



COMISIÓN PERMANENTE
DEL ASFALTO



DVP
DIRECCION DE VIALIDAD PROVINCIAL
PROVINCIA DEL CHACO

TALLER

MEZCLAS ASFÁLTICAS

*Agregados pétreos y
proceso de elaboración*





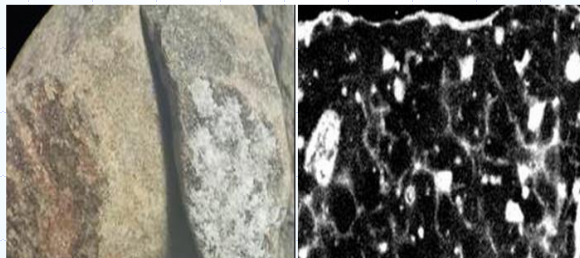
DVP
DIRECCION DE VIALIDAD PROVINCIAL
PROVINCIA DEL CHACO



COMISIÓN PERMANENTE
DEL ASFALTO

Taller de Mezclas asfálticas mezclas asfálticas. Agregados pétreos y proceso de elaboración

ENFOQUE SOBRE ELECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS PÉTREOS



Dr. Ing. Hugo Daniel Bianchetto

Resistencia, Chaco, 9 de agosto de 2022



Entonces... ¿cuál es tu profesión?

Soy ingeniero







5 5'94

Proporción de agregados pétreos sobre el total de materiales viales:

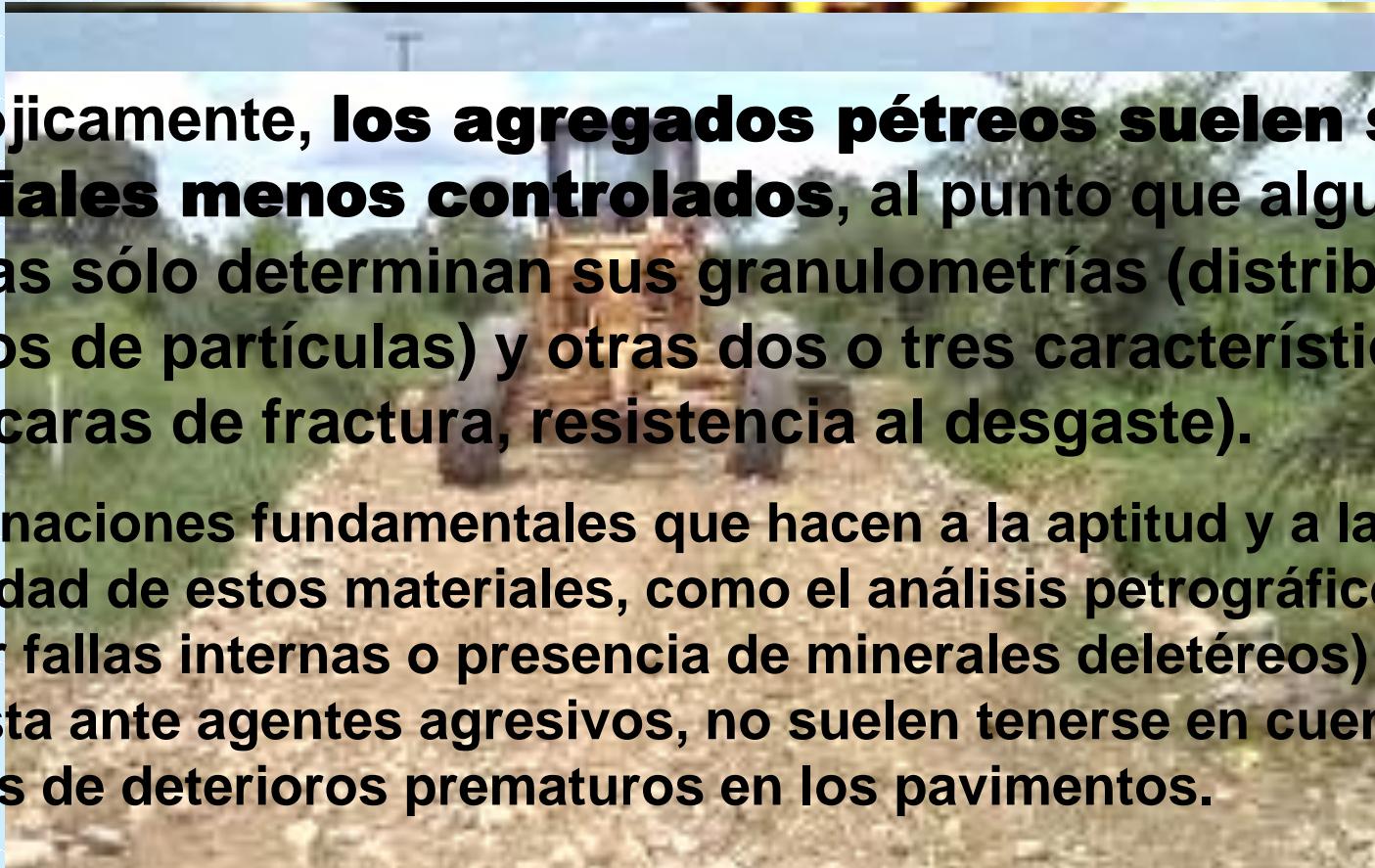
Mezclas asfálticas: 90-95% en peso; ~80% en volumen

Hormigones de pavimento: ~75% en peso

Estabilizados granulares: 50-90% en peso (Pedraplenes: 100%)

Paradójicamente, los agregados pétreos suelen ser los materiales menos controlados, al punto que algunas canteras sólo determinan sus granulometrías (distribución de tamaños de partículas) y otras dos o tres características (lajas, caras de fractura, resistencia al desgaste).

Determinaciones fundamentales que hacen a la aptitud y a la durabilidad de estos materiales, como el análisis petrográfico (para detectar fallas internas o presencia de minerales deletéreos) y la respuesta ante agentes agresivos, no suelen tenerse en cuenta y son causales de deterioros prematuros en los pavimentos.



Contenido

1. Generalidades sobre agregados pétreos

1. Aspectos más relevantes de la caracterización de los agregados para obras viales
1. Criterios especiales de selección y control de calidad de agregados pétreos para pavimentos asfálticos. Especificaciones Técnicas DNV 2017

***"Ante una patología,
primero
que los ingenieros miren
si hay deformaciones;
si no las hay, llamar a los
químicos a ver si son
los cloruros o la
carbonatación;
y si no lo son,
que Dios nos encuentre a
todos confesados
porque son los áridos"
(Eduardo Torroja)***



Eduardo Torroja Miret

**Ingeniero de caminos, profesor,
constructor e investigador español
(1899-1961)**

Clasificación Agregados

◆ Naturales seleccionados:

◆ Gruesos: cantos rodados

◆ Finos: arenas (río, playa de mar, médano)
granulado volcánico



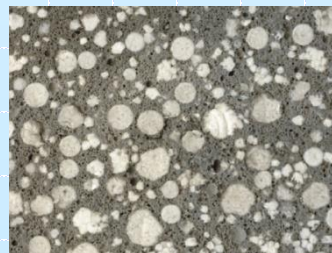
◆ Naturales triturados:

◆ Gruesos: piedra partida
mineral de hierro

◆ Finos: arena de trituración



◆ Artificiales: Arcilla expandida
Poliestireno expandido
Cascotes, escoria, perlita exp.



PRODUCCIÓN DE AGREGADOS



DEFINICIONES

- ◆Yacimiento es el lugar donde se encuentra ubicado un recurso natural mineral; p. ej., en el caso de los agregados para pavimentos, puede ser granito, basalto, cantos rodados
- ◆Cantera es el lugar de extracción o explotación de estos recursos a cielo abierto

Sistema Integrado de Calidad



Operaciones básicas de **extracción** en canteras de agregados de trituración

- ◆ Desmonte del recubrimiento y preparación del frente
- ◆ Fragmentación primaria (arranque).
 - * Por voladura con explosivos.
 - * Por ripado.
- ◆ Fragmentación secundaria y carga.
- ◆ Transporte a la planta de tratamiento.



**Canteras de basalto en Corrientes
(Argentina)**



Cantera de basalto en el País Vasco



Cantera de nefelinitas en Paraguay

Cantera de áridos graníticos en Buenos Aires

Sierras de Tandilia

Balcarce



Tandil



Sierras Bayas (Olavarría)¹⁵



7 9 2004

Explotación de graveras



Explotación de agregados naturales de río

Etapas del proceso de **producción** en planta

Alimentación

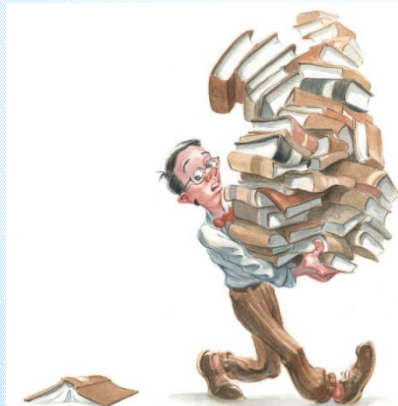
Trituración

Clasificación

Lavado

Transporte interno

Acopio y despacho

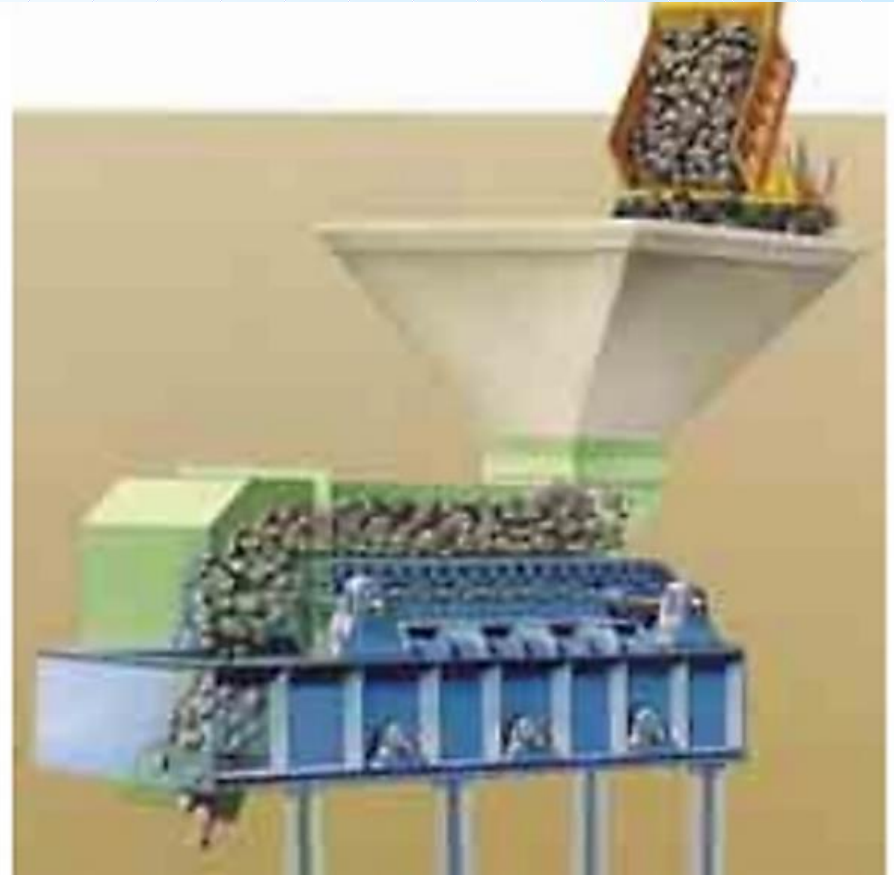


Alimentación

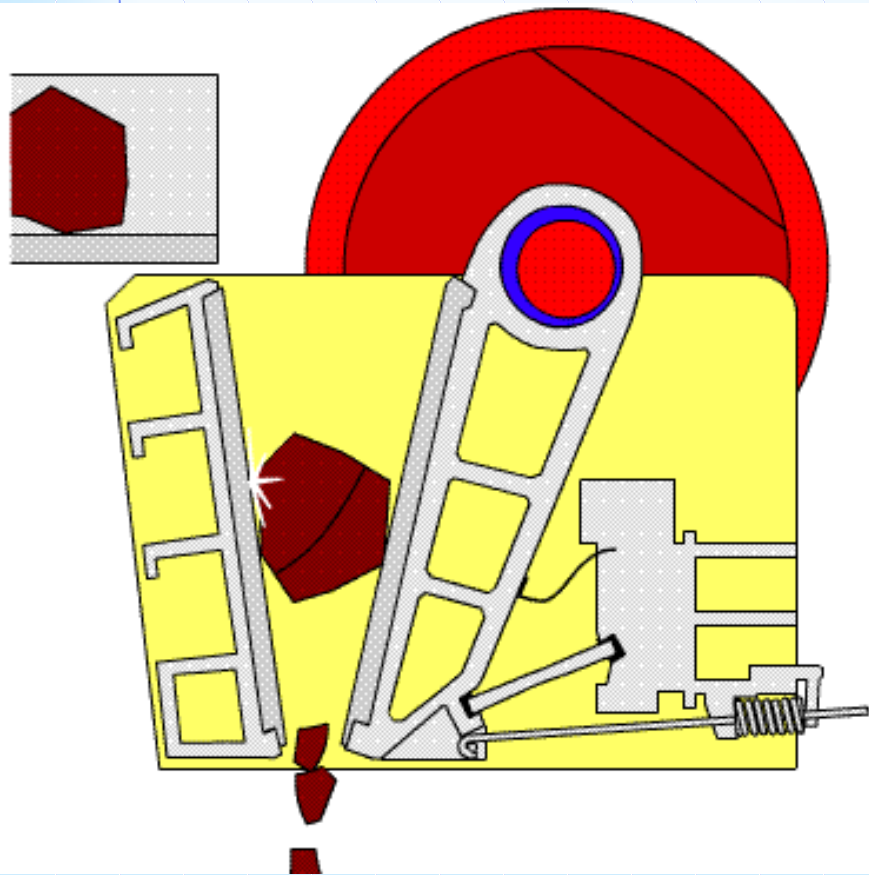
Los áridos provenientes de la explotación, fragmentados o no, llegan a la planta por camión o por cintas transportadoras.

Ese “todo-uno” que se recibe en la planta de tratamiento se procesará por medio de operaciones sucesivas.

