

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Ingeniería Civil

Cátedra: Tecnología de los Materiales de
Construcción

Tema: ***"AGREGADOS PÉTREOS, PREPARACIÓN,
PROPIEDADES, IDONEIDAD"***

Ing. Civil Carlos E. Baronetto - Profesor adjunto
carlosbaronetto@gmail.com

ARIDOS PARA HORMIGON

Introducción

Importancia de los áridos



ARIDOS PARA HORMIGON

Clasificación de los áridos

Origen

- Natural
- Artificial



Densidad

- Normales
- Livianos
- Pesados



ARIDOS PARA HORMIGON

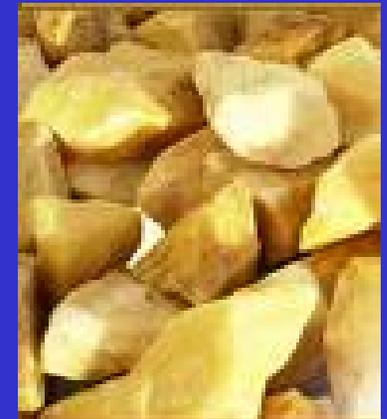
Conformación del Grano

- Rodados
- Triturados



Origen mineralógico

- Silíceas
- Graníticas
- Basálticas
- Calcáreas
- Mezclas
- Otras



ARIDOS PARA HORMIGON

Tamaño de los granos

- Fino
- Grueso



TIPOS DE YACIMIENTOS

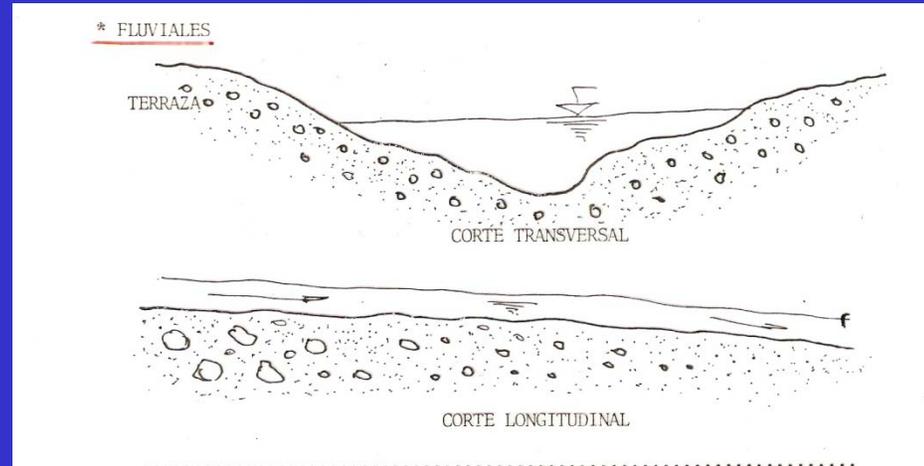
DEPOSITOS NATURALES

CANTERAS (Macizos rocosos)



TIPOS DE YACIMIENTOS DEPOSITOS NATURALES

✓ Fluviales



✓ Glaciares



Explotación de depósitos naturales

- ✓ Destape
- ✓ Extracción y transporte
- ✓ Clasificación
- ✓ Transporte a obra



TIPOS DE YACIMIENTOS

CANTERAS (Macizos rocosos)



Explotación de canteras

- ✓ Destape
- ✓ Perforación y voladura
- ✓ Rotura de bloques
- ✓ Transporte a planta
- ✓ Trituración y clasificación
- ✓ Transporte a obra

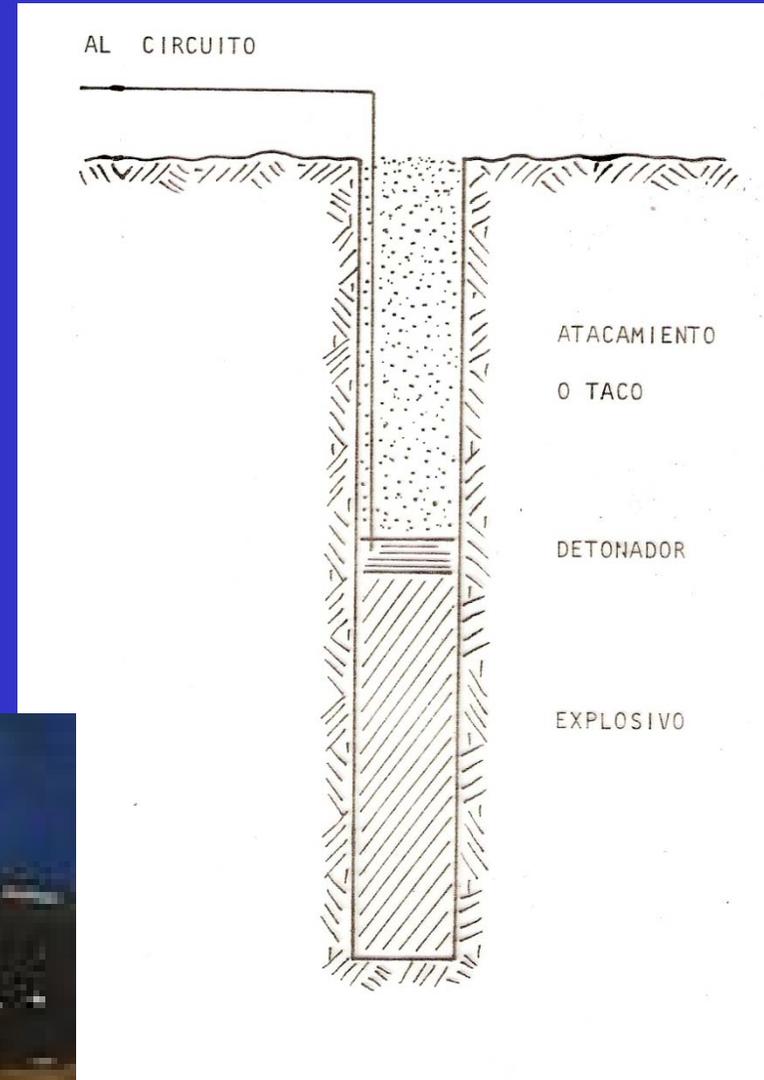
Explotación de canteras: Perforación y voladura

