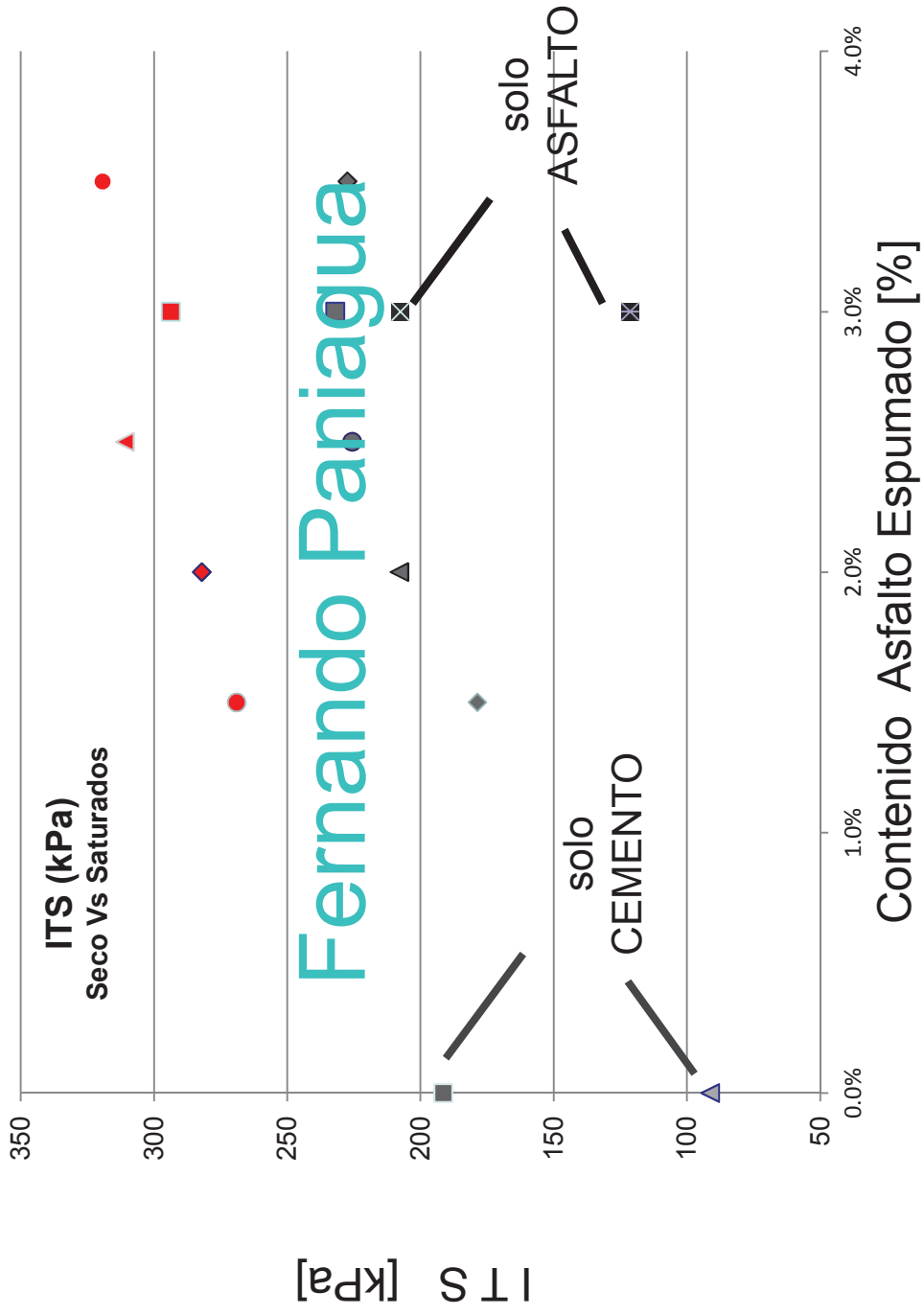


ITS vs Granulometría. SECO, "solo AE"



- A mayor contenido de finos (Pasante #200), mayor ITS)
- Necesidad de uso del Cemento