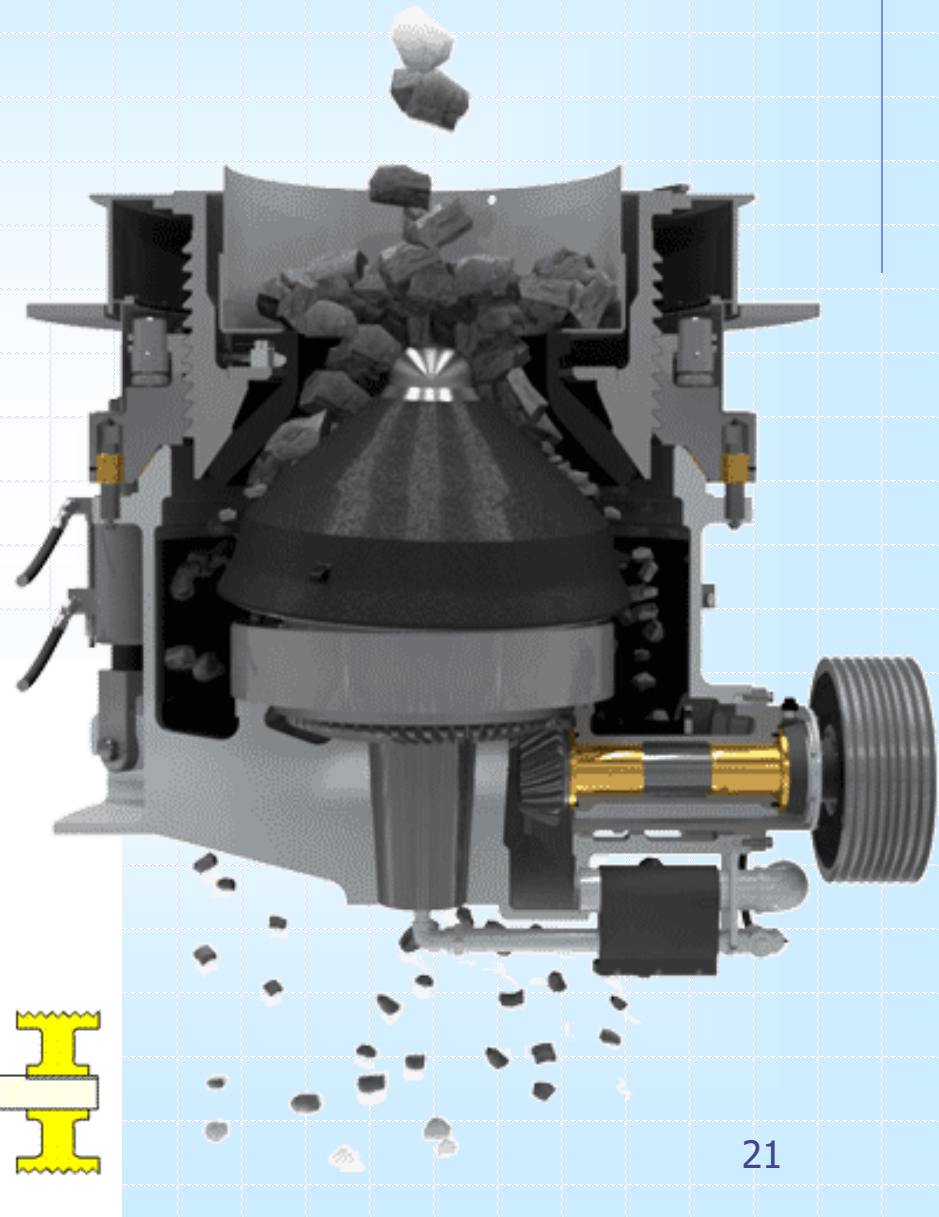
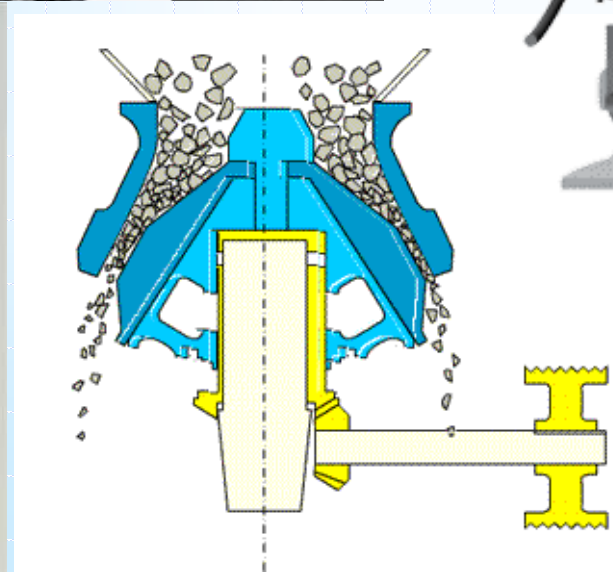
Alimentador de placas



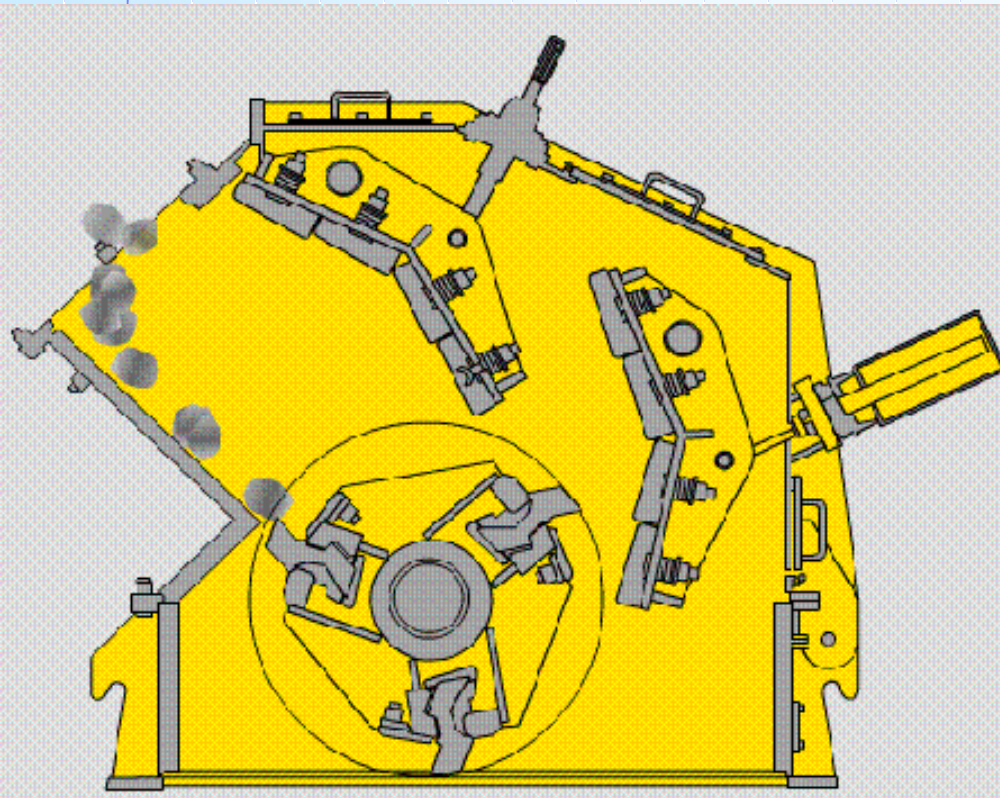
Maquina de Trituración de Mandíbulas (Jaw Crusher)



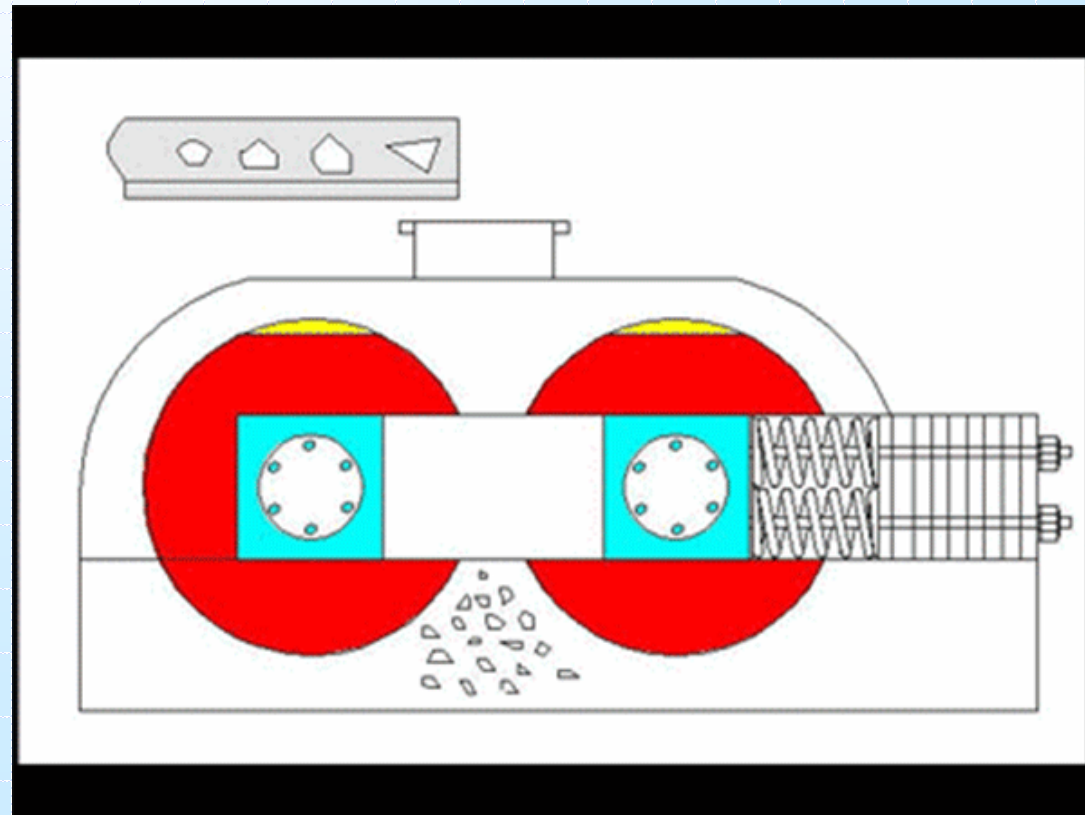
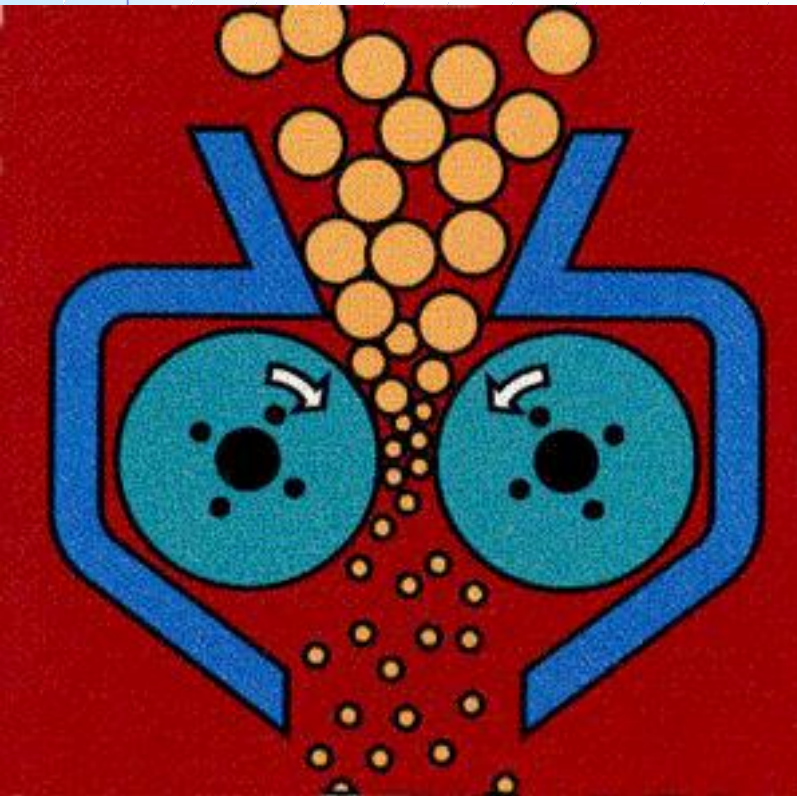
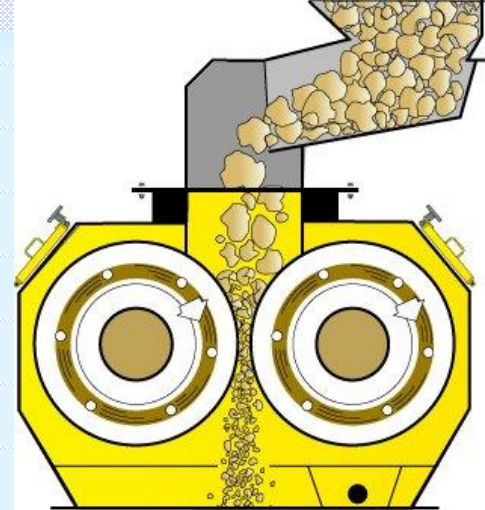
Maquina de Trituración de Cono (Cone Crusher)



Maquina de Trituración de martillos o de impacto



Maquina de Trituración De Cilindros



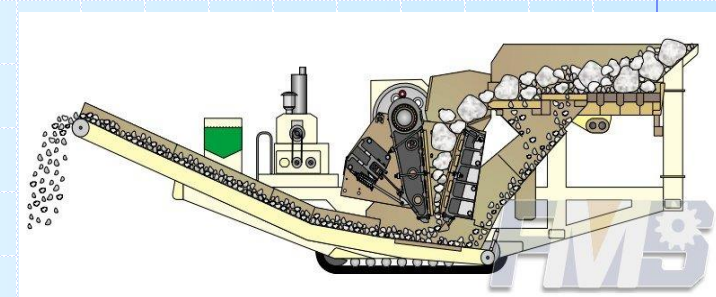
Plantas Móviles de Trituración

El esquema de una planta de trituración móvil está compuesto por:

Un alimentador

Una trituradora primaria, en general de mandíbula.

Un sistema de trituración secundario, compuesto por trituradoras de cono.



Cribado

Selección de tamaños de partículas separando por mallas. Cribas fijas y cribas móviles. Cribas con lavado integrado.



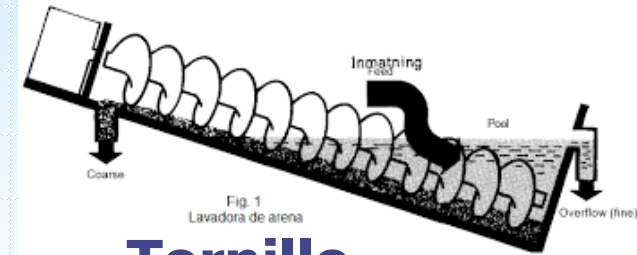
Cribas con lavado integrado
("Cribado en húmedo")



Lavado de agregados

Lavado directo en cribas con chorros de agua; lavadores de piedra (a paletas); tornillos lavadores (materiales finos); tromeles (tambores giratorios); rueda de cangilones

Noria de cangilones



Tornillo



Hidrociclón



Transportación interna



Almacenamiento y Comercialización de Agregados



Despacho



Contenido

1. Generalidades sobre agregados pétreos

1. Aspectos más relevantes de la caracterización de los agregados para obras viales

1. Criterios especiales de selección y control de calidad de agregados pétreos para pavimentos asfálticos. Especificaciones Técnicas DNV 2017

Incidencia del proceso de trituración en la calidad de los agregados

Propiedades más relevantes

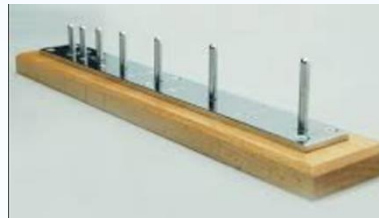
1. Tamaño máximo y Granulometría

Trituradoras
Cribas



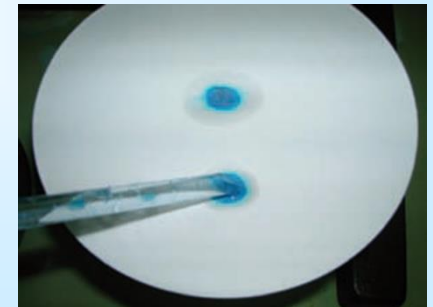
2. Forma (angularidad; lajas-"agujas"/cubicidad)

Trituradoras



3. Limpieza

Cribas
Equipos de lavado



En ciertas aplicaciones, también se ve influenciada la resistencia mecánica, al desgaste, a los sulfatos y a las heladas