- ✓ Voladura
- ✓ Barreno
- ✓ Esquema de voladura
- ✓ Microrretardo



Explotación de canteras: Perforación y voladura

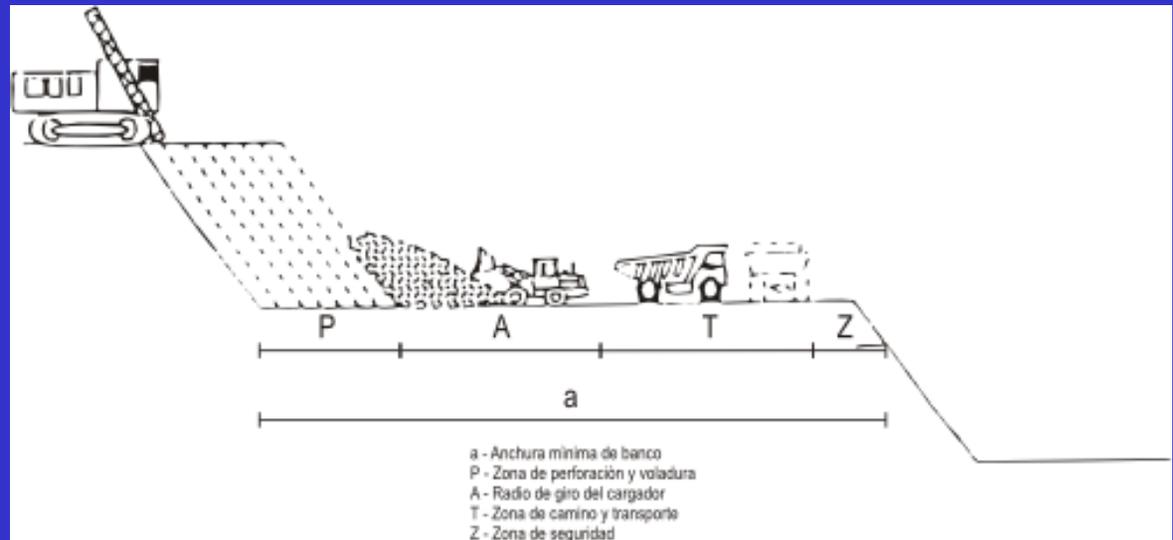
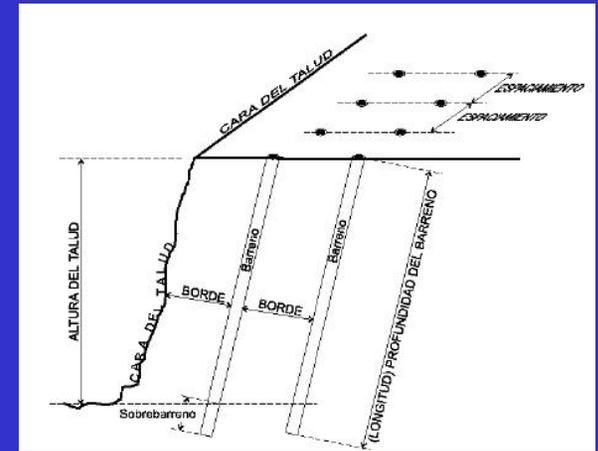
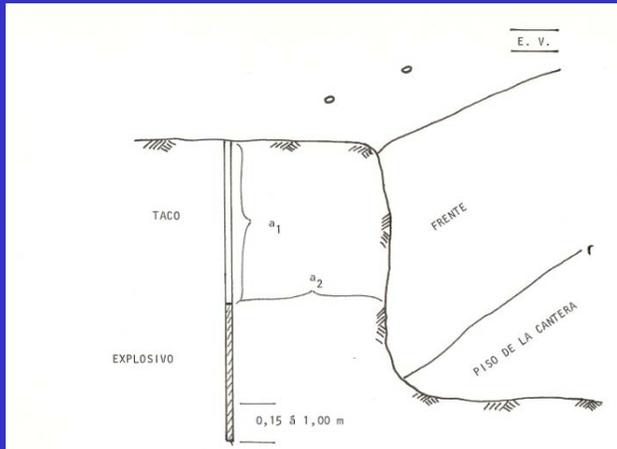
- ✓ Voladura
- ✓ Barreno
- ✓ Esquema de voladura
- ✓ Microrretardo



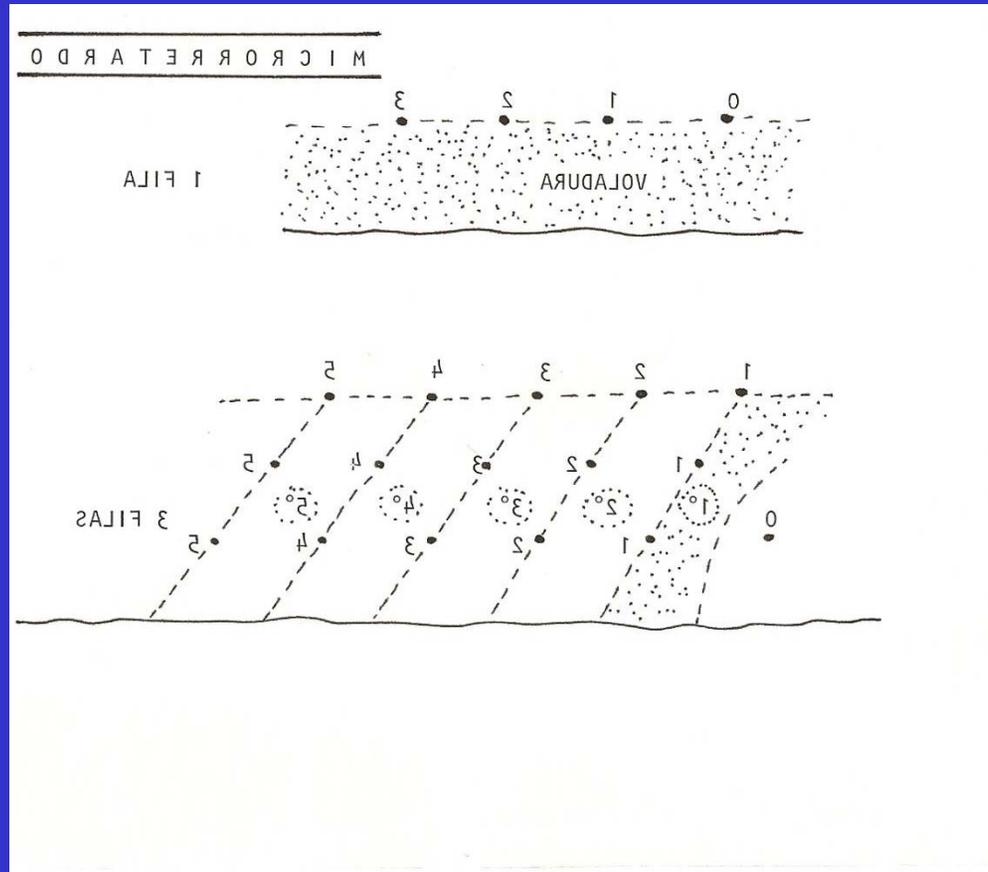




Explotación de canteras: Perforación y voladura



Microrretardo



Microrretardo



EXPLORACIÓN

- ✓ Extracción
- ✓ Tratamiento
- ✓ Transporte



CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

Objeto

Clasificación -Concepto

**Operación de separar un todo en fracciones
(eliminar o clasificar)**

CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

Factores que afectan la capacidad

- Humedad de los finos (5 – 20%)
- Formas de los granos
- Tipos de orificios (rectan . Cuad, circul.)
- Superficie y dimensiones de la criba

CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

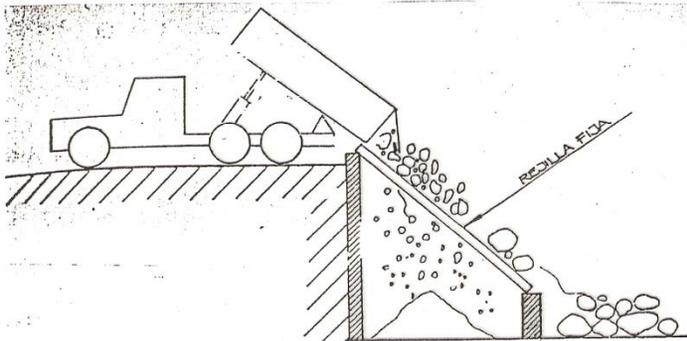
Equipos para la clasificación

- Fijas
- Vibratorias
- Giratorias
- Instalaciones de lavado

CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

Equipos para la clasificación

Fijas

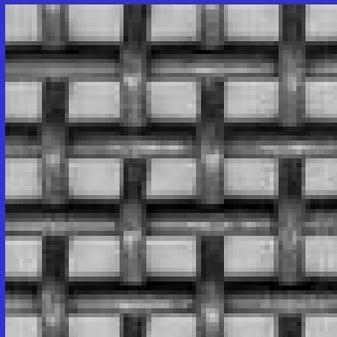


- Primera clasificación
- Elimina tamaños inconvenientes
- Baja eficiencia
- Pérdida de altura

CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

Equipos para la clasificación

Vibratorias

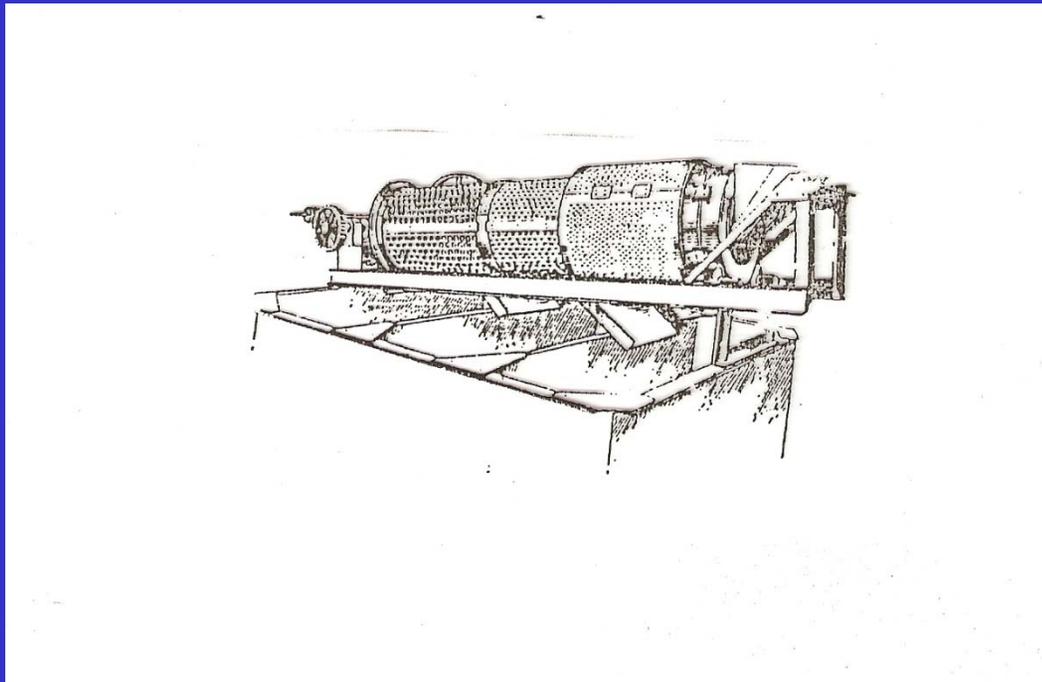


- 15 a 20°
- $l/a = 2$
- alta capacidad



CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

Equipos para la clasificación Giratorias



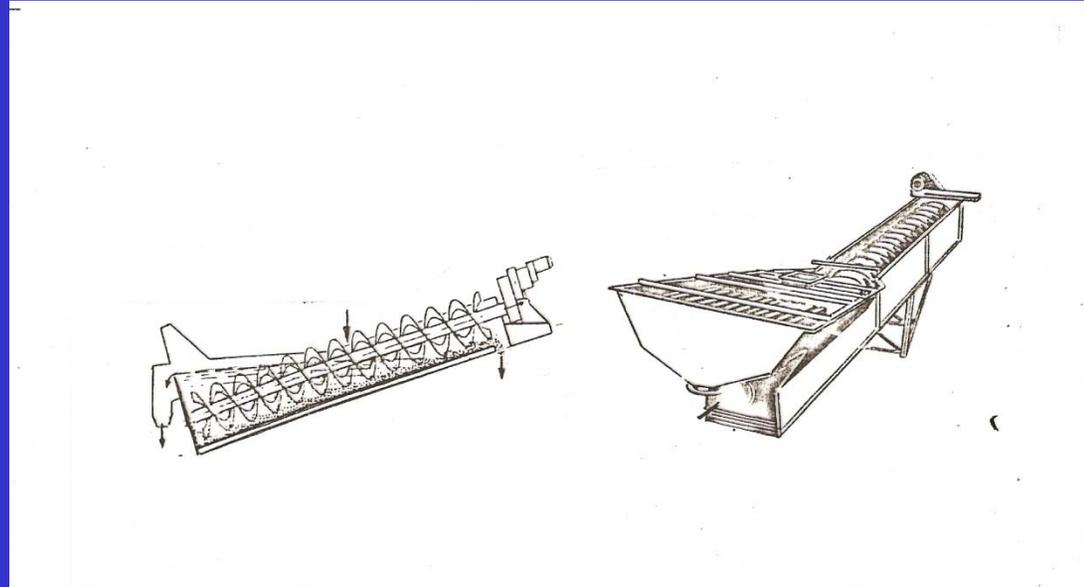
- 5 a 7°
- 1.0 mts/seg
- 0.6 a 2.7 mts diámetro
- 3.0 mts c/ malla
- Baja capacidad

CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

Instalaciones de lavado

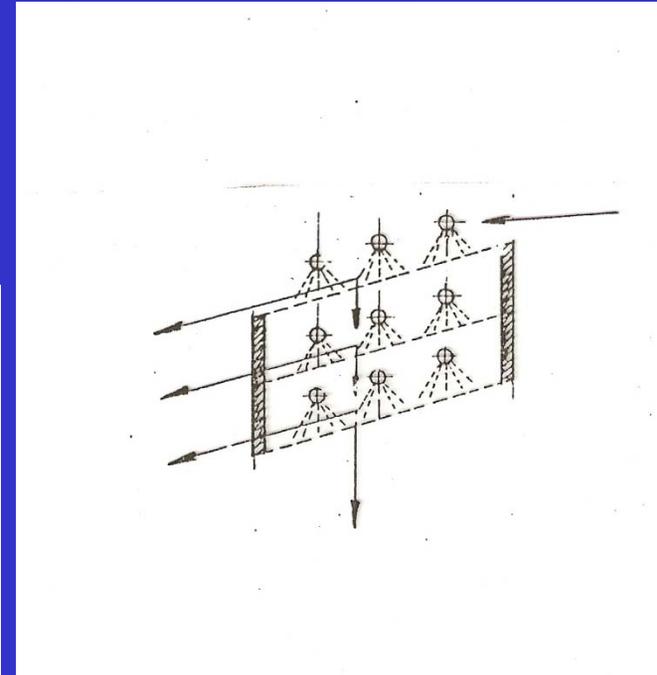
Lavado de arenas:

"TORNILLO DE
ARQUIMIDES"