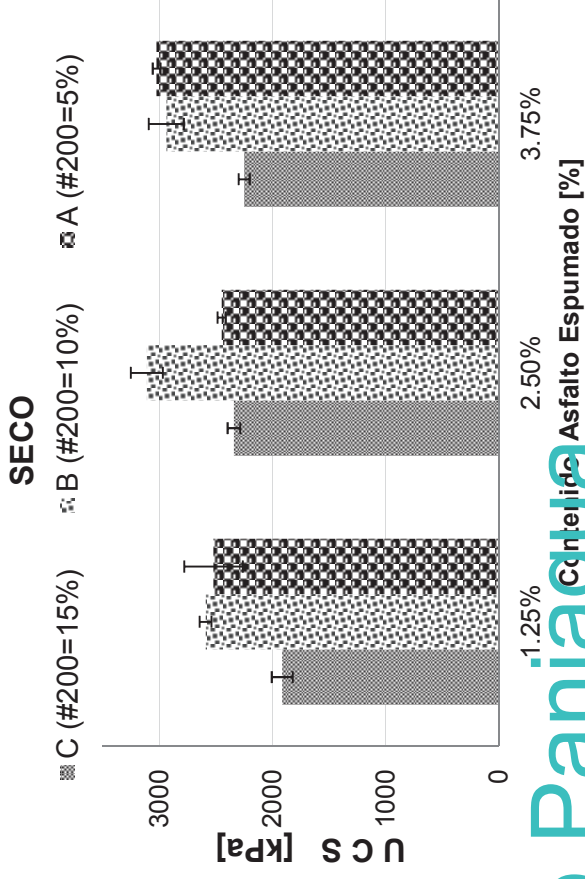
TRADICIONALES ITS (Tracción Indirecta) – Típico Diseño de mezcla



TRADICIONALES

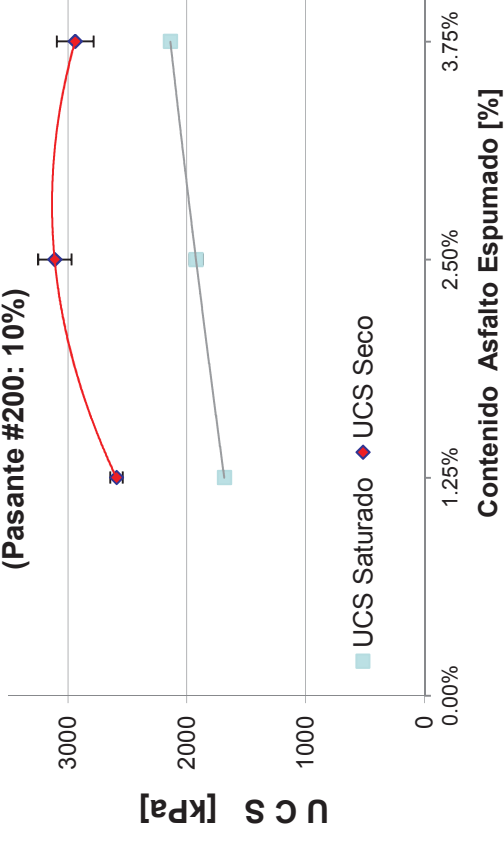
UCS

(Compresión Simple No Confinada)



Fernando Paniagua

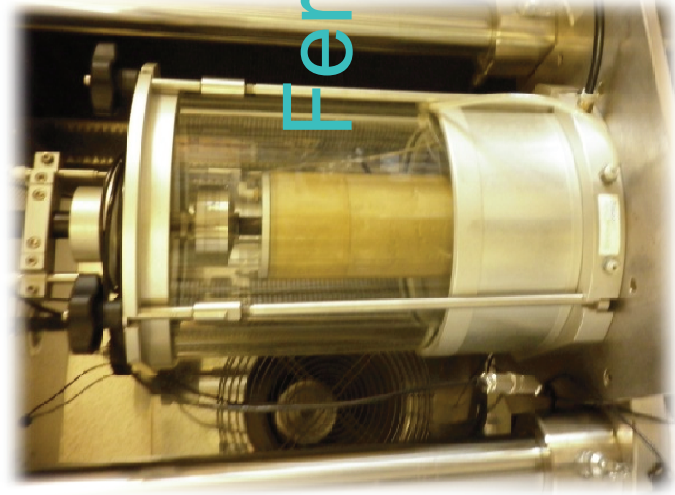
Granulometría B
(Pasante #200: 10%)