Rocas más utilizadas en pavimentación

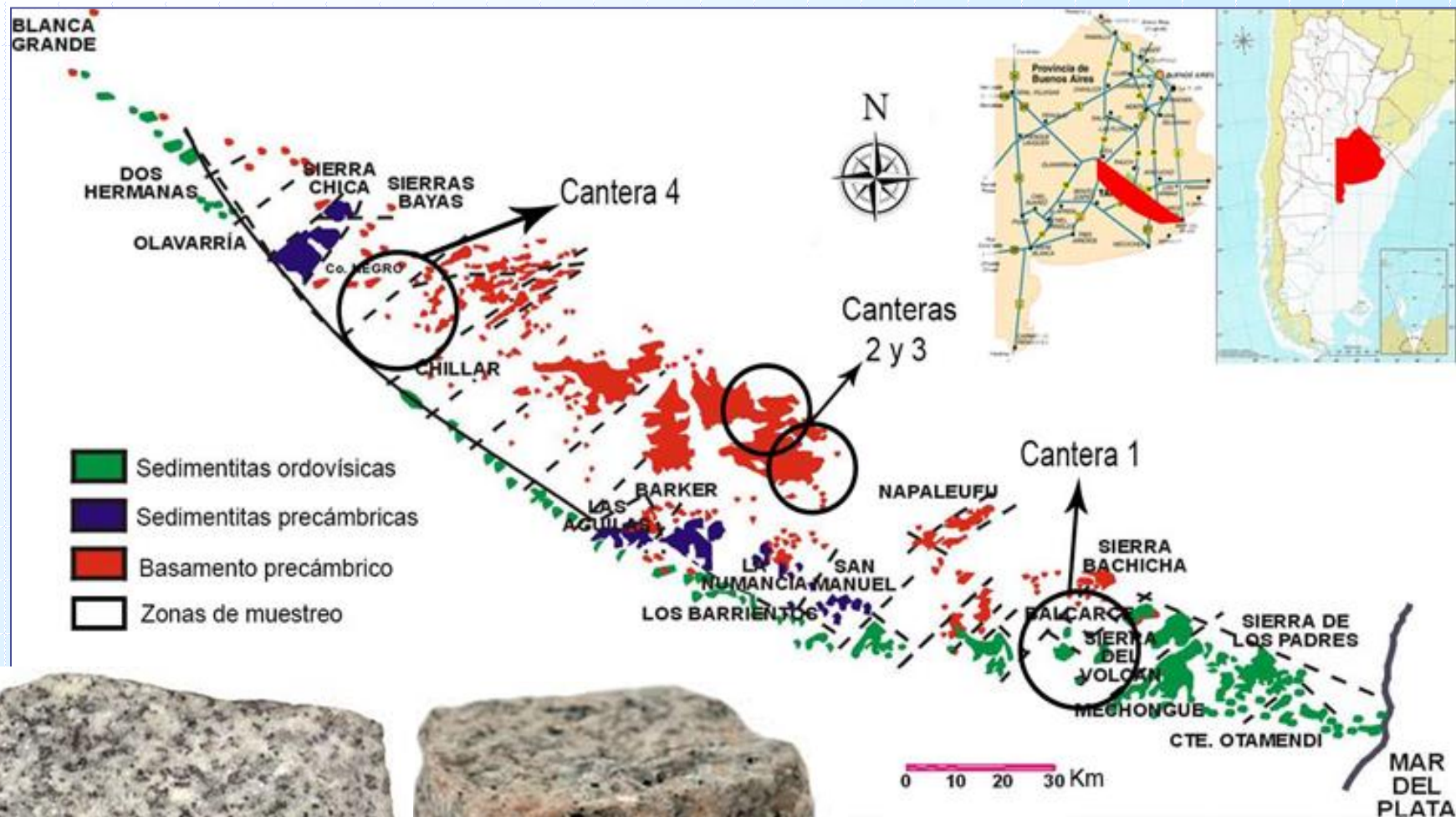
- Granitos
- Basaltos
- Cuarcitas
- Areniscas silíceas
- Cantos rodados

Minerales constituyentes de las rocas



- Minerales de sílice
- Minerales de alúmina
- Minerales ferromagnésicos
- Carbonatos y sulfatos

GRANITOS




Rocas de las sierras de Tandil




Ígneas y metamórficas del basamento cristalino de las sierras de Tandil poseen una manifiesta heterogeneidad. Son del tipo gneis y migmatitas, afectadas por diversas intrusiones de naturaleza granítica y granodiorítica

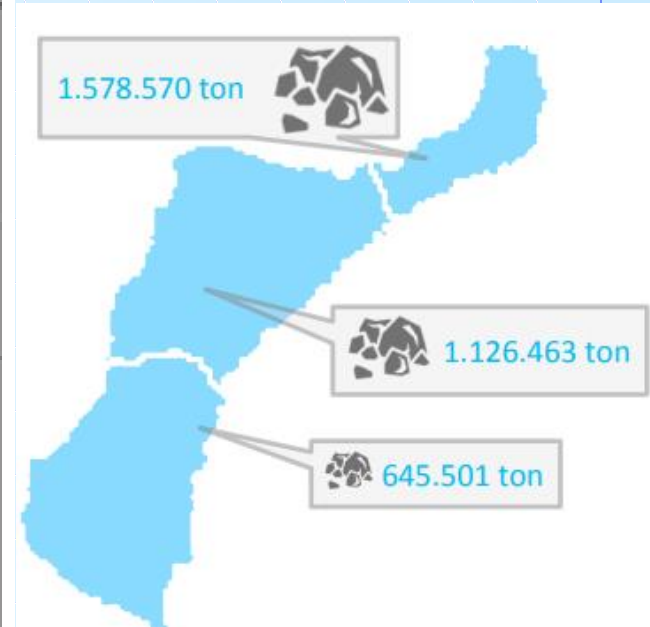
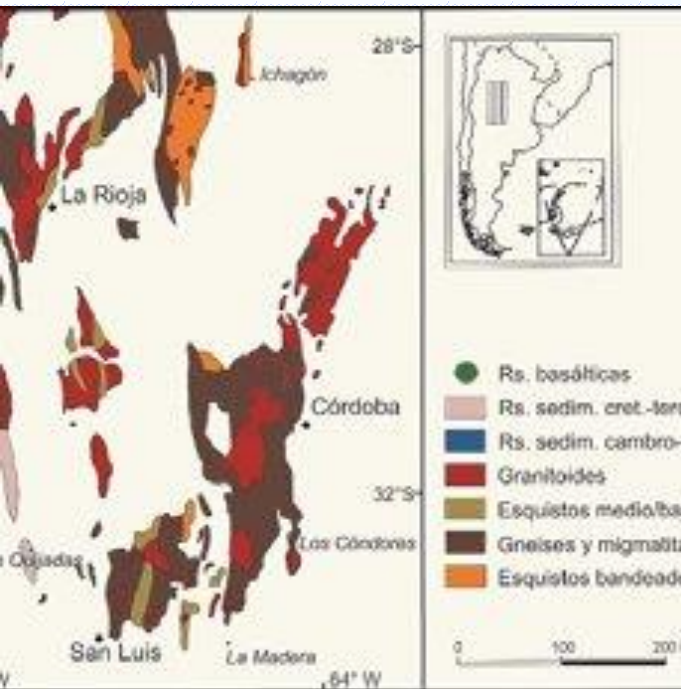
Árido granítico “rojo”.

<div>Muestra</div> <div></div>	Cuarzo	Feldespatopotásico	Plagioclasa	Otros	Clasificación
	%	%	%	%	
Granito rojo	43.3	41	10.7	5	Granito Feldespático

Árido granítico “gris”

<div>Muestra</div> <div></div>	Cuarzo	Feldespatopotásico	Plagioclasa	Otros	Clasificación
	%	%	%	%	
Granito gris	49.3	39.3	7.0	4.4	Granito Cuarzo-Feldespático

BASALTOS



Las rocas basálticas son de origen ígneo-volcánico. En varias canteras del país se explotan **nefelinitas** (y se comercializan como rocas “de tipo basáltico”), que son también rocas ígneas a las que se denominan “basaltos alcalinos”.

Existen otras rocas similares y a menudo emparentadas con los basaltos, como **diabasa**, **gabro** y **andesita**.

CUARCITAS

Las areniscas o arenitas cuarzosas, denominadas en términos generales como cuarcitas, poseen cuarzo de diverso origen: ígneo plutónico, volcánico, metamórfico, sedimentario



Cantera en Mar del Plata



**Piedra partida
cuarcítica**



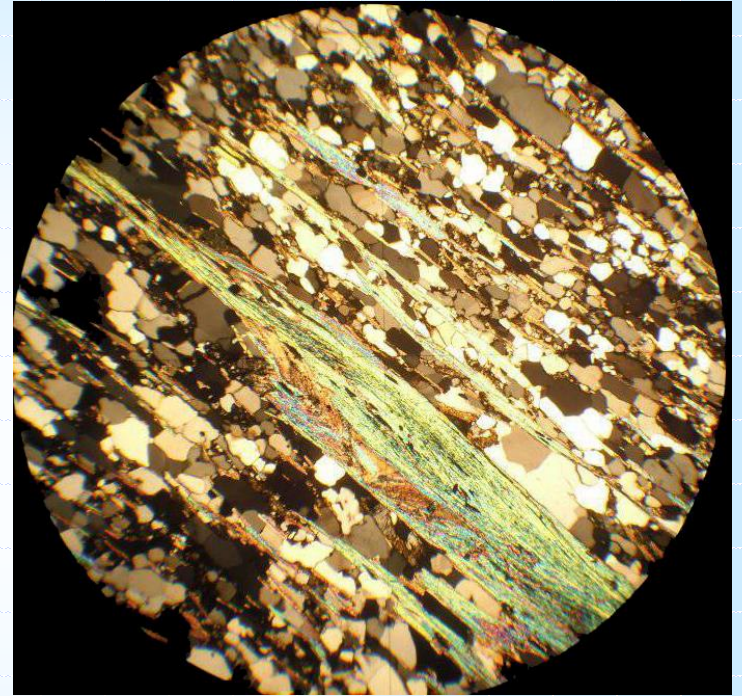
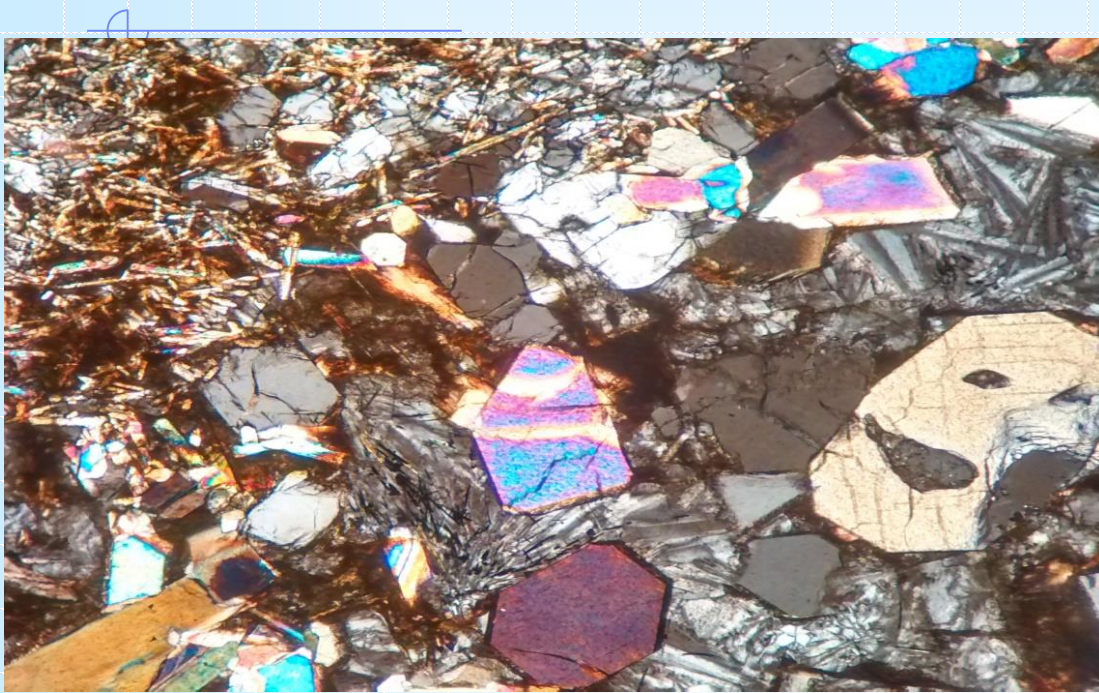
CANTOS RODADOS

Los cantos rodados son rocas o trozos de rocas sueltos, más o menos redondeados, de tonalidades y superficies suaves. Son el producto de procesos geológicos externos, por erosión debido a transporte (generalmente fluvial) de rocas ígneas. Es común en los ríos y sus márgenes



ANÁLISIS PETROGRÁFICO: VISTAS AL MICROSCOPIO

Debilidades estructurales



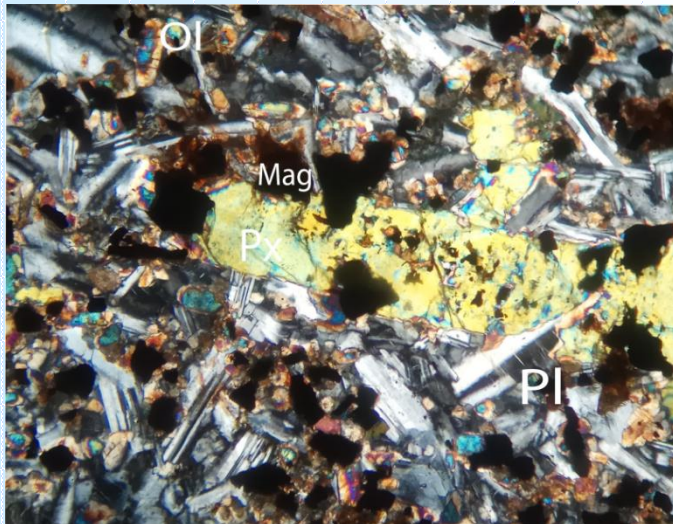
ANÁLISIS PETROGRÁFICO: Agregados basálticos