CLASIFICACIÓN DE LOS ÁRIDOS

Instalaciones de lavado



TRITURACIÓN DE ÁRIDOS

Según la forma de rotura

- **Compresión**
- **Golpes**
- **Compresión y golpes (combinada)**

MÁQUINAS TRITURADORAS

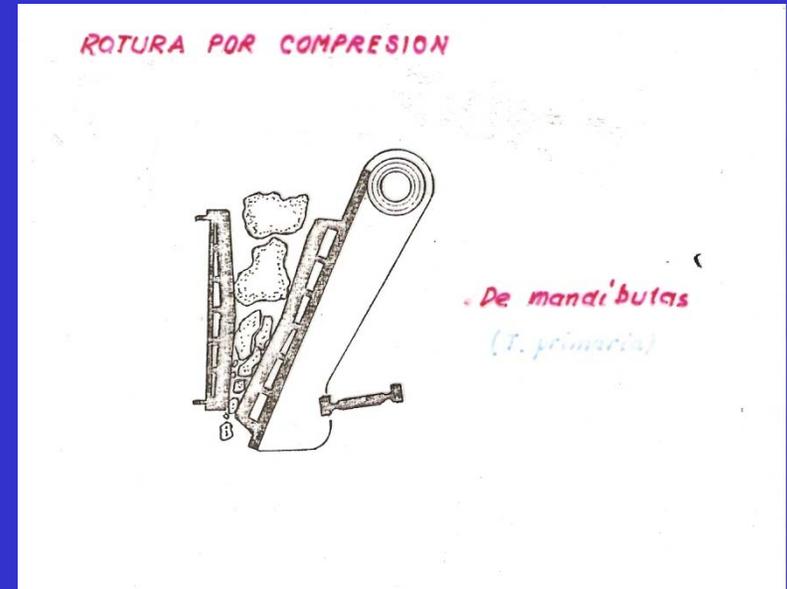
Rotura por compresión

- Mandíbulas
- Giratoria
- Rodillos laminadores

MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura por compresión

- Mandíbulas



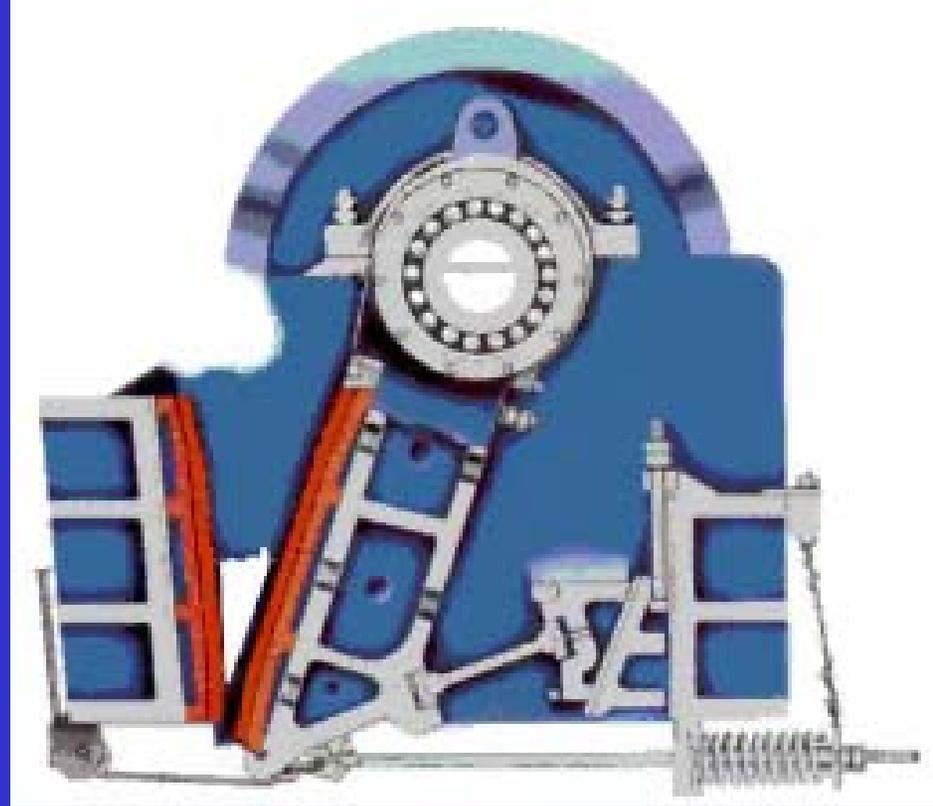
Relación de trituración:

5 a 1 - 4 a 1

MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura por compresión

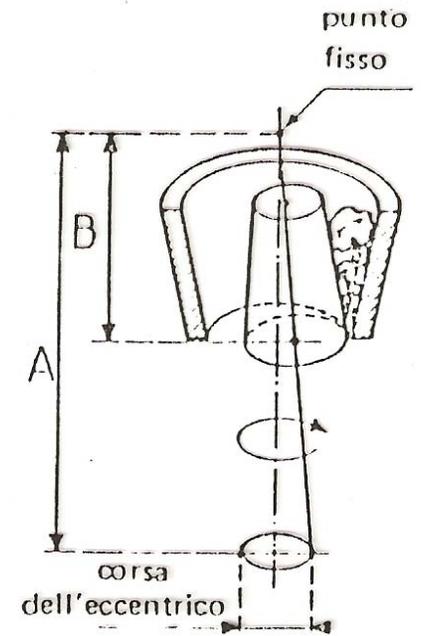
- Mandíbulas



MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura por compresión

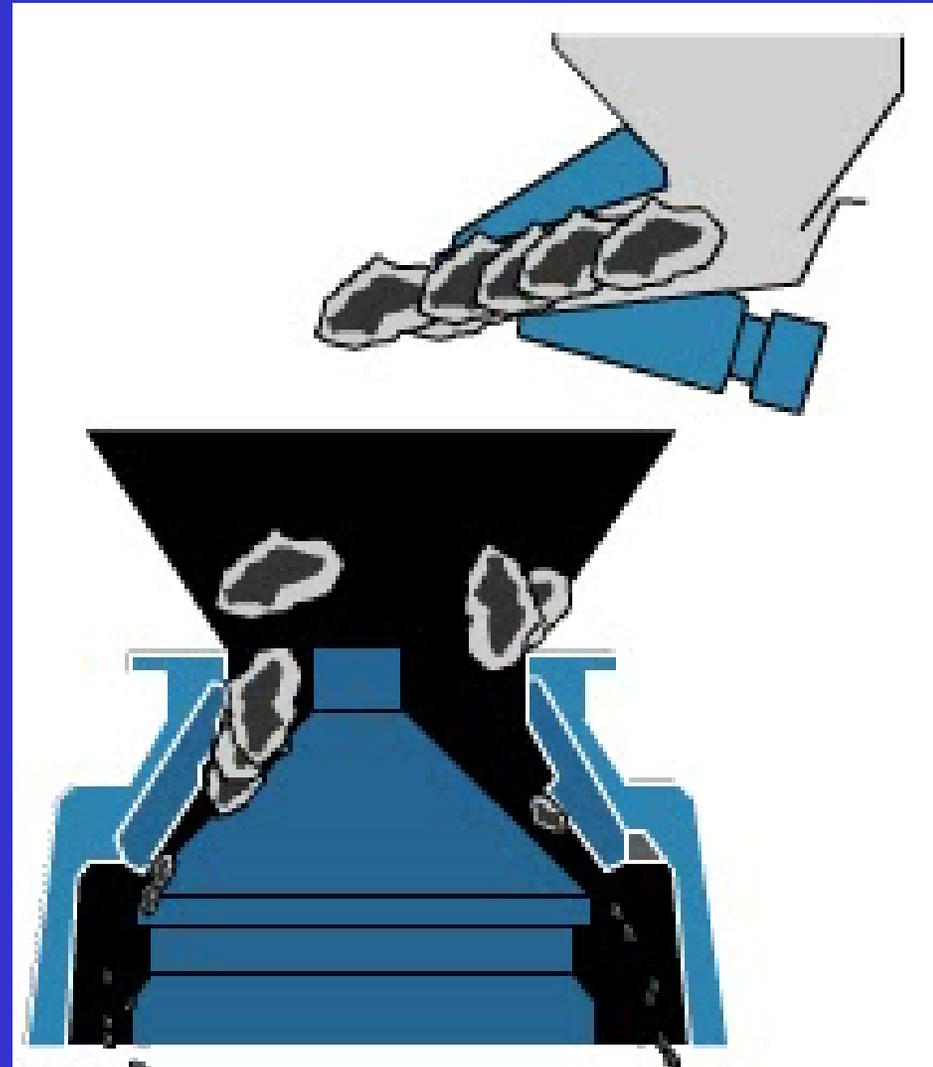
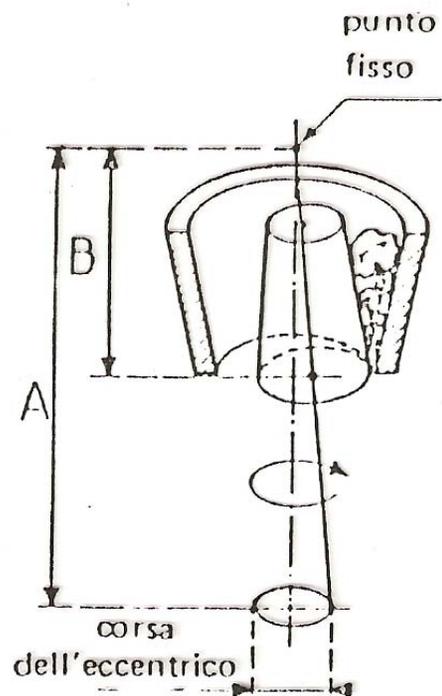
- Giratoria



MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura por compresión

- Giratoria



MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura por compresión

- Rodillos laminadores

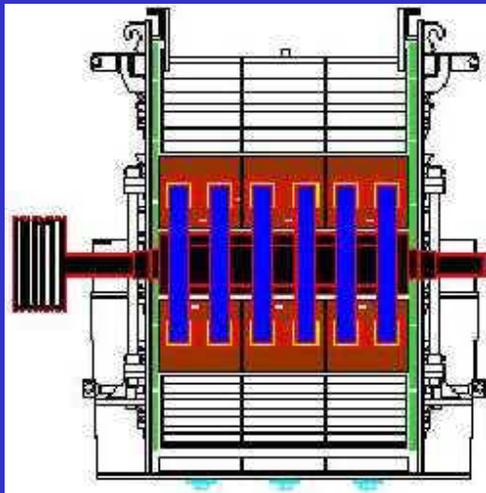


- Relación de trituración:
4 a 1 - 3 a 1
- Materiales lajosos

MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura por golpes

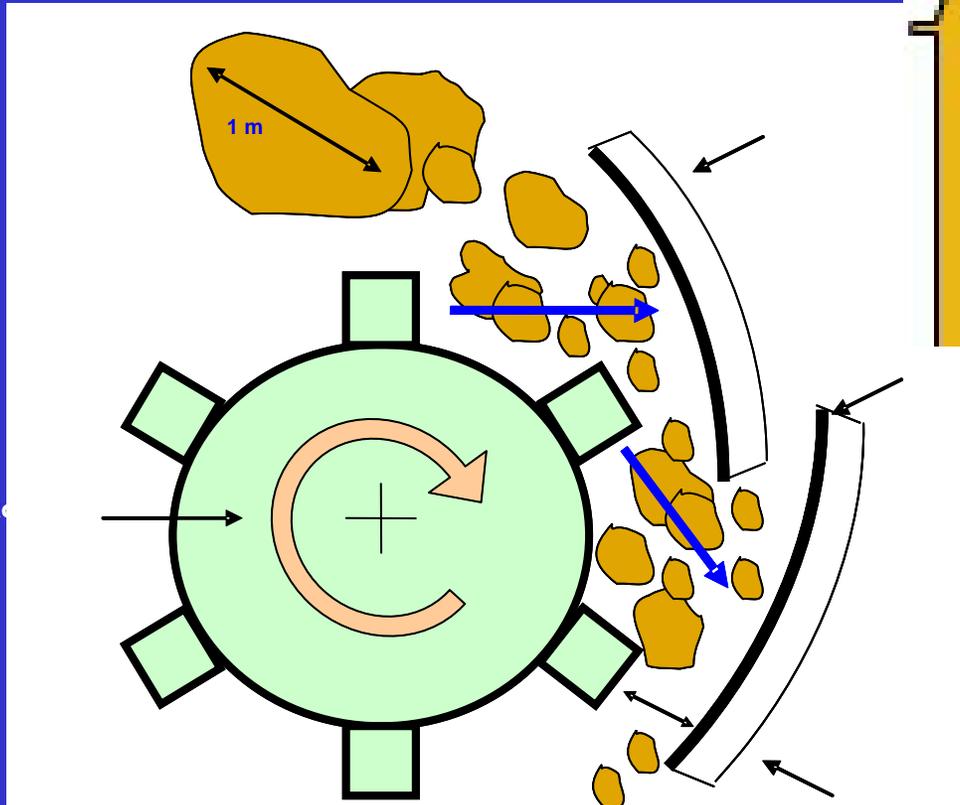
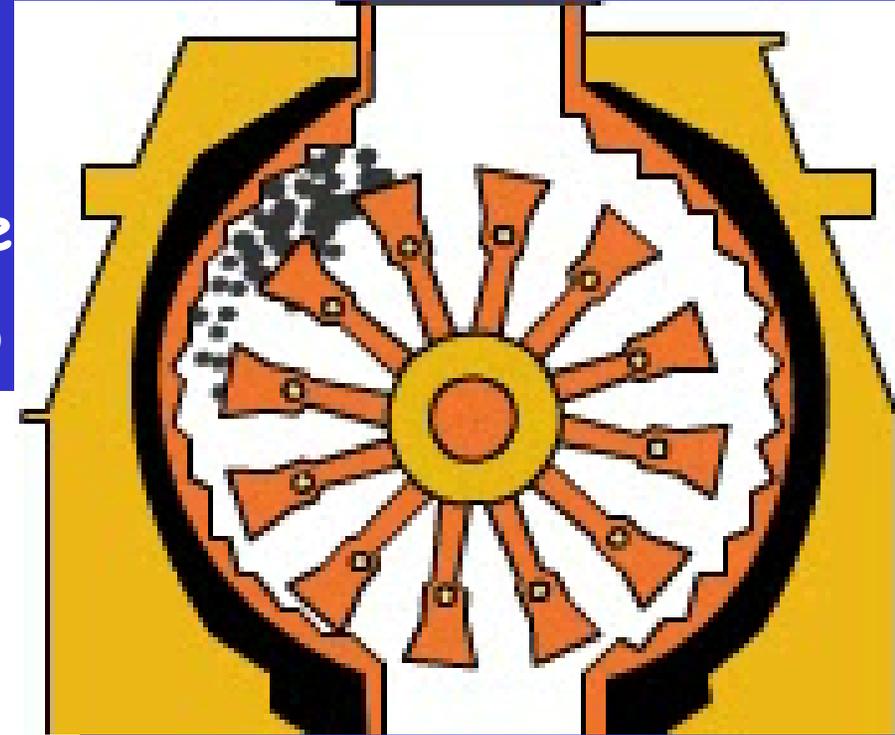
- Martillos oscilantes
- Martillos fijos y rotor doble
- Martillos fijos y rotor único



MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura por golpes

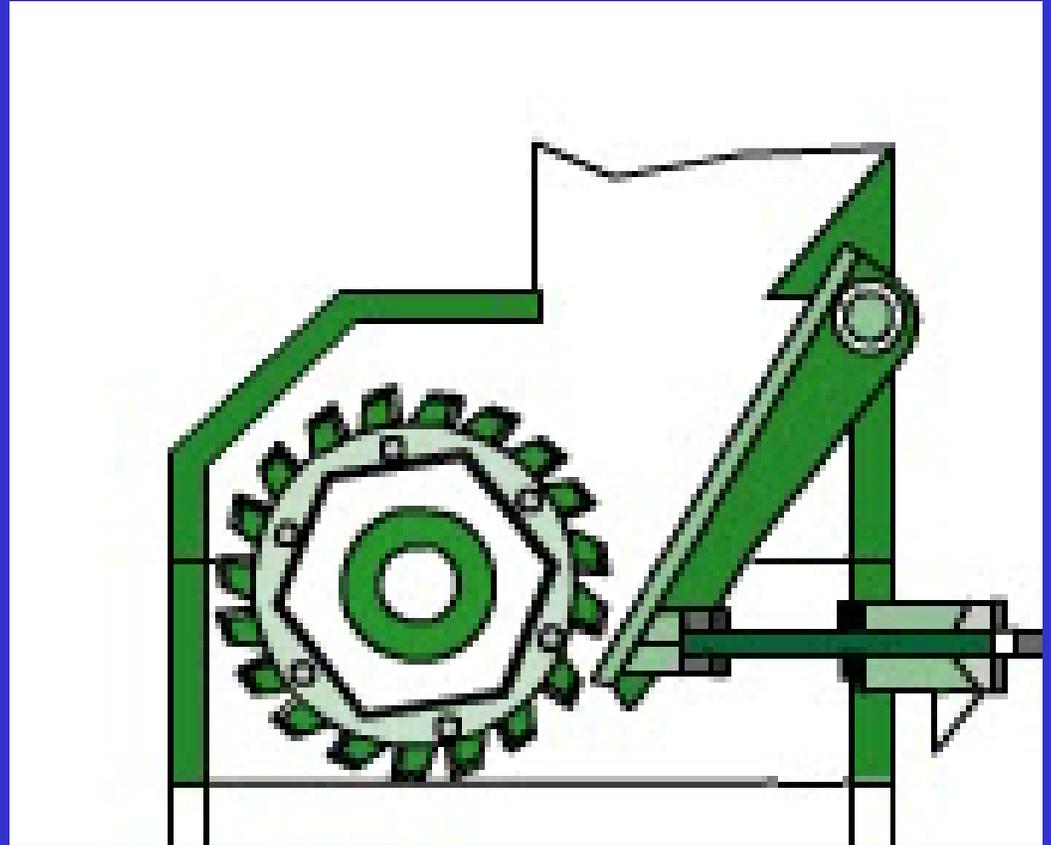
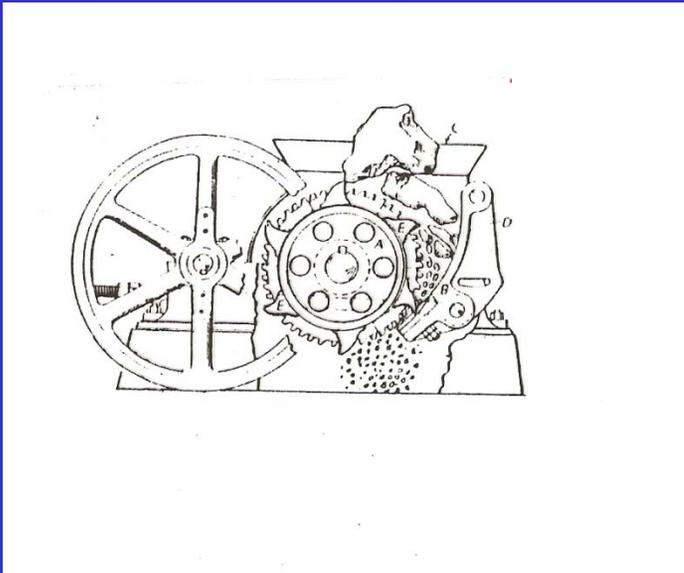
- Martillos oscilantes
- Martillos fijos y rotor doble
- Martillos fijos y rotor único



MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura combinada

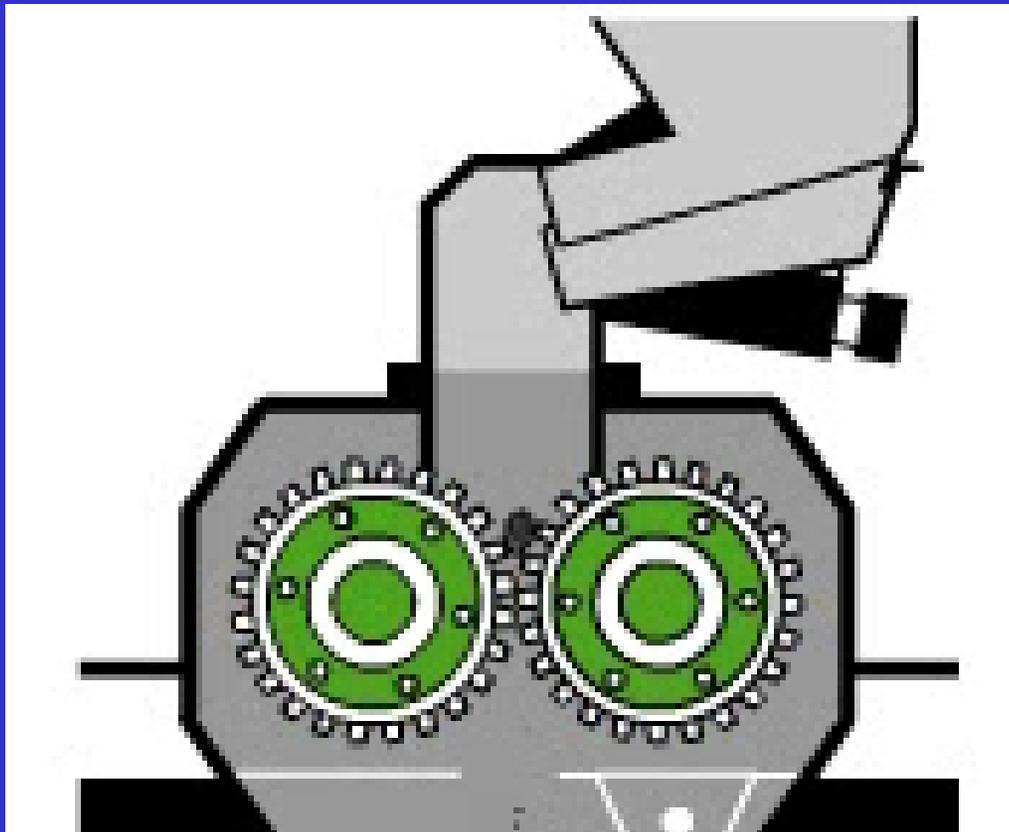
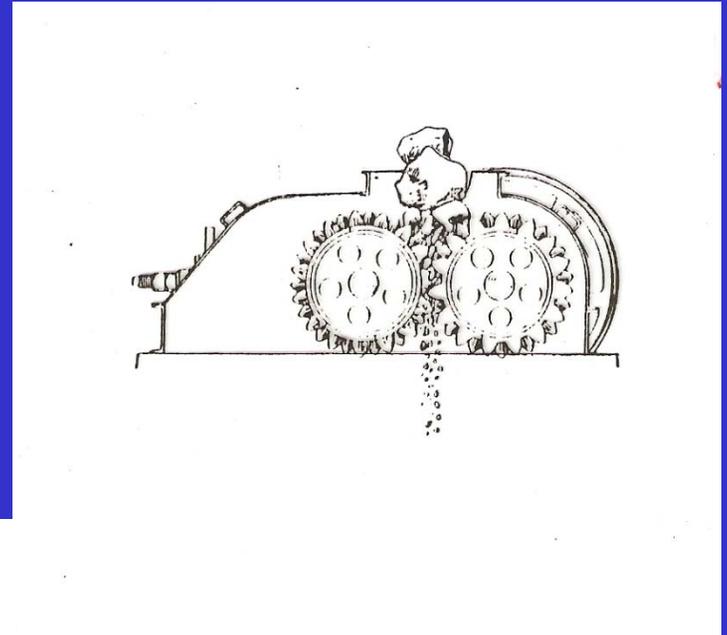
- Un rodillo dentado



MÁQUINAS TRITURADORAS

Rotura combinada

- Dos rodillos dentados



TRITURACIÓN DE ÁRIDOS

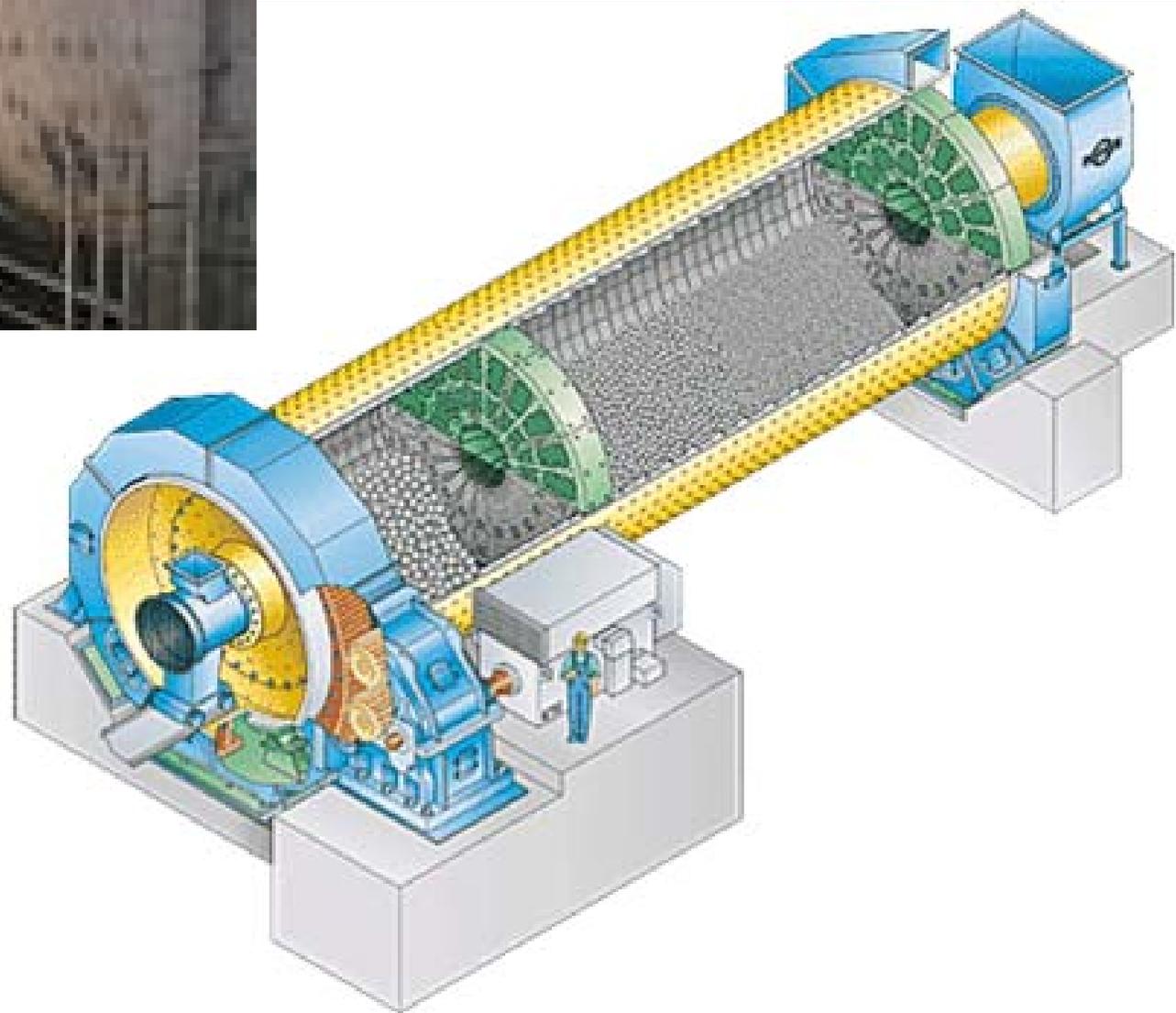
Según el tamaño obtenido

- **Primaria** 30 a 60 mm
- **Secundaria** > 1 mm
- **Molienda polvo**





MOLIENDA:
Molino de bolas



PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS



PLANTAS DE TRATAMIENTO DE ÁRIDOS



FORMA, SUPERFICIE, TEXTURA Y RESISTENCIA DE LOS GRANOS DEL ÁRIDO

Forma de los granos de los áridos:

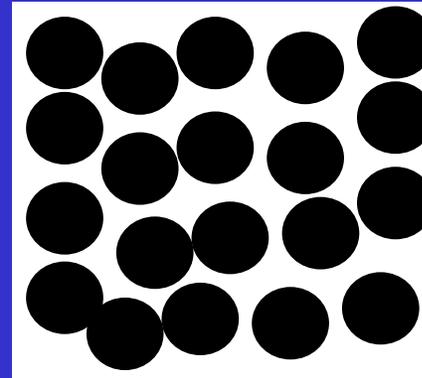
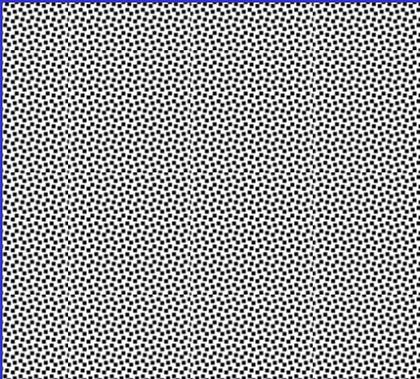
- Redondeados
- Laja
- Agujas



FORMA, SUPERFICIE, TEXTURA Y RESISTENCIA DE LOS GRANOS DEL ÁRIDO

Superficie y textura de los granos de los áridos

- Superficie específica



- Textura: lisos, ásperos, rugosos

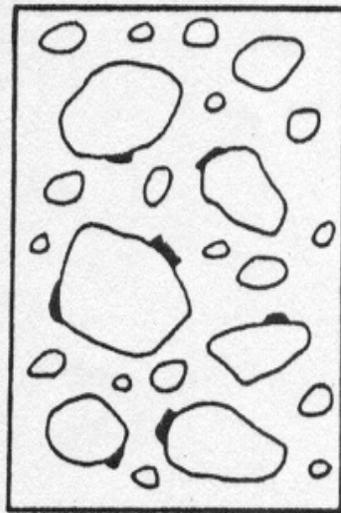
FORMA, SUPERFICIE, TEXTURA Y RESISTENCIA DE LOS GRANOS DEL ÁRIDO

Resistencia propia de la roca de los áridos:

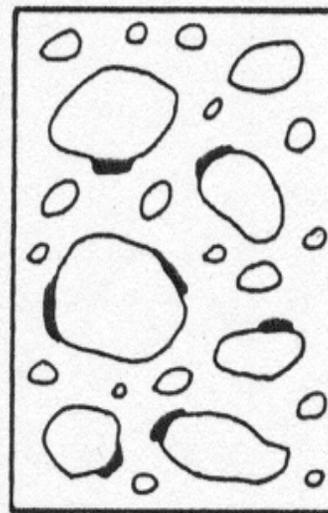
- Roca
- Pasta cementicia
- Interfase árido - pasta
- "Desgaste de los Ángeles"



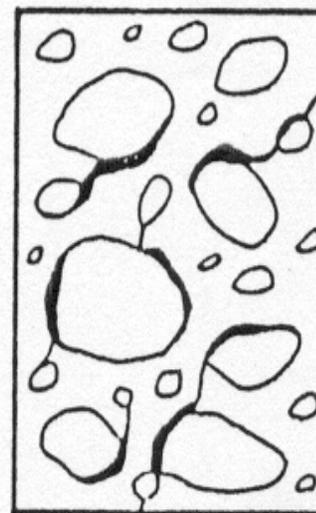
MECANISMO DE ROTURA



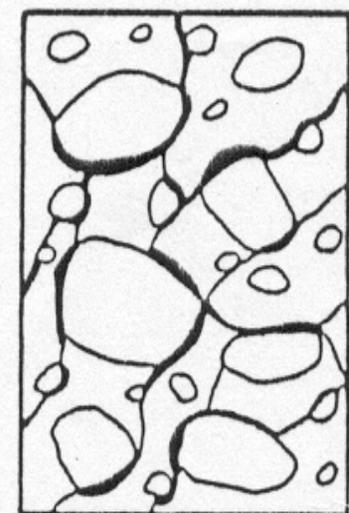
a) Nivel de
esfuerzo
0%
(sin carga)



b) Nivel de
esfuerzo
30-40%
del máximo



c) Nivel de
esfuerzo
70-80%
del máximo



d) Nivel de
esfuerzo
máximo
(ruptura)

FORMA, SUPERFICIE, TEXTURA Y RESISTENCIA DE LOS GRANOS DEL ÁRIDO

Resistencia propia de la roca de los áridos:

- Roca
- Pasta cementicia
- Interfase árido - pasta
- "Desgaste de los Ángeles"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Ingeniería Civil

Cátedra: Tecnología de los Materiales de
Construcción

Tema: " *IDONEIDAD DE LOS AGREGADOS* "

Ing. Civil Carlos E. Baronetto - Profesor adjunto
carlosbaronetto@gmail.com

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA LOS AGREGADOS DE PESO NORMAL

REQUISITOS GENERALES:

- NO DEBEN CONTENER SUSTANCIAS QUE AFECTEN LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD.
- NO DEBEN CONTENER SUSTANCIAS QUE PUEDAN PROVOCAR "RAS"
- PARA EL CASO DE BASALTOS EVALUAR SI TIENEN ARCILLAS EXPANSIVAS

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO FINO

1. REQUISITOS GENERALES:
2. GRANULOMETRIA
3. SUSTANCIAS NOCIVAS
4. MATERIA ORGANICA
5. ESTABILIDAD FRENTE A UNA SOLUCION DE SULFATO DE SODIO

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO FINO

1. REQUISITOS GENERALES:

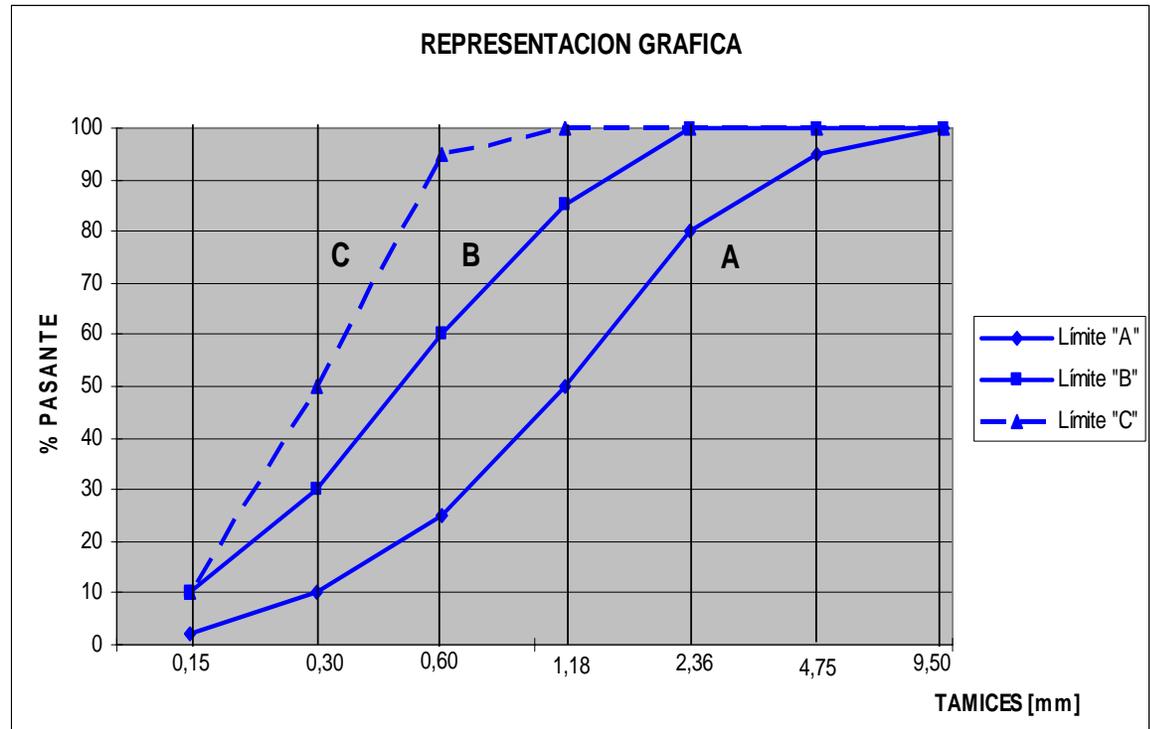
- DEBEN SER NATURALES Y SE ADMITE ARENAS DE TRITURACION EN $< 30\%$
- PARA $> 30\%$ SE DEBE DEMOSTRAR
- PARA $> 30\%$, SI ALTURA > 2 m, SI HAY ABRASION O CAVITACION:
 - VELOCIDAD DE EXUDACION $< 100 \times 10^{-6}$ cm/s
 - y CAPACIDAD $< 5\%$
- para $> H-20$, CONCHILLAS $< 30\%$