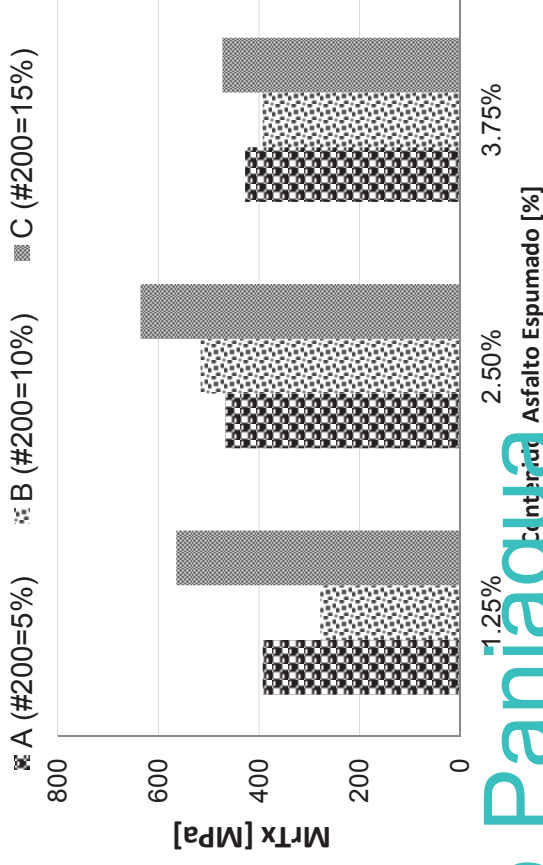
NO TRADICIONALES

MrTx

(Módulo Resiliente Triaxial)

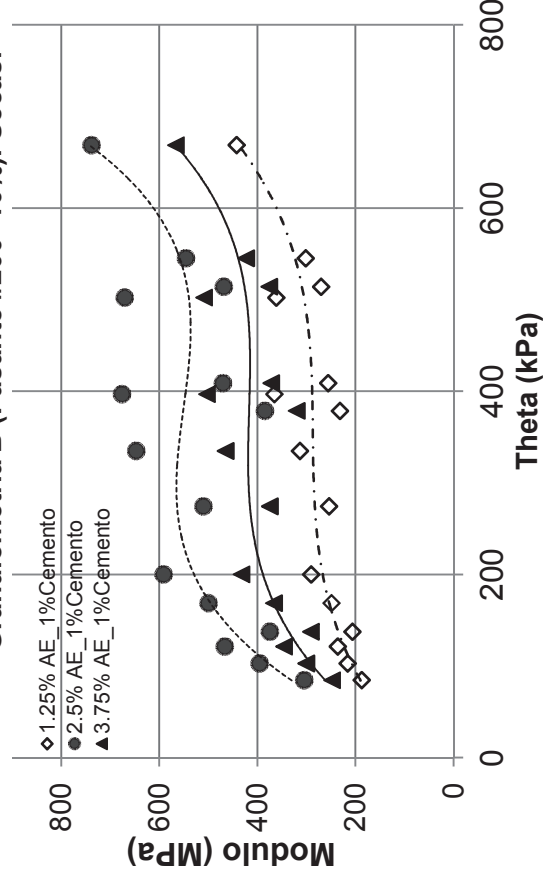


SECO



Fernando Paniagua

Granulometría B (Pasante #200=10%). Secas.



AASHTO T307-99 (Base or Subbase Material)

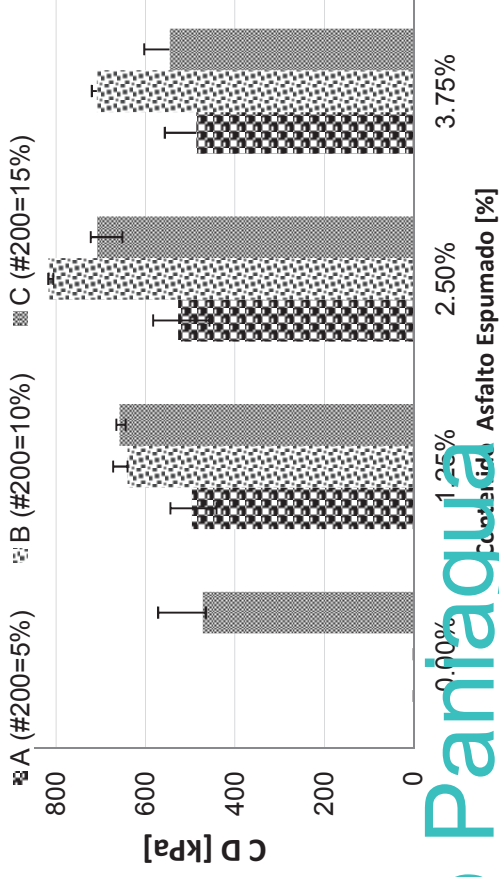
NO TRADICIONALES

C D (Corte Directo)