PROBLEMAS EN ESCALA MICROSCÓPICA

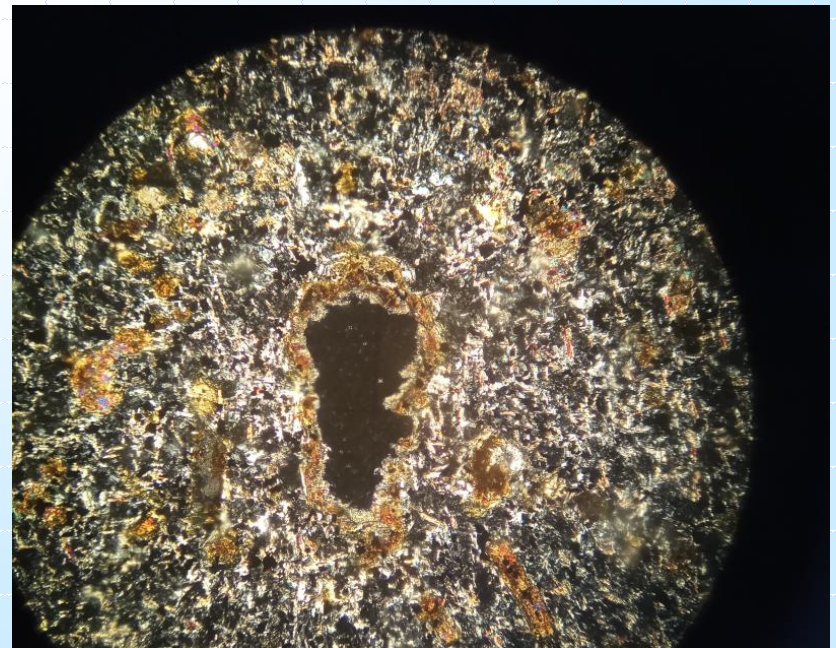


**Minerales hidrolizables alterables.
Alteración de plagioclasas a arcilla**

**Vesículas. Burbujas de aire
o minerales secundarios**

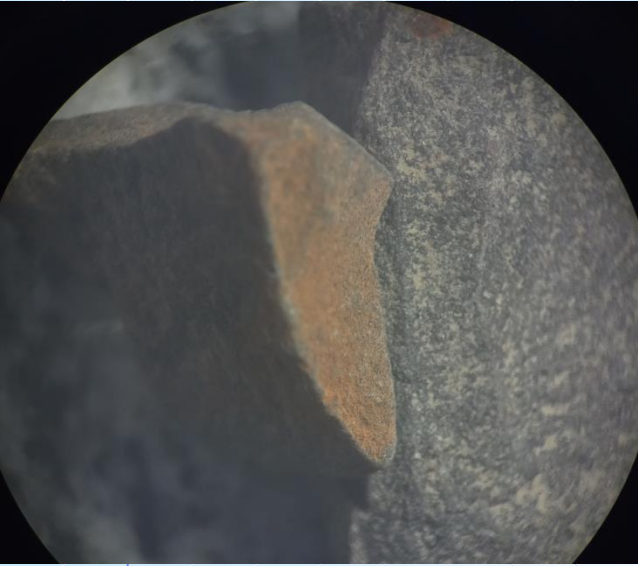


**Cristales de minerales de hierro
fácilmente oxidables**

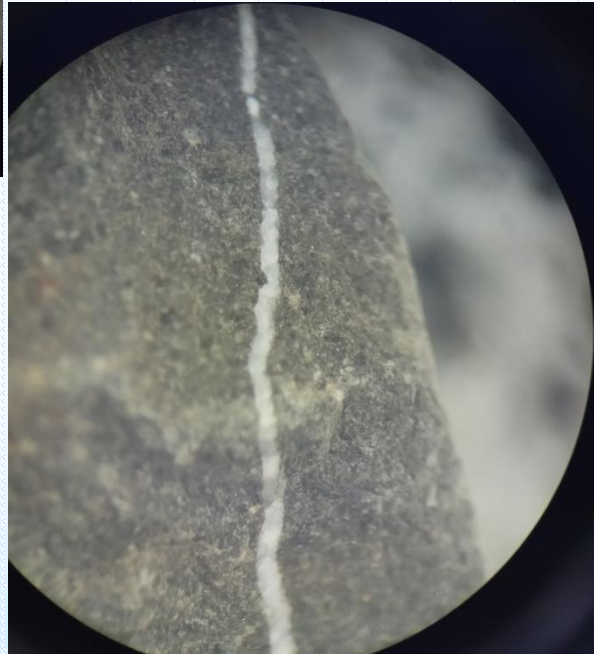


ANÁLISIS PETROGRÁFICO: Agregados basálticos

PROBLEMAS EN ESCALA MESOSCÓPICA (imágenes con lupa binocular)

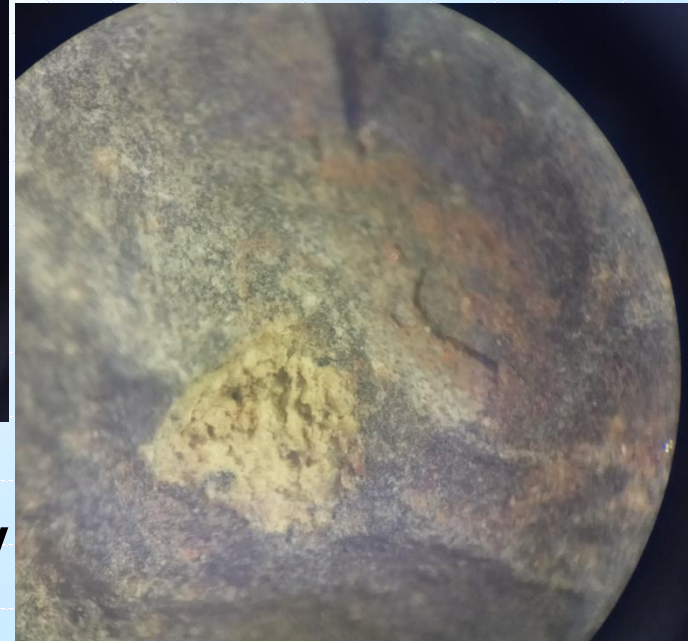


Oxidación de la superficie de la roca (provoca problemas de adherencia con el ligante)



Microfractura rellena (genera planos de debilidad)

Zeolita hidratada. Los minerales hidratables y solubles son débiles y generan oquedades



ANÁLISIS PETROGRÁFICO: Agregados graníticos

PROBLEMAS EN ESCALA MICROSCÓPICA

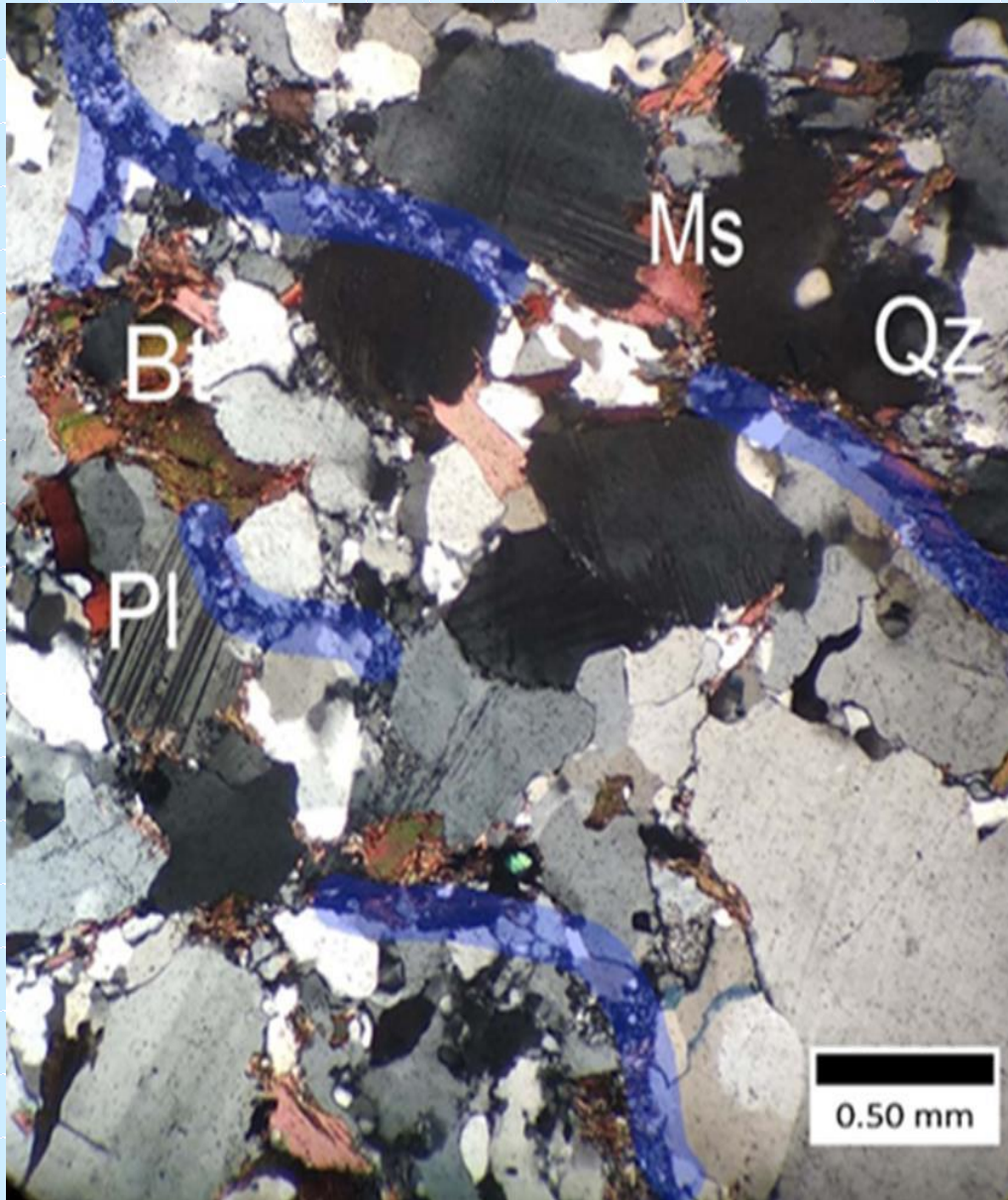


Imagen con microscopio petrográfico de polarización y analizador colocado.

Q: cristales de Cuarzo

Pl: Plagioclasas

Ms: Moscovita

Bt: Biotita

La roca es una tonalita (ígnea plutónica) cohesiva y poco meteorizada, con mínima alteración. Deformación localizada entre cristales pero no muy significativa.

Propiedades de los agregados pétreos

- ◆ **Características mineralógicas**
- ◆ **Limpieza**
- ◆ **Forma**
- ◆ **Textura**
- ◆ **Tamaño, granulometría**
- ◆ **Resistencia mecánica y al desgaste**
- ◆ **Humedad, Absorción, Peso específico**
- ◆ **Adhesividad con los asfaltos**
- ◆ **Adherencia con la pasta de cemento y otros factores que afectan la durabilidad de un hormigón**

Concepto clásico de “durabilidad”

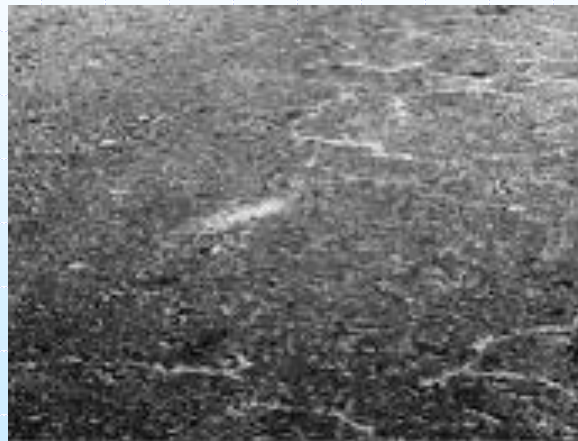
- ◆ *Envejecimiento del ligante debido a la acción conjunta del aire, la temperatura y las radiaciones solares*
- ◆ ***Pérdida de adherencia entre árido y ligante por el efecto combinado de agua y temperatura (“desenvuelta”)***

Concepto ampliado de “durabilidad”

- + Resistencia a las cargas
- + Resistencia a los esfuerzos tangenciales
- + Resistencia a las sollicitaciones térmicas
- + Resistencia a la fatiga
- + Resistencia al deslizamiento

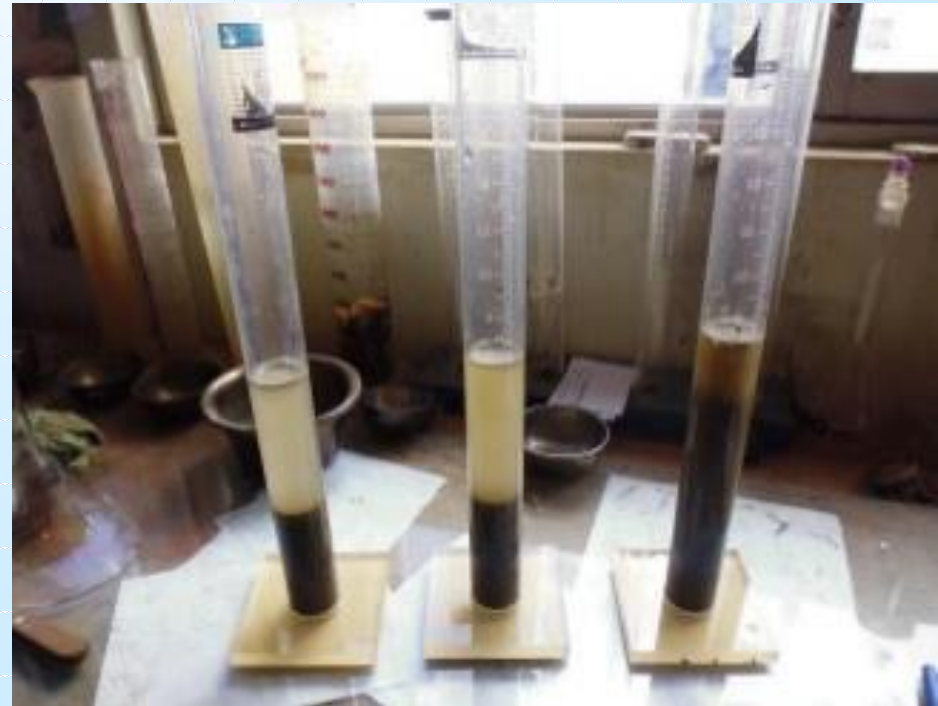
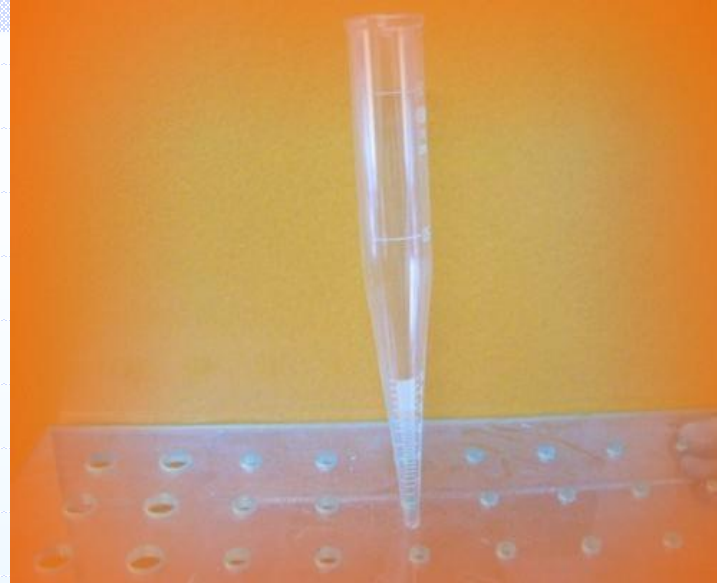
Patologías relacionadas con los agregados en pavimentos asfálticos

- ◆ Desenvuelta de ligante, desprendimientos de partículas
- ◆ Pérdida de mortero asfáltico
- ◆ Pulimento
- ◆ Efecto Sonnenbrand
- ◆ Déficit de estabilidad y de resistencia a fatiga
- ◆ Otros (congelación/deshielo; sales; inestabilidad de basaltos)



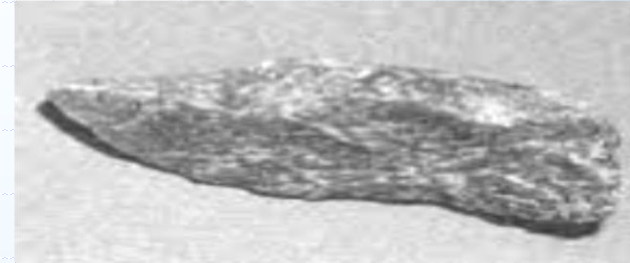
Limpieza

- ◆ Polvo adherido
- ◆ Equivalente arena
- ◆ Azul de metileno



Forma de las partículas

Índice de lajas y agujas



MORFOLOGÍA DE LOS ÁRIDOS

Atendiendo a sus dimensiones principales



Cúbico



Redondeado



Laja



Aguja



Textura

La textura superficial depende de la naturaleza de la roca de origen, de su dureza, tamaño de los granos, porosidad, así como de las acciones a que hayan estado sometidos los agregados. Tiene gran influencia en algunas propiedades esenciales de los aglomerados, como la adherencia con el ligante, la trabajabilidad y la resistencia mecánica

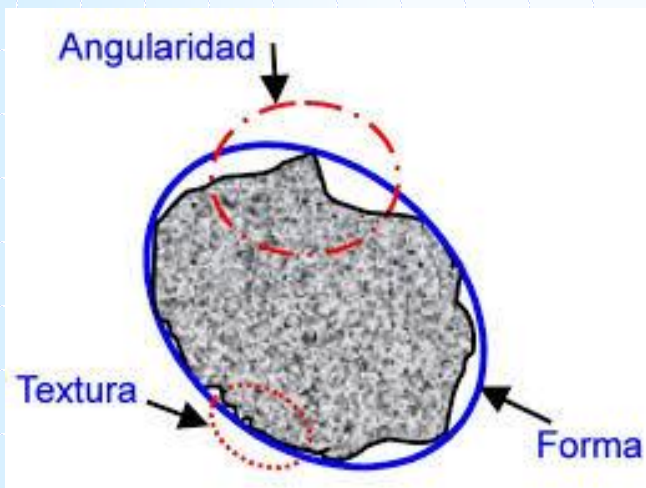


Angularidad y Caras de Fractura

IRAM-1851

La angularidad y la textura superficial de las partículas presenta fuerte influencia en la resistencia del esqueleto granular.