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO FINO

2. GRANULOMETRIA

- CONTINUA
- MF: ENTRE 2,3 Y 3,1



INFLUENCIA DE LA GRANULOMETRÍA EN LAS PROPIEDADES DEL HORMIGÓN

- Trabajabilidad y segregación
- Resistencia mecánica
- Requerimiento de agua y retracción del hormigón
- Durabilidad del hormigón
- Exudación
- Terminación superficial del hormigón

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO FINO

Tabla 3.4. Sustancias nocivas en el agregado fino

3

Sustancias nocivas	Unidad	Máximo Admisible	Método de Ensayo
Terrones de arcilla y partículas friables	g/100g	3,0	IRAM 1 647-94
Finos que pasan el Tamiz IRAM 75 µm - Hormigón expuesto a desgaste superficial - Otros hormigones		3,0 5,0	IRAM 1 540-86
Materias carbonosas - Cuando es importante el aspecto superficial - Otros casos		0,5 1,0	IRAM 1 647-94
Sulfatos, expresados como SO ₃		0,1	IRAM 1 647-94
Otras sales solubles		1,5	IRAM 1 647-94
Cloruros		---	Ver 2.2.7
Otras sustancias perjudiciales	g/100g	2,0	IRAM 1649-68

MAX < 5g/100 g para H° DESGASTE

MAX < 7g/100 g para OTROS

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO FINO

4. MATERIA ORGANICA

INDICE COLORIMETRICO (IRAM 1647)

MENOR de 500 g/100 g

5. ESTABILIDAD FRENTE A UNA SOLUCION DE SULFATO DE SODIO

LA FRACCION FINA RETENIDA EN EL TAMIZ DE 300 MICRAS < 10%

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO GRUESO

1. REQUISITOS GENERALES
2. GRANULOMETRIA
3. SUSTANCIAS NOCIVAS
4. ESTABILIDAD FRENTE A UNA SOLUCION DE SULFATO DE SODIO
5. DESGASTE LOS ANGELES
6. PARTICULAS LAJOSAS

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO GRUESO

1. REQUISITOS GENERALES

a) GRAVAS NATURALES, ROCA PARTIDA o MEZCLA

b) CONCHILLAS O FRAGMENTOS:

< 15% para T_{max} 13,2 mm

< 5% para T_{max} 26,5 mm

< 2% para T_{max} 37,5 mm

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO GRUESO

2. GRANULOMETRIA

DENTRO DE LAS CURVAS LIMITES PARA CADA T_{max} .

$T_{max} < 1/3$ ESPESOR DE LOSA

< 1/5 MENOR DIMENSION LINEAL

< 3/4 MINIMA SEPARACION HORIZONTAL O VERTICAL DE LA SEPARACION NETA DE ARMADURAS

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO GRUESO

3. SUSTANCIAS NOCIVAS

SUMA < 5 g/100g

Sustancias nocivas	Unidad	Máximo Admisible	Método de Ensayo
<input type="checkbox"/> Finos que pasan el tamiz IRAM 75 µm <input type="checkbox"/> Agregados gruesos naturales <input type="checkbox"/> Agregados gruesos de trituración, libres de arcilla (El índice de plasticidad de los finos menor de 2, Norma IRAM 10 502)	g/100g	1,0	IRAM 1 540-86
		1,5	
<input type="checkbox"/> Materias carbonosas <ul style="list-style-type: none"> • Cuando es importante el aspecto superficial • Otros casos 		0,5 1,0	IRAM 1 647-94
<input type="checkbox"/> Otras sustancias perjudiciales		5,0	IRAM 1 649-68
<input type="checkbox"/> Sulfatos, expresados como SO ₃		0,075	IRAM 1 647-94
<input type="checkbox"/> Otras sales solubles		1,5	IRAM 1 647-94
<input type="checkbox"/> Cloruros	—	Ver 2.2.7	IRAM 1 857 - En estudio

➤ REQUISITOS DE LOS AGREGADOS SEGÚN CIRSOC 201

PARA EL AGREGADO GRUESO

4. ESTABILIDAD FRENTE A UNA SOLUCION DE SULFATO DE SODIO

< 12%

5. DESGASTE LOS ANGELES

< 50%

< 30% PARA ACCION ABRASIVA SEVERA

6. PARTICULAS LAJOSAS Y ELONGADAS

< 40 g/100 g



EFFECTOS DE LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES

REQUISITOS	OBJETO	RIESGOS SI NO CUMPLEN
FINOS PASANTES TAMIZ 75 MICRAS	DETERMINACION CANTIDAD REAL DE ARENA	MAYOR RETRACCION MENOR RESISTENCIA
ESTABILIDAD FRENTE A UNA SOLUCION DE SULFATO DE SODIO	OBSERVAR RESISTENCIA AL INTEMPERISMO: HELADAS CONGELAMIENTO Y DESHIELO	MENOR RESISTENCIA
ESTABILIDAD DE ROCAS BASALTICAS POR INMERSION EN ETILEN GLICOL	DETERMINAR LA PRESENCIA DE ARCILLAS EXPANSIVAS (MONTMORILLONITAS)	DISGREGACION POR DESARROLLO DE FUERZAS EXPANSIVAS
PARTICULAS BLANDAS	MIDE LA RESISTENCIA DE LAS PARTICULAS AL RAYADO POR UNA AGUJA DE LATON	MENOR RESISTENCIA
DESGASTE LOS ANGELES	DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS ARIDOS FRENTE A LA ABRASION	MENOR RESISTENCIA MENOR RESISTENCIA AL DESGASTE SUPERFICIAL

EFECTOS DE LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES

REQUISITOS	OBJETO	RIESGOS SI NO CUMPLEN
MATERIAS CARBONOSAS	PRESENCIA DE PARTICULAS DE CARBON	MANCHAS ANOMALIAS EN EL FRAGUADO MENOR RESISTENCIA AL CONGELAMIENTO Y DESHIELO PARTES BLANDAS (MENOR RESISTENCIA)
PARTICULAS DESMENUZABLES	POSIBLES OQUEDADES	MENOR RESISTENCIA
MATERIA ORGANICA	SUSTANCIAS QUE:	INTERACCIONES EN EL FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO MENOR RESISTENCIA
SALES SOLIBLES (SULFATOS Y CLORUROS)	SUSTANCIAS QUE:	ALTERACIONES EN EL FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO AFECTAR LA DURABILIDAD
SUSTANCIAS REACTIVAS CON LOS ALCALIS DEL CEMENTO	MINERALES REACTIVOS	REACCION ALCALI-AGREGADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Ingeniería Civil

Cátedra: Tecnología de los Materiales de
Construcción

Tema: "AGREGADOS PÉTREOS, PREPARACIÓN,
PROPIEDADES, IDONEIDAD "

Ing. Civil Carlos E. Baronetto - Profesor adjunto
carlosbaronetto@gmail.com