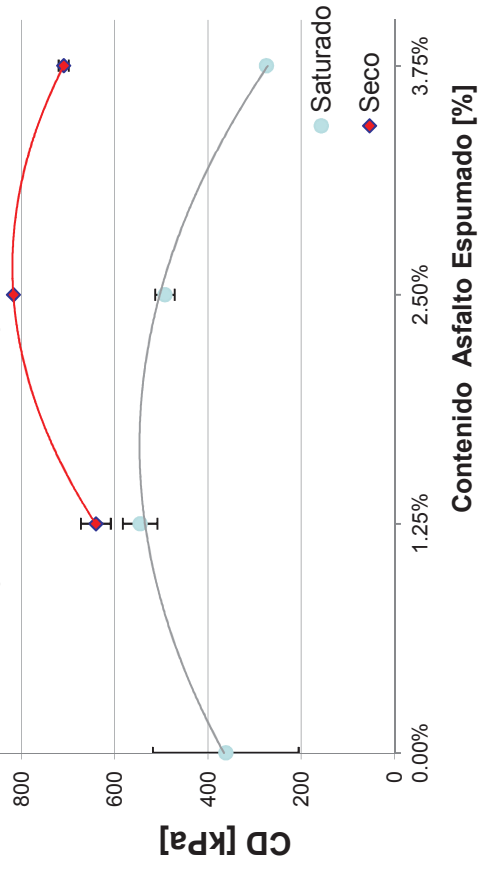


Mezcla cortada en el Tamiz 3/8" (9.52mm)

C D vs Granulometría. SECO



Granulometría B
(Pasante #200: 10%)

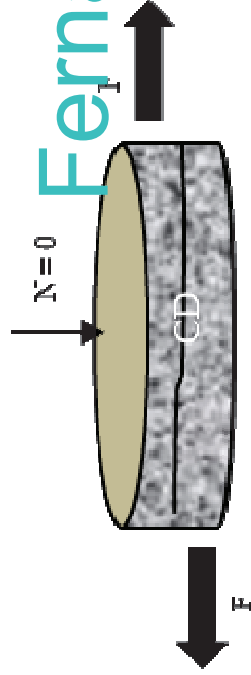


Fernando Paniagua

NO TRADICIONALES

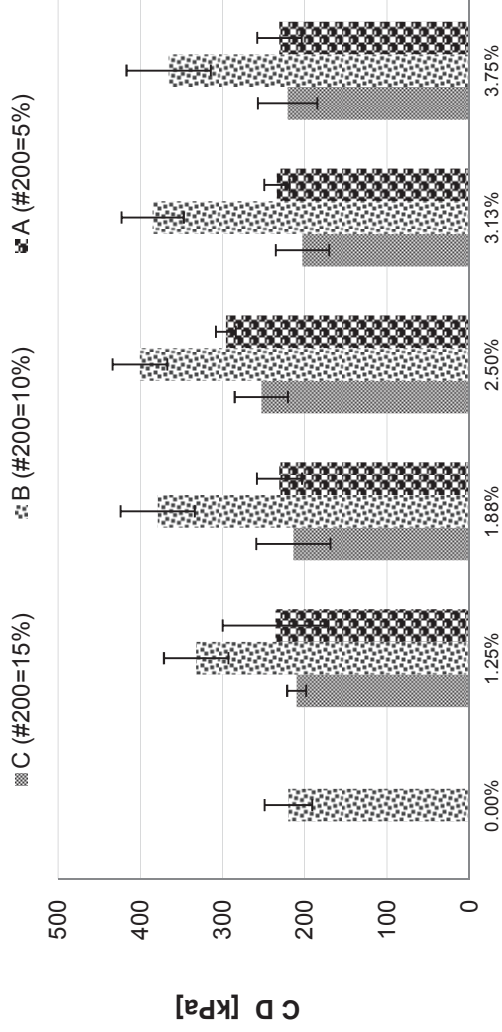
C D (Corte Directo)

Mezclas
"solo AE"