Las caras de fractura se determinan en función de la proporción de las partículas con dos o más caras de fractura respecto del total de partículas de tamaños superiores a 2,5 mm.



VS



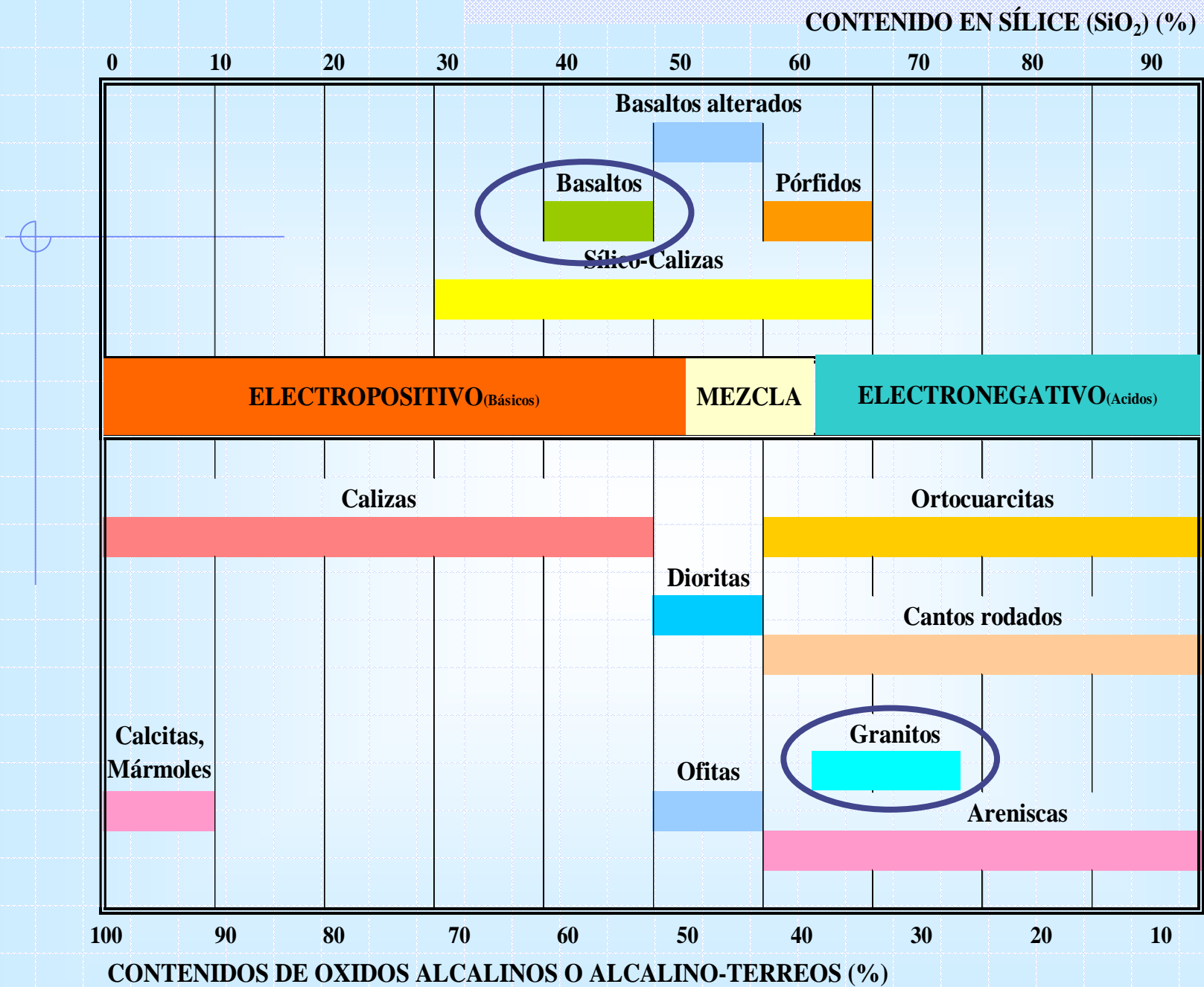
Adhesividad con ligantes asfálticos

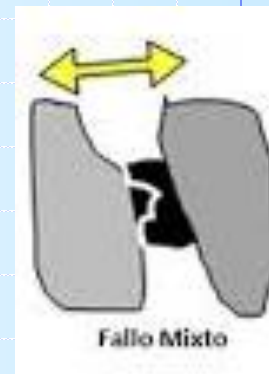
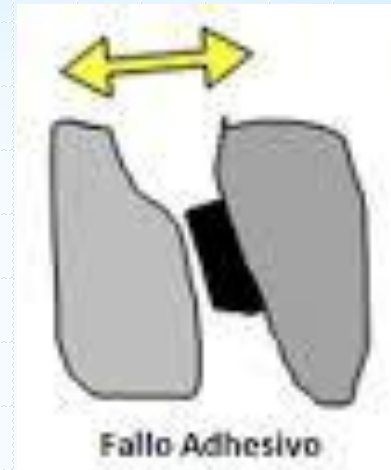
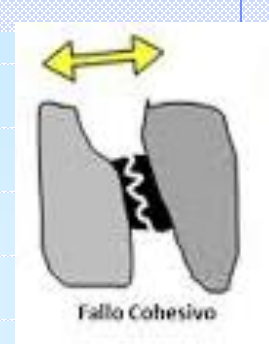
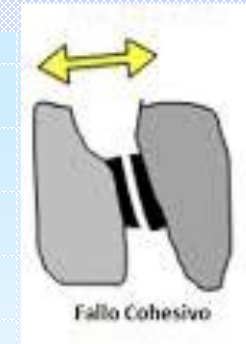
Es un fenómeno complejo en el cual intervienen factores físicos y químicos:

Físicos: Suciedad, textura y porosidad del árido, viscosidad, tensión superficial y espesor de la película del ligante.

Químicos:

- ◆ **Áridos hidrófilos:** un contenido importante de sílice implica tener áridos tapizados superficialmente por iones silicatos, con gran afinidad o avidez por el agua. La adhesividad química entre los áridos silíceos o ácidos y los ligantes asfálticos -que también poseen carga negativa-, es mala, puesto que sus superficies se repelen.
- ◆ **Áridos hidrófobos:** los áridos básicos, con altos contenidos en óxidos alcalinos y bajos contenidos en sílice son menos hidrofílicos y se cargan positivamente, presentando atracción por los iones o radicales negativos libres que existen en los asfaltos y así mejoran adhesividad entre ambos materiales.







**Cantera 1, Zona de
Balcarce – 16 h**

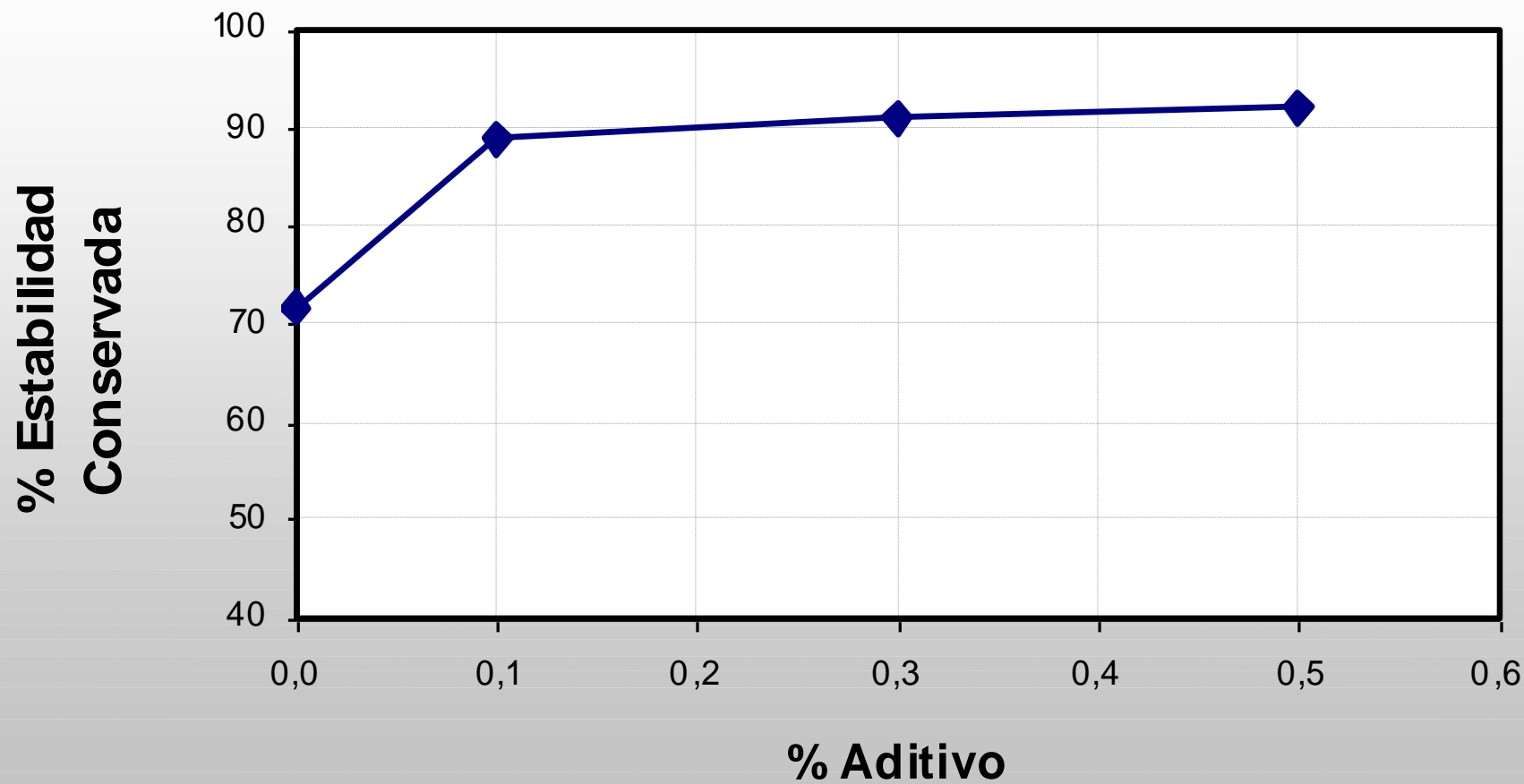


**Cantera 2, Zona de
Tandil– 16 h**

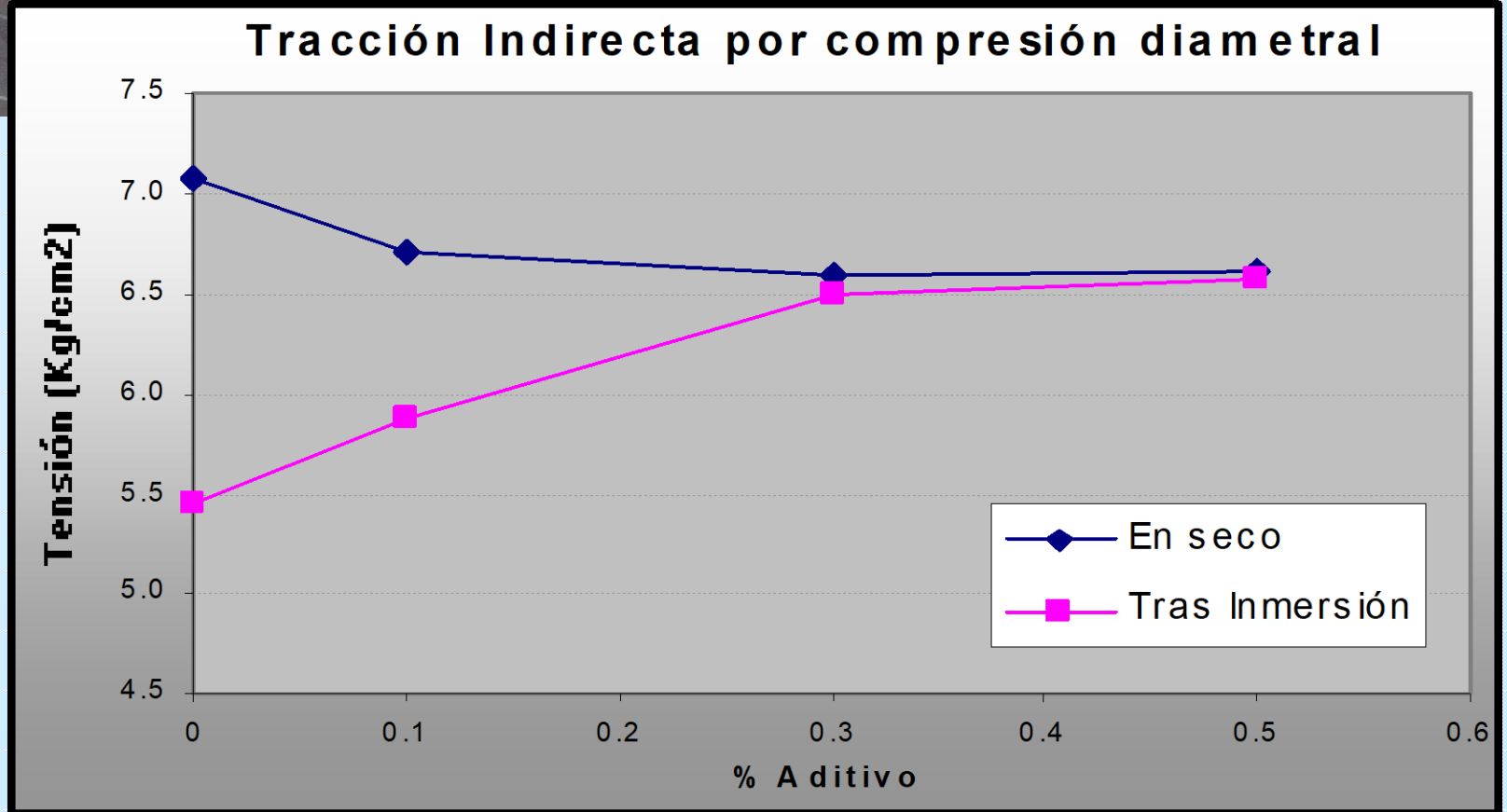


**Cantera 4, Zona de
Sierras Bayas – 16 h**

Estabilidad Remanente



Tracción Indirecta

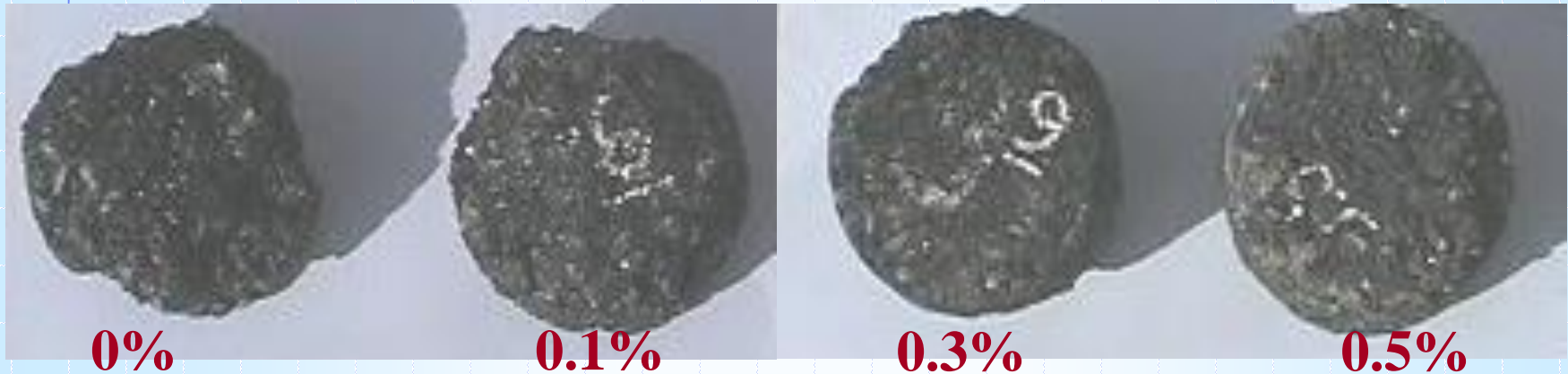


Método UCL

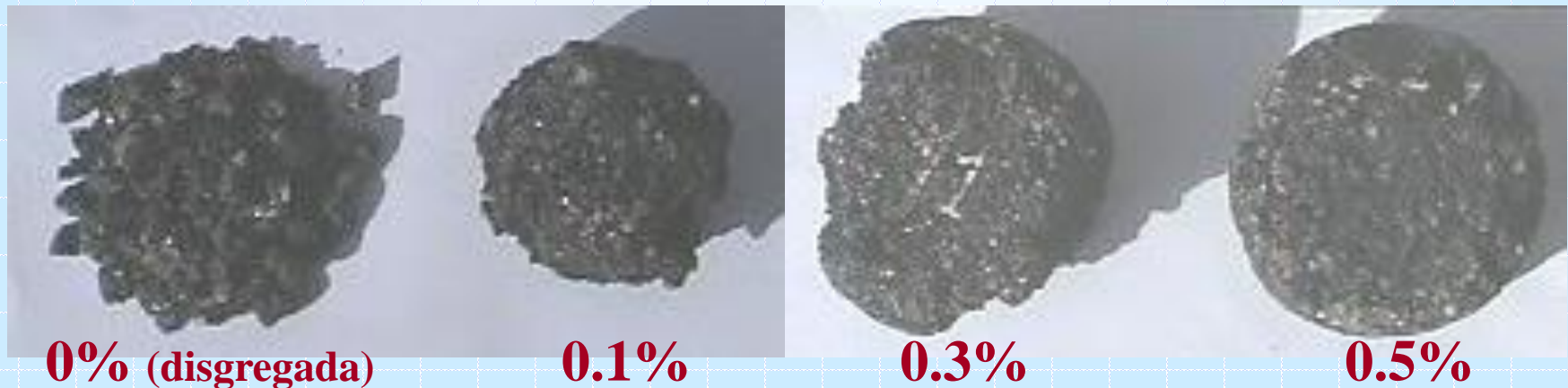
Mezclas con distintos % de mejorador de adherencia



en seco



tras inmersión



Desprendimientos puntuales y sectoriales de agregados por pérdida de adherencia



Desprendimientos de mayor magnitud en huella ("rodera") con permanencia de agua



Áridos expuestos en superficie ("Cabezas duras")



Presencia de agregados en la superficie, sin recubrimiento de mástico.

Posibles causas:

- Partículas de agregados pétreos demasiado gruesos
- Presencia de agregados de origen diferente a los empleados
- Distribución granulométrica deficiente
- Segregación pétrea en el mezclado y los procesos constructivos

Pulimento de agregados



COEFICIENTE PULIMENTO ACELERADO

IRAM-1543

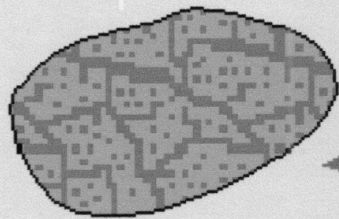
Este ensayo reproduce de manera acelerada el pulimento que experimenta el árido de un pavimento por acción del tránsito



Congelación y deshielo

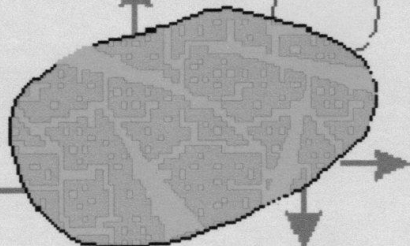
Meteorización por helada

Temperatura mayor
de 0°C



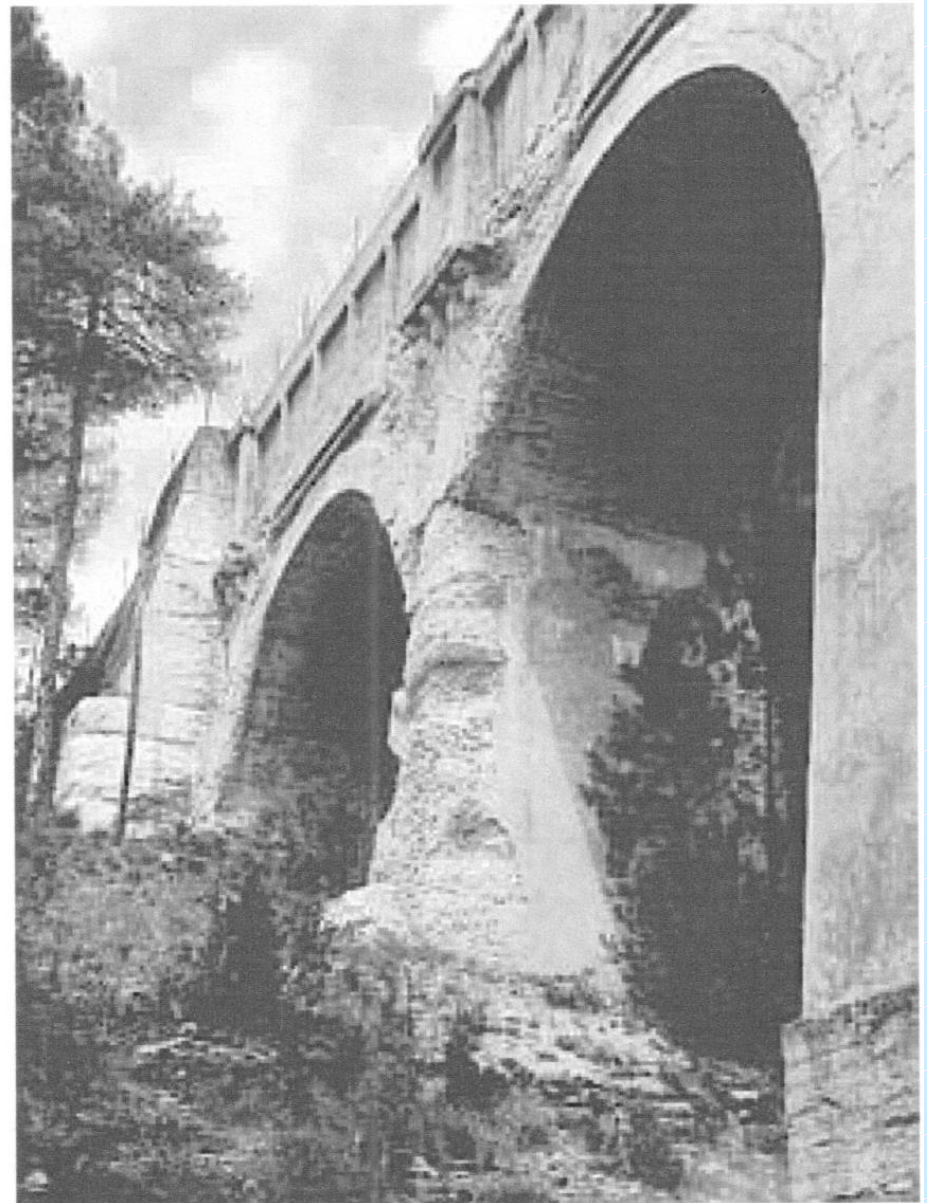
roca con agua

Temperatura menor
de 0°C

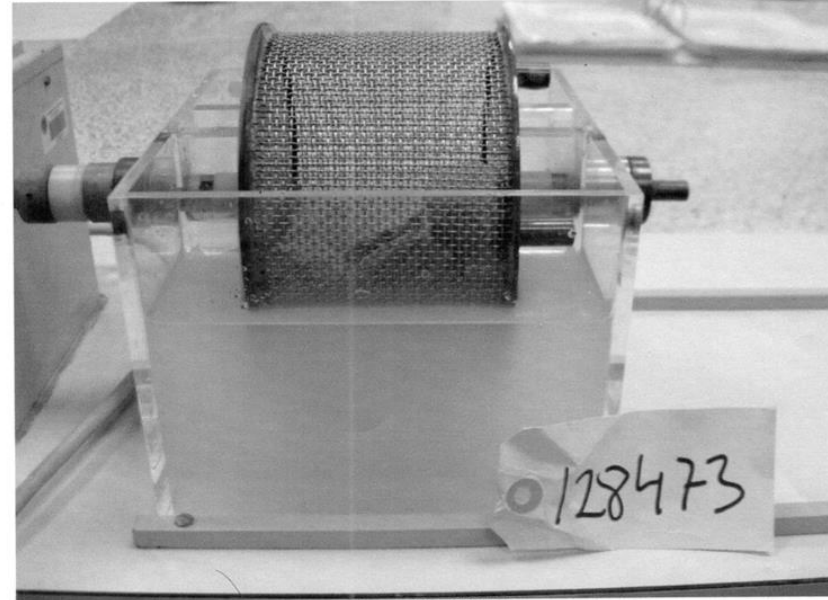
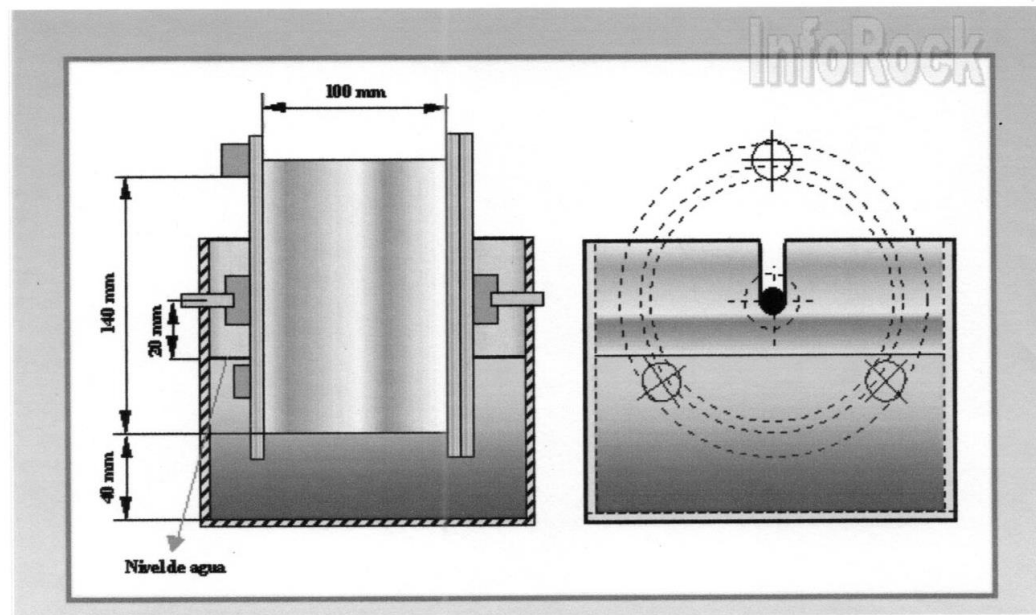


roca con hielo

hielo ocupa 10% mas espacio
comn la misma cantidad de agua



Mojado y secado



Ensayo durabilidad

La durabilidad de la roca se obtiene mediante un ensayo en el que se determina la resistencia de la roca a la alteración y desintegración al estar sometida a dos ciclos sucesivos de inmersión en agua y secado.

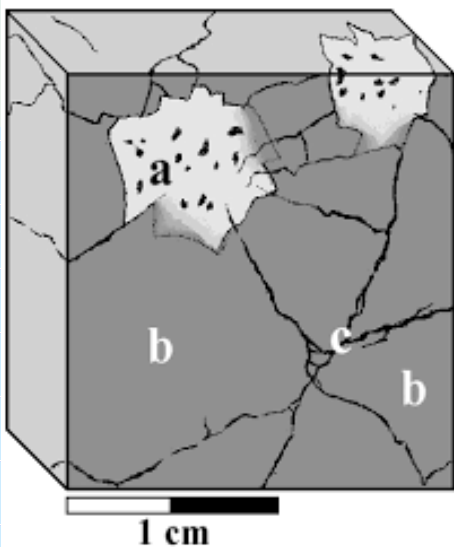
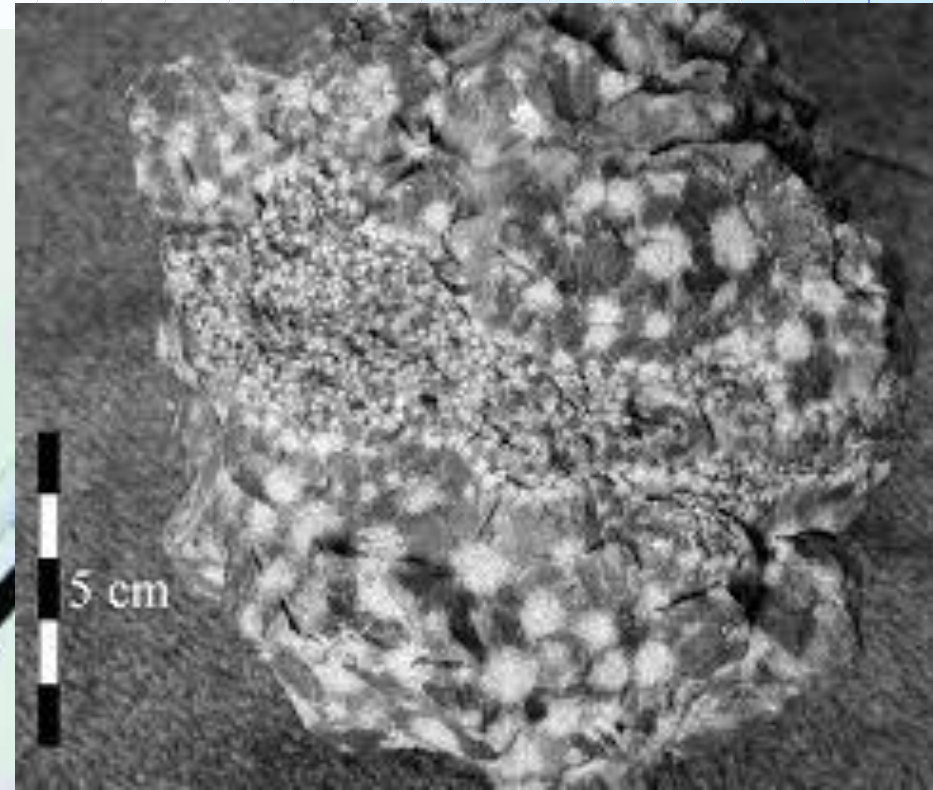
Arcillas expansivas en basaltos ("Inestabilidad de los basaltos")



En las rocas basálticas, la presencia de arcilla en el interior puede llevar a su destrucción en un tiempo relativamente corto, por la presión interna que ejerce la arcilla en un proceso de secado y mojado, donde presenta cambios de volumen.