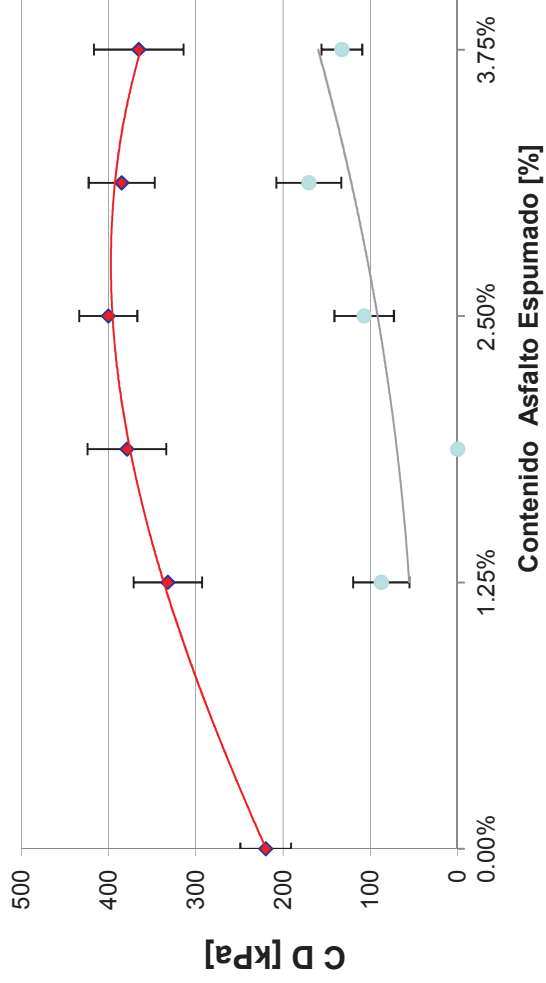


Matriz fina

SECO

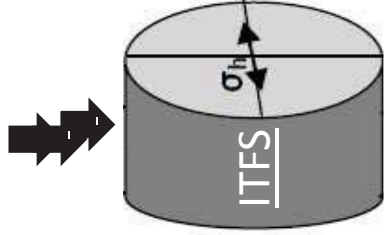


Gravulometría B: Seco vs Saturado
(Pasante #200: 10%)



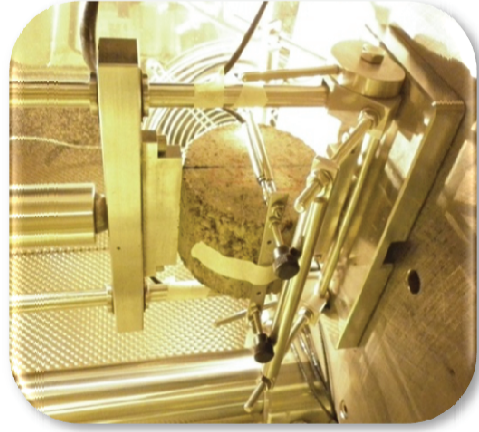
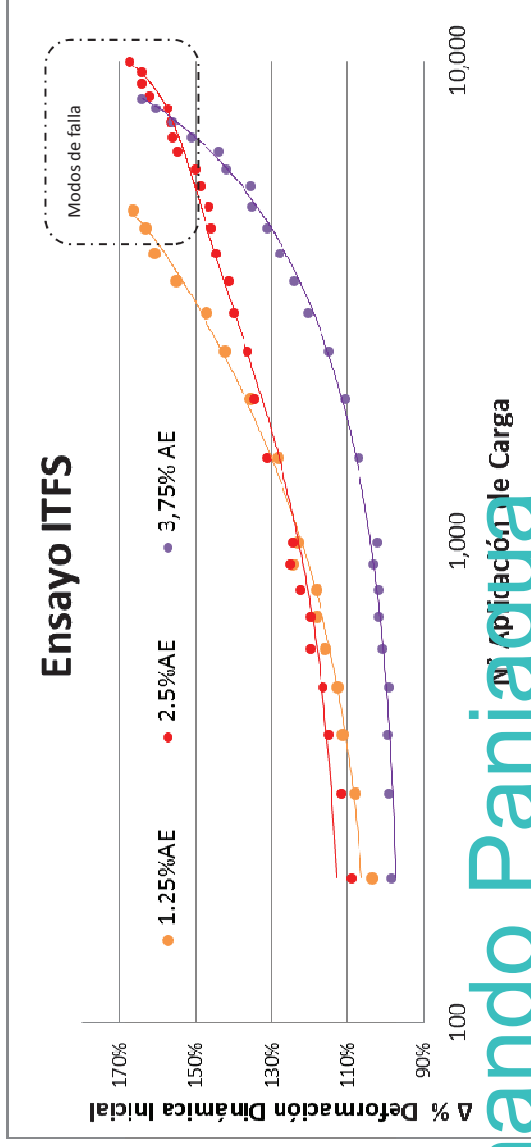
NO TRADICIONALES

ITFS (Fatiga por Tracción Indirecta)



Tension Control: $\sigma_a = 200 \text{ MPa}$

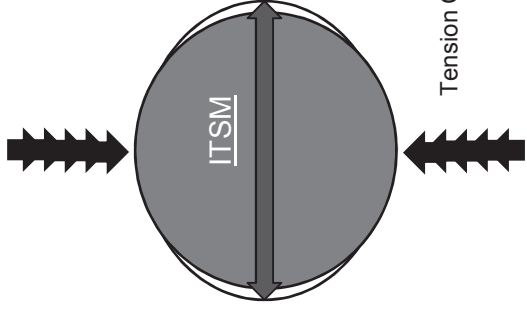
Fernando Paniagua
Módulo de Aplicación de Carga



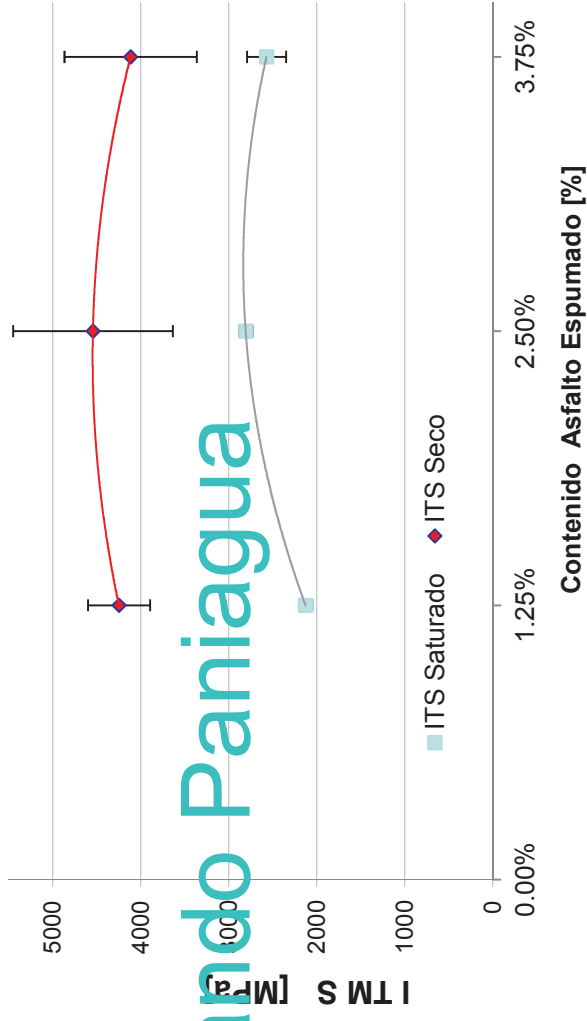
% AE	Nº Ciclos Promedio	Des. Standar	Variabilidad	ITFT Referencial
1.25	5,375	436	8%	57%
2.5	9,455	2,314	24%	100%
3.75	7,775	1,957	25%	82%

NO TRADICIONALES

ITSM (Modulo Elástico o Dinámico por Tracción Indirecta)



Granulometría B: Seco vs Saturado
(Pasante #200: 10%)