Para evaluar la presencia de arcillas expansivas dentro de la roca basáltica se ha normalizado un ensayo acelerado que es el de inmersión de la roca en etilenglicol, que penetra con mayor facilidad que el agua en la estructura laminar de la montmorillonita.

Efecto Sonnenbrand ("Quemadura de sol", "*Sunburn*")

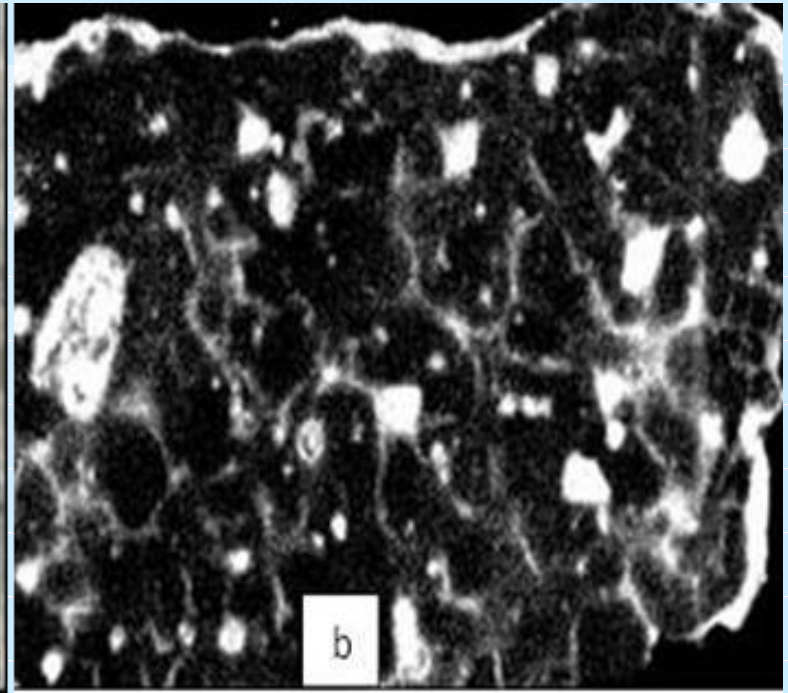


Aspecto de rocas con "Sonnenbrand"

Esquema de roca con Sonnenbrand: a. "moteado" o "spot"; b. parte sana; c. fisuras capilares

Efecto Sonnenbrand (“Quemadura de sol”, “*Sunburn*”)

En ciertos basaltos (como los de la Mesopotamia) y otras rocas con sulfatos metálicos (nefelinitas olivínicas o “basaltos alcalinos” de Córdoba-San Luis) puede presentarse, bajo la acción atmosférica, el “Efecto Sonnenbrand», caracterizado por la aparición de puntos de color gris y blanco, seguido por microfracturas radiales que posteriormente se interconectan, disminuyendo la resistencia del árido. El ensayo de ebullición “Sonnenbrand” (UNE-EN 1367-3) revela esta patología: en los áridos de la foto (a) se ven emanaciones blancuzcas; también hay óxidos de hierro, titanio y magnesio y presencia de zeolitas (alumino-silicatos muy porosos), que se desequilibran en presencia de agua, expandiéndose y debilitando internamente la roca. Un corte de roca con alteración Sonnenbrand se exhibe en (b).

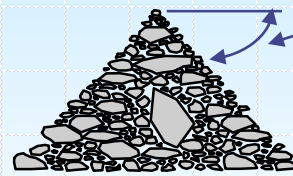
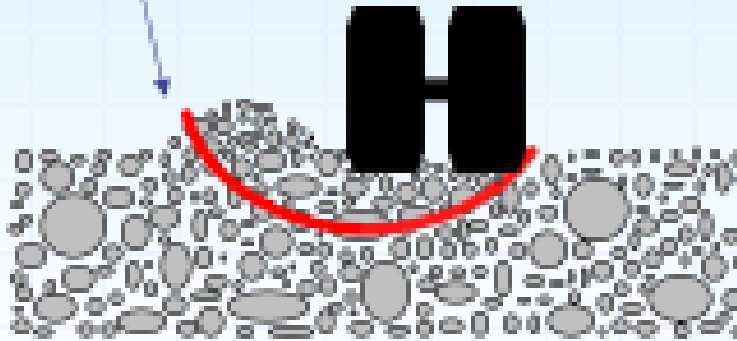






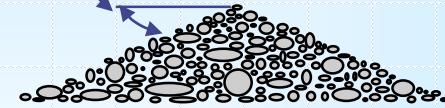
Déficit de estabilidad y de resistencia a fatiga

Plano cortante



Angulo de reposo

Fricción interna



Agregado Cúbico Agregado redondeado



Teoría Mohr-Coulomb

$$\tau = c + \sigma(\tan \phi)$$

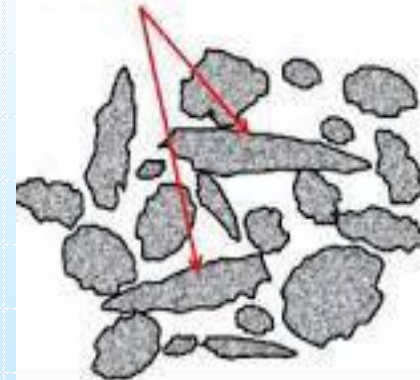
Cohesión

Tensión normal

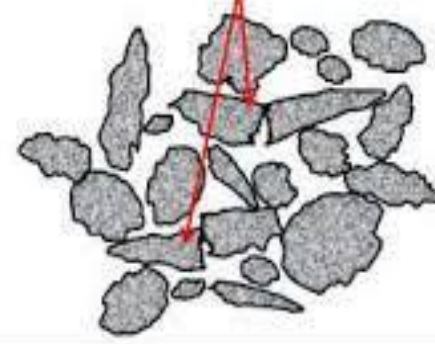
Angulo de fricción

Carga Cortante

Agregados gruesos lajosos



Compactación y servicio: los agregados lajosos se parten



Contenido

1. Generalidades sobre agregados pétreos
2. Aspectos más relevantes de la caracterización de los agregados para obras viales
3. Criterios especiales de selección y control de calidad de agregados pétreos para pavimentos asfálticos. Especificaciones Técnicas DNV 2017

VIALIDAD NACIONAL

PLIEGO DE
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS GENERALES
PARA CONCRETOS
ASFÁLTICOS EN
CALIENTE Y
SEMICALIENTE DEL
TIPO DENSOS.

VIALIDAD NACIONAL

PLIEGO DE
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS GENERALES
PARA CONCRETOS
ASFÁLTICOS EN
CALIENTE Y
SEMICALIENTE DEL
TIPO DENSOS, CON
APORTE DE RAP.

5. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1. Agregados

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud del mismo para ser empleado, que debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

5.1.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la *Tabla N°3*.

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS	
Característica	Requisitos
Procedencia	Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química. Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Ensayo	Norma	Exigencia																			
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.																			
Índice de lajas	IRAM 1687-1	<table><tr><th rowspan="2">Tipo de capa</th><th colspan="4">Clasificación por tránsito</th></tr><tr><th>T1</th><th>T2</th><th>T3</th><th>T4</th></tr><tr><td>Rodamiento</td><td>≤ 25 %</td><td>≤ 25 %</td><td>≤ 25 %</td><td>≤ 25 %</td></tr><tr><td>Base</td><td>≤ 30 %</td><td>≤ 30 %</td><td>≤ 30 %</td><td>≤ 30 %</td></tr></table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito				T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %
Tipo de capa	Clasificación por tránsito																				
	T1	T2	T3	T4																	
Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %																	
Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %																	
Coefficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾	IRAM 1532	<table><tr><th rowspan="2">Tipo de capa</th><th colspan="4">Clasificación por tránsito</th></tr><tr><th>T1</th><th>T2</th><th>T3</th><th>T4</th></tr><tr><td>Rodamiento</td><td>≤ 25 %</td><td>≤ 25 %</td><td>≤ 25 %</td><td>≤ 30 %</td></tr><tr><td>Base</td><td>≤ 30 %</td><td>≤ 30 %</td><td>≤ 30 %</td><td>≤ 35 %</td></tr></table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito				T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 30 %	Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 35 %
Tipo de capa	Clasificación por tránsito																				
	T1	T2	T3	T4																	
Rodamiento	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 30 %																	
Base	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 30 %	≤ 35 %																	
Coefficiente de pulimento acelerado	IRAM 1543	<table><tr><th rowspan="2">Tipo de capa</th><th colspan="4">Clasificación por tránsito</th></tr><tr><th>T1</th><th>T2</th><th>T3</th><th>T4</th></tr><tr><td>Rodamiento</td><td>≥ 40</td><td>≥ 40</td><td>≥ 40</td><td>≥ 40</td></tr></table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito				T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40					
Tipo de capa	Clasificación por tránsito																				
	T1	T2	T3	T4																	
Rodamiento	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40																	
Polvo adherido	IRAM 1883	<table><tr><th>Tipo de capa</th><th>Polvo adherido</th></tr><tr><td>Rodamiento</td><td>≤ 1,2 %</td></tr><tr><td>Base</td><td>≤ 1,5 %</td></tr></table>	Tipo de capa	Polvo adherido	Rodamiento	≤ 1,2 %	Base	≤ 1,5 %													
Tipo de capa	Polvo adherido																				
Rodamiento	≤ 1,2 %																				
Base	≤ 1,5 %																				
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No Plástico																			
Micro Deval ⁽¹⁾	IRAM 1762	<table><tr><th rowspan="2">Tipo de capa</th><th colspan="4">Clasificación por tránsito</th></tr><tr><th>T1</th><th>T2</th><th>T3</th><th>T4</th></tr><tr><td>Rodamiento</td><td>≤ 20 %</td><td>≤ 20 %</td><td>≤ 20 %</td><td>≤ 25 %</td></tr></table>	Tipo de capa	Clasificación por tránsito				T1	T2	T3	T4	Rodamiento	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 25 %					
Tipo de capa	Clasificación por tránsito																				
	T1	T2	T3	T4																	
Rodamiento	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 25 %																	
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm ⁽²⁾	VN E 7-65	≥ 50																			
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria																			

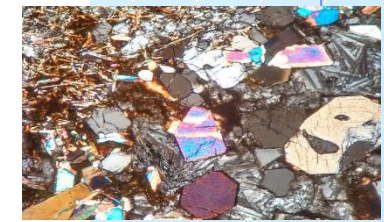


Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

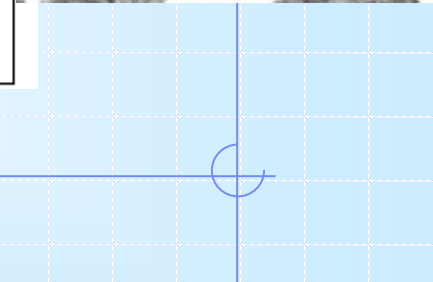
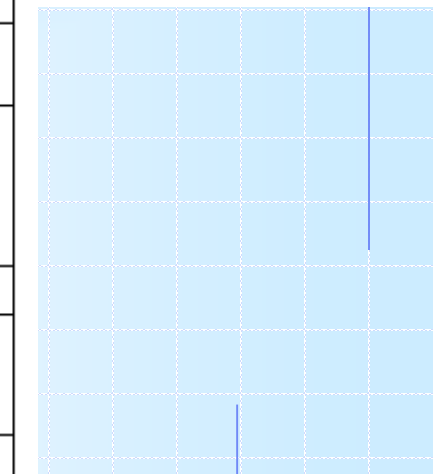
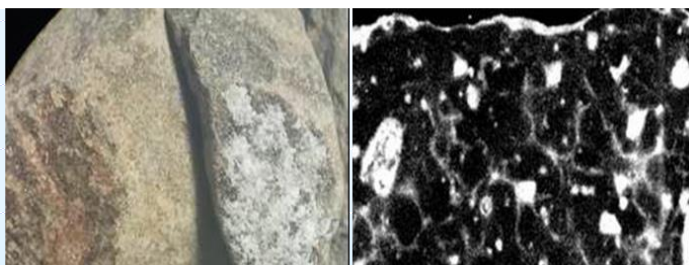


Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS						
Ensayo	Norma	Exigencia				
Determinación de la adherencia entre agregado y ligante ⁽³⁾	IRAM 6842	≥ 95 %				
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.				
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria				
Absorción ⁽⁴⁾	IRAM 1533	≤ 1,2 %				
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁵⁾	IRAM 1525	≤ 10%				
Caras de fractura	IRAM 1851	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)				
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito			
			T1	T2	T3	T4
		Rodamiento	100 %	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %
		Base	100 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %
(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener al menos una cara de fractura.						

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de "Tipo Basálticos", los mismos deben verificar también las exigencias de la *Tabla N°6*.

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS "TIPO BASÁLTICOS"				
Ensayo	Norma	Exigencia		
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"	IRAM 1532	Tipo de capa	Clasificación por tránsito	
			T1	T2
		Rodamiento	≤ 20	
		Base	≤ 25	
Micro Deval	IRAM 1762	Tipo de capa	Clasificación por tránsito	
			T1	T2
		Rodamiento	≤ 20	
			T3	T4
Ensayo de ebullición para los basaltos "Sonnenbrand"	UNE-EN 1367-3	Determinación obligatoria.		



5.1.3. Agregado fino

5.1.3.1. Definición de agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

5.1.3.2. Requisitos del agregado fino

Los requisitos a cumplir por los agregados finos dependen del nivel de tránsito y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la *Tabla N°7*.

El agregado fino es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la *Tabla N°7*.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la *Tabla N°5*.

Los agregados finos a emplear en la construcción de capas de rodamiento, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino, debe cumplir las exigencias de la <i>Tabla N°4</i> y <i>Tabla N°6</i> (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	$\geq 50 \%$
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μm	IRAM 10501	No plástico
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 μm	IRAM 10501	$\leq 4 \%$
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 μm ⁽¹⁾	VN E 7-65	$\geq 50 \%$
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno ⁽²⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Absorción ⁽³⁾	IRAM 1520	$\leq 1,2 \%$
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁴⁾	IRAM 1525	$\leq 10\%$



Tabla N°8 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR

Tabla N°8 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR						
Parámetro	Norma	Exigencia				
Partículas no trituradas	(1)	Porcentaje en peso de agregado no triturado respecto del total del agregado (2)				
		Tipo de capa	Clasificación por tránsito			
			T1	T2	T3	T4
		Rodamiento	0%	0%	≤ 3%	≤ 5%
		Base	0%	≤ 3%	≤ 5%	≤ 7%



Relación entre T_{máx} agregado y esp.capa

- $e > 2,5 * TMN$
- $e \leq 6,0 * TMN$

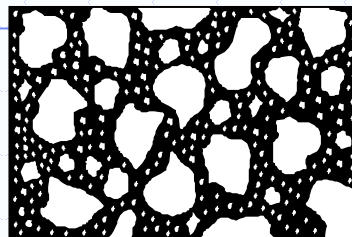


Tabla N°11 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ESQUELETO GRANULAR DE LOS CAC D Y CAS D

Tamices	Porcentaje en peso que pasa (1)	
	12 (2)	19 (2)
25 mm (1")	---	100
19 mm (3/4")	100	83-100
12,5 mm (1/2")	80-95	---
9,5 mm (3/8")	72-87	60-75
4,75 mm (N° 4)	47-65	42-60
2,36 mm (N° 8)	30-50	29-47
600 µm (N° 30)	16-30	15-29
300 µm (N° 50)	12-23	11-21
75 µm (N°200)	5-8	4-8

Tabla N°20 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO GRUESO		
Parámetro	Método	Frecuencia
Partículas trituradas	IRAM 1851	Semanal
Elongación	IRAM 1687-2	Semanal
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Semanal
Coeficiente de desgaste Los Ángeles ⁽¹⁾	IRAM 1532	Mensual
Coeficiente de pulimento acelerado ⁽²⁾	IRAM 1543	Trimestral
Polvo adherido	IRAM 1883	Semanal
Plasticidad	IRAM 10501	Semanal
Micro Deval ⁽¹⁾	IRAM 1762	Trimestral
Relación vía seca – vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	VN-E 7-65	Semanal
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Semestral
Limpieza ⁽³⁾	---	Diaria
Determinación de la adherencia entre agregado y ligante ⁽⁴⁾	IRAM 6842	Trimestral
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1533	Semanal
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁵⁾	IRAM 1525	Semestral
Ensayo de ebullición para los basaltos "Sonnenbrand" ⁽⁶⁾	UNE-EN 1367-3	Mensual

Tabla N°21 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO FINO		
Parámetro	Método	Frecuencia
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"	IRAM 1532	Mensual
Equivalente de arena	IRAM 1682	Semanal
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	Semanal
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽²⁾	IRAM 1525	Semestral
Relación vía seca – vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm ⁽³⁾	VN-E 7-65	Semanal
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm	IRAM 10501	Semanal
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1520	Semanal

VIALIDAD NACIONAL

PLIEGO DE
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS GENERALES
PARA CONCRETOS
ASFÁLTICOS EN
CALIENTE Y
SEMICALIENTE DEL
TIPO DRENANTES.