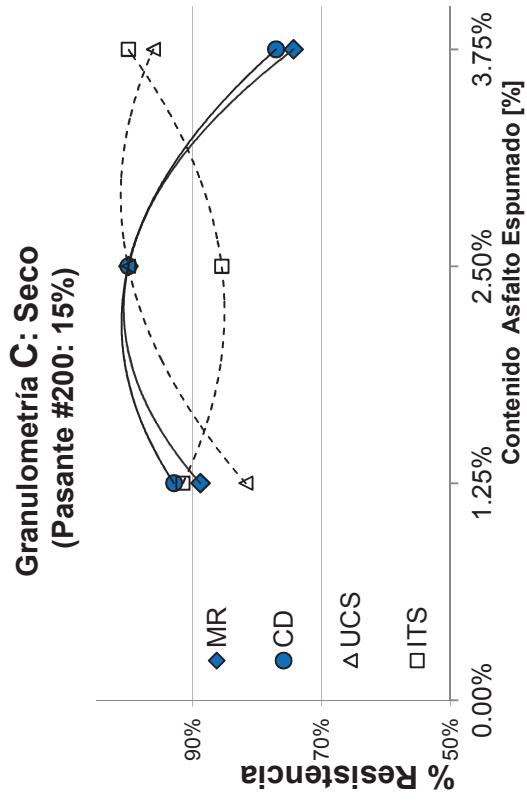
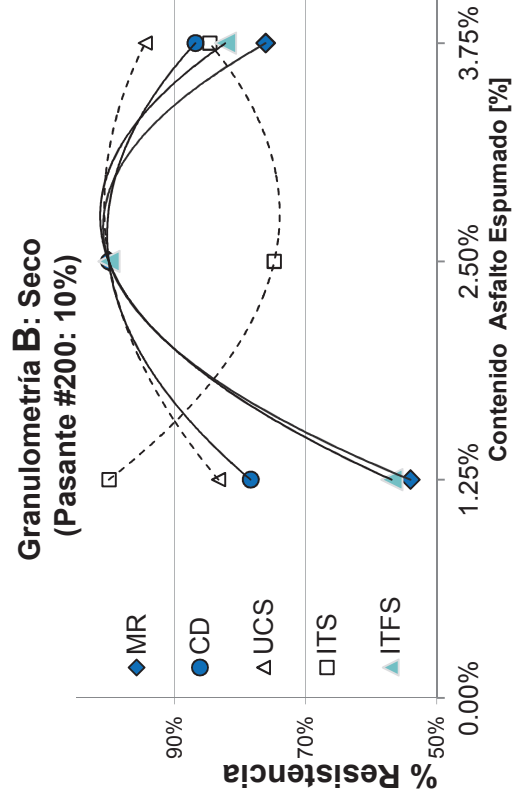
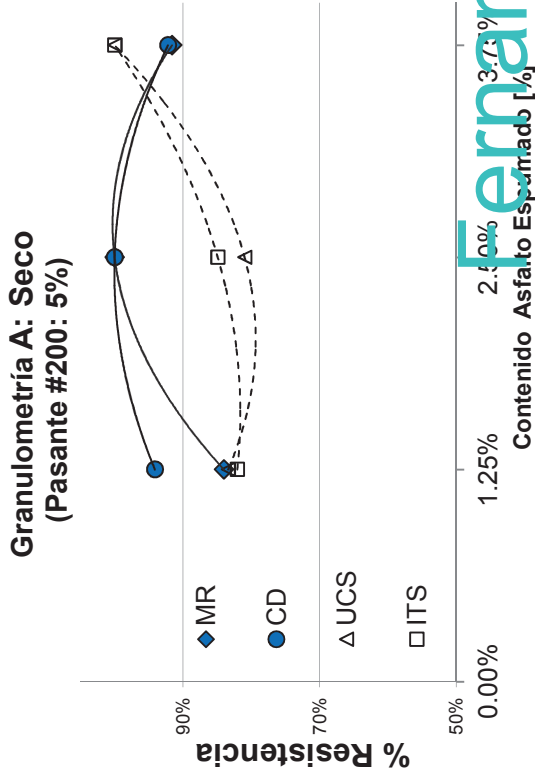
Fernando Paniagua