VIALIDAD NACIONAL

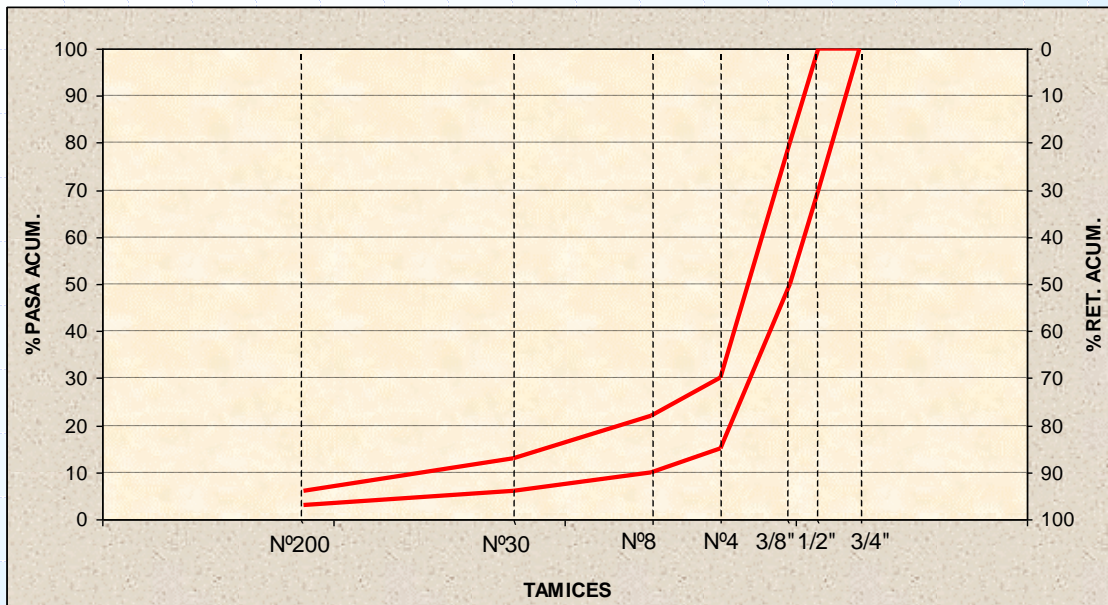
PLIEGO DE
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS GENERALES
PARA
MICROAGLOMERADOS
ASFÁLTICOS EN
CALIENTE Y
SEMICALIENTE DEL
TIPO F.

VIALIDAD NACIONAL

PLIEGO DE
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS GENERALES
PARA
MICROAGLOMERADOS
ASFÁLTICOS EN
CALIENTE Y
SEMICALIENTE DEL
TIPO M.

Curvas granulométricas

Mezcla drenante



Microaglomerado F 10

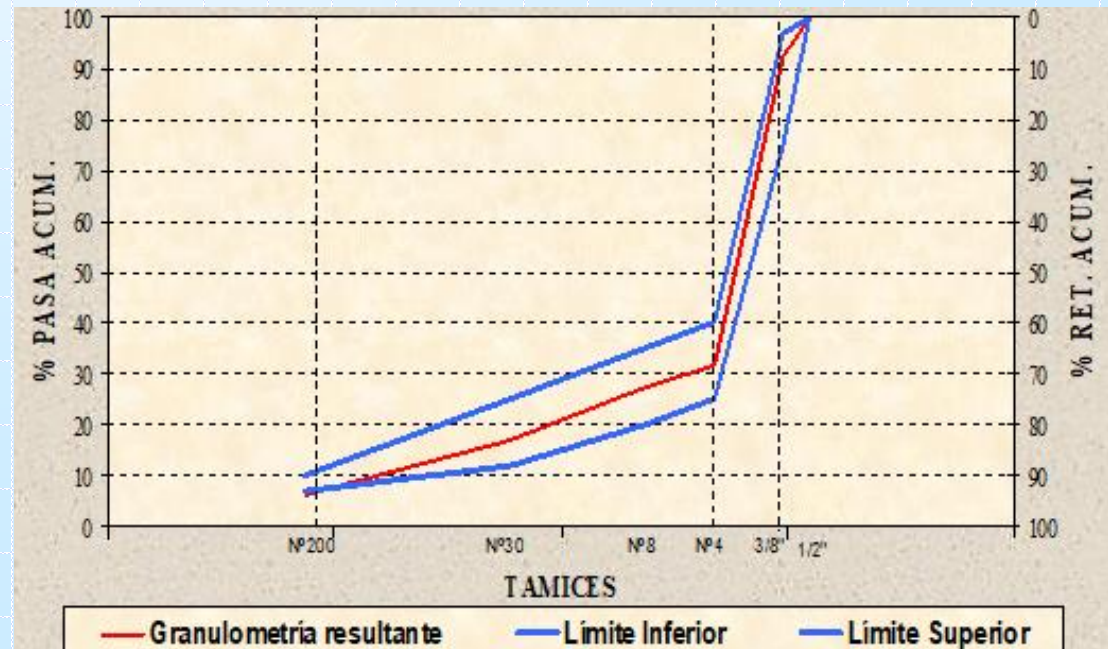




Tabla N°3 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de lajas	IRAM 1687-1	$\leq 25 \%$
Coefficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1532	$\leq 25 \%$
Coefficiente de pulimento acelerado	IRAM 1543	≥ 40
Polvo adherido	IRAM 1883	$\leq 1,2 \%$
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μm	IRAM 10501	No Plástico
Micro Deval ⁽¹⁾	IRAM 1762	$\leq 20 \%$
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 μm ⁽²⁾	VN E 7-65	$\geq 50 \%$
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria
Determinación de la adherencia entre agregado y ligante ⁽³⁾	IRAM 6842	$\geq 97 \%$
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria
Absorción ⁽⁴⁾	IRAM 1533	$\leq 1,2 \%$
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁵⁾	IRAM 1525	$\leq 10\%$
Caras de fractura	IRAM 1851	100 % Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura.

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Coefficiente de desgaste "Los Angeles"	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino, debe cumplir las exigencias de la <i>Tabla N°3</i> y <i>Tabla N°5</i> (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	$\geq 50 \%$
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μm	IRAM 10501	No plástico
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 μm	IRAM 10501	$\leq 4 \%$
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 μm ⁽¹⁾	VN E 7-65	$\geq 50 \%$
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno ⁽²⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Absorción ⁽³⁾	IRAM 1520	$\leq 1,2 \%$
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁴⁾	IRAM 1525	$\leq 10\%$

VIALIDAD NACIONAL

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONCRETOS ASFÁLTICOS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE DEL TIPO SMA.



Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Ensayo	Norma	Exigencia	
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.	
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Tipo de capa	Índice de lajas
		Rodamiento	≤ 25 %
		Base	
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1532	Tipo de capa	Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"
		Rodamiento	≤ 25 %
		Base	
Coeficiente de pulimento acelerado	IRAM 1543	Tipo de capa	Coeficiente de pulimento acelerado
		Rodamiento	≥ 40
Polvo adherido	IRAM 1883	Tipo de capa	Polvo adherido
		Rodamiento	≤ 1,2 %
		Base	≤ 1,5 %
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	No Plástico	
Micro Deval ⁽¹⁾	IRAM 1762	Tipo de capa	Micro Deval
		Rodamiento	≤ 20 %
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 µm ⁽²⁾	VN E 7-85	≥ 50 %	
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria	
Determinación de la adherencia entre agregado y ligante ⁽³⁾	IRAM 6842	≥ 95 %	

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Ensayo	Norma	Exigencia							
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.							
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria							
Absorción ⁽⁴⁾	IRAM 1533	≤ 1,2 %							
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁵⁾	IRAM 1525	≤ 10%							
Caras de fractura	IRAM 1851	<table><tr><th colspan="2">Caras de fractura</th></tr><tr><td>Tipo de capa</td><td>Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)</td></tr><tr><td>Rodamiento</td><td rowspan="2">100 %</td></tr><tr><td>Base</td></tr></table>	Caras de fractura		Tipo de capa	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)	Rodamiento	100 %	Base
		Caras de fractura							
		Tipo de capa	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*)						
		Rodamiento	100 %						
Base									
		(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener al menos una cara de fractura.							

Tabla N°5 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE GRAVAS

Ensayo	Norma	Exigencia						
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	<table><tr><td>Tipo de capa</td><td>Relación de tamaño de la partícula a triturar</td></tr><tr><td>Rodamiento</td><td>≥ 4 (*)</td></tr><tr><td>Base</td><td>≥ 3 (*)</td></tr></table> <p>(*) Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño.</p>	Tipo de capa	Relación de tamaño de la partícula a triturar	Rodamiento	≥ 4 (*)	Base	≥ 3 (*)
Tipo de capa	Relación de tamaño de la partícula a triturar							
Rodamiento	≥ 4 (*)							
Base	≥ 3 (*)							

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS "TIPO BASÁLTICOS"

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino, debe cumplir las exigencias de la <i>Tabla N°4</i> y <i>Tabla N°6</i> (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	$\geq 50 \%$
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μm	IRAM 10501	No plástico
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 μm	IRAM 10501	$\leq 4 \%$
Relación vía seca-vía húmeda, de la fracción que pasa el tamiz IRAM 75 μm ⁽¹⁾	VN E 7-65	$\geq 50 \%$
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno ⁽²⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Absorción ⁽³⁾	IRAM 1520	$\leq 1,2 \%$
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽⁴⁾	IRAM 1525	$\leq 10\%$

Tabla N°8 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR		
Parámetro	Norma	Exigencia
Partículas no trituradas	(1)	Partículas no trituradas
		Porcentaje en peso de agregado no triturado respecto del total del agregado (2)
		Rodamiento
		Base
VCA Varillado	AASHTO T19	Determinación obligatoria

6.2. Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados (incluido el Filler), dependiendo del tipo de esqueleto granular considerado, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en la *Tabla N°11*.

Tabla N°11 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ESQUELETO GRANULAR DE LOS CONCRETOS ASFÁLTICOS DEL TIPO SMA			
Tamices	Porcentaje en peso que pasa (1)		
	10 (2)	12 (2)	19 (2)
19 mm (¾")	---	100	100
12,5 mm (½")	100	90-100	45-60
9,5 mm (3/8")	90-100	32-62	30-45
4,75 mm (N° 4)	28-43	25-32	20-25
2,36 mm (N° 8)	22-28	20-27	16-23
75 µm (N°200)	10-13	9-13	9-13

(1) Si existe una diferencia entre las densidades de las fracciones utilizadas superior a 0,2 g/cm³, la distribución granulométrica debe evaluarse y ser ajustada en volumen.

(2) Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal).

Relación: espesor de la capa - tamaño máximo nominal

La relación entre el espesor de la capa asfáltica a colocar y el tamaño máximo nominal para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

$$e > 2,5 * TMN$$

$$e \leq 3,0 * TMN$$

Mezcla drenante

$$e > 2,0 * TMN$$

$$e \leq 3,0 * TMN$$

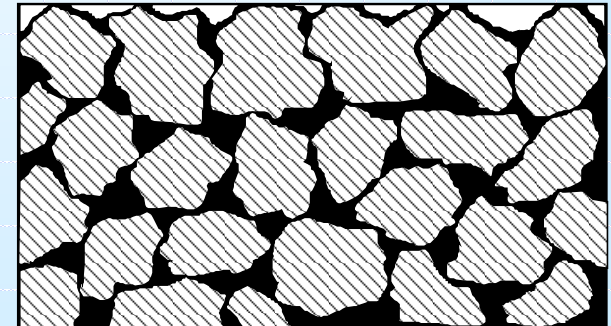
Microaglomerado Tipo F

$$e > 2,5 * TMN$$

$$e \leq 6,0 * TMN, \text{ si el } TMN > 12$$

$$e \leq 3,0 * TMN, \text{ si el } TMN \leq 12$$

SMA



CRITERIO DE CERTIFICACIÓN DE PROVEEDORES

CRITERIO	EJEMPLO
1- No tiene rechazos de lotes durante al menos 1 año	1- El material cumple, en todas las muestras, con los requisitos preestablecidos
2- No tiene rechazos relacionados con el producto en los últimos 6 meses	2- Entrega en tiempo y forma de los pedidos efectuados
3- Tiene aprobación reciente del sistema de calidad de planta	3- Las instalaciones y metodologías de producción se consideran satisfactorias
4- Especifica clara y adecuadamente el producto	4- Caracteriza e informa las propiedades del material de forma apropiada
5- El proceso y el sistema de calidad están totalmente documentados	5- Manuales o protocolos, incluyendo un plan de mejoramiento continuo
6- Realiza muestreos y ensayos frecuentes	6- Ante un requerimiento, dispone en tiempo real de los datos
7- Proceso productivo estable y controlado	7- Control estadístico y estudios de performance

CRITERIO DE CERTIFICACIÓN DE PROVEEDORES

n características a considerar

A cada una de ellas se le asigna un valor de *ponderación*, P , que vale entre 1 y 4, con la condición de que $\Sigma P=25$

Y una *calificación real*, R , que vale:

- ⑩ 10 : satisfactorio en todos los aspectos
- ⑩ 8 : cumple los requisitos mínimos
- ⑩ 0 : no satisfactorias

Interpretación de resultados:

- Aprobación completa: 250 puntos
- Aprobación : 200 puntos
- Aprobación condicional: 180 puntos
- Desaprobación < 180 puntos

CRITERIO DE CERTIFICACIÓN DE PROVEEDORES

EJEMPLO: PROVEEDORES DE AGREGADOS

Características a evaluar		Calificación		
		R	P	R x P
1	Característica del frente de cantera	10	2	20
2	Equipos e instalaciones de trituración, operaciones y acciones correctivas de trituración	8	1	8
3	Plan de calidad del proveedor	0	3	0
4	Manejo de áridos en cantera y transporte	8	1	8
5	Puntualidad en la entrega	8	3	24
6	Costo del material y financiación	8	3	24
7	Granulometría del material (fino y grueso)	8	3	24
8	Desgaste Los Ángeles	8	3	24
9	Índice de Lajas	10	4	40
10	Concepto general del proveedor	8	2	16
TOTAL			25	188

CRITERIO DE CERTIFICACIÓN DE PROVEEDORES

EJEMPLO: PROVEEDORES DE AGREGADOS

Ensayo de Desgaste Los Ángeles