Resultados de Laboratorio

Resumen de Ensayos realizados

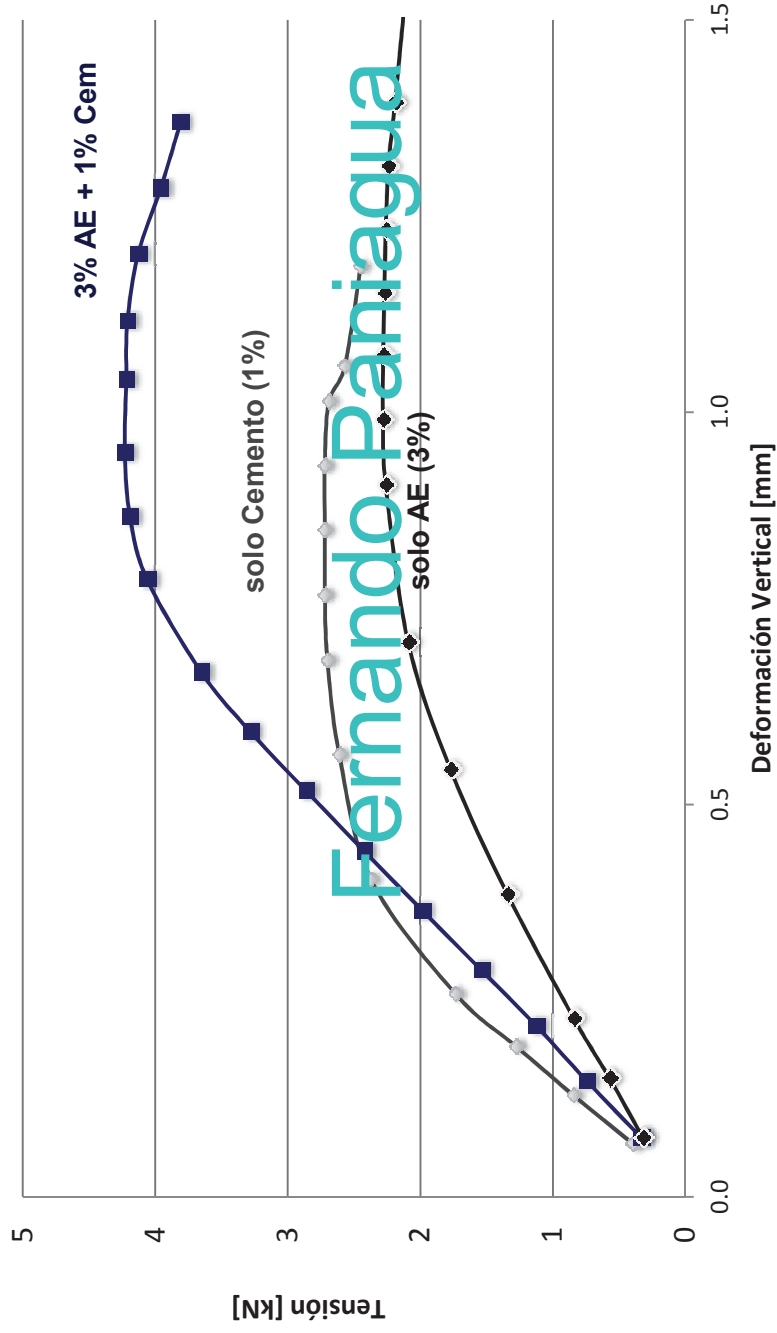


Fernando Paniagua



Discusión

Carga vs. Deformación ENSAYO ITS



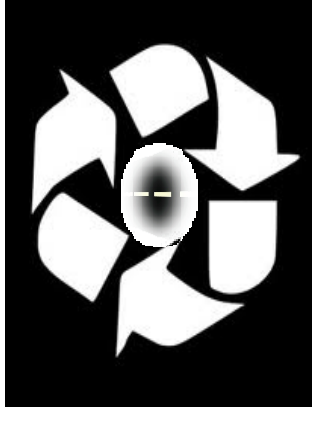
± Asalto

± Filler

$A_1 + A_2 \neq A$

Recomendaciones para su uso en Paraguay

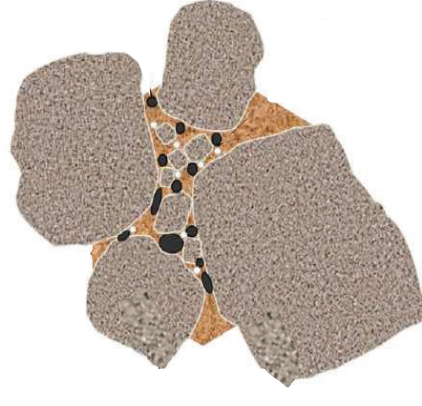
- ❖ **Reciclar pavimentos** debe incentivarse
 - Partiendo de una Valoración ambiental y Beneficio en Costo Social
 - Motivarse al contratista y posterior imposición progresiva



Fernando Paniagua

Aplica la técnica de reciclaje cuando las 3 etapas principales:

- diseño de mezclas (dosificación),
- control de calidad en la construcción y
- desempeño en terreno



- ❖ No Aplicar la técnica si no se dispone de una **buena evaluación del pavimento deteriorado**:
 - Considerar la variabilidad del material
 - Regirse al rango de aplicación (granulometrías, % finos, etc)

CONCLUSIONES

- Se demostró que los ensayos tradicionales (únicamente) no precisos en la determinación de contenidos óptimos de AE. Sin embargo, los mismos definen ciertas propiedades en estos materiales (ej.: calidad granulométrica o susceptibilidad al agua).
- Ensayos complementarios (CD, ITFS o ITMS) marcaron mejores tendencias que los ensayos tradicionales, no así el ensayo de Mr. Estos reconocen mejor el aporte del AE.

Fernando Panagua





CONCLUSIONES

Fernando Paniagua

- El ensayo de CD, nuevo para estos materiales evalúa principalmente al mastic y las tendencias obtenidas son una buena referencia de la propiedad de cohesión que aportan los estabilizadores. *
- Pruebas ITFS (Fatiga) e ITSM (Modulo) que someten al material a cargas repetidas y deformación controlada, pueden ser considerados con los mejores ensayos mecánicos en evaluar el contenido de AE. **

Fernando Paniagua

rpaniagua@uc.cl



GRACIAS Fernando Paniagua