

División: Pulverización

- La división consiste en promover la aparición de **superficies nuevas** libres.
- Para ello es necesario aporte de energía
- Si se aplica sobre sólidos secos y se obtiene partículas de reducido tamaño recibe el nombre de PULVERIZACIÓN.

Pulverización: Tipos

Según la **fente** de energía utilizada se distingue:

1. Mecánica

2. Eléctrica o anódica: como la obtención de plata coloidal u oro coloidal

3. Fisicoquímica:

- * por sublimación: iodo resublimado, azufre en flor
- * por cambio de disolventes: solución alcohólica de azufre, vertida sobre agua y desecada
- * por reacciones de doble descomposición:

OBJETIVOS DE LA PULVERIZACIÓN

- Las dimensiones de las partículas sólidas tienen una importancia fundamental en la producción de medicamentos eficaces, puesto que determina:
 - sus propiedades físicas y
 - sus propiedades **biofarmacéuticas**.

El tamaño de partícula condiciona tanto la eficacia del proceso tecnológico como el rendimiento del medicamento.

OBJETIVOS DE LA PULVERIZACIÓN

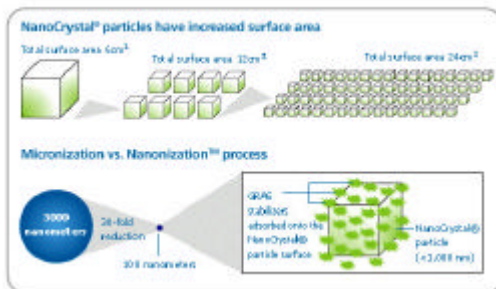
Características físicas

- Propiedades de flujo
- Capacidad de empaquetamiento
- Comportamiento durante el mezclado

OBJETIVOS DE LA PULVERIZACIÓN

Características biofarmacéuticas

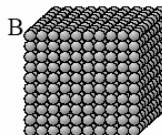
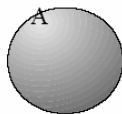
■ Velocidad de disolución



<http://www.nanocrystal.com/welcome.html>

One 100- μm particle (A) contains the same quantity of material as one-thousand 10- μm particles (B):

	A	B
Total number	1 particle	1000 particles
Diameter	100 μm	10 μm
Surface area	31,400 μm^2	314,000 μm^2
Total volume	524,000 μm^3	524,000 μm^3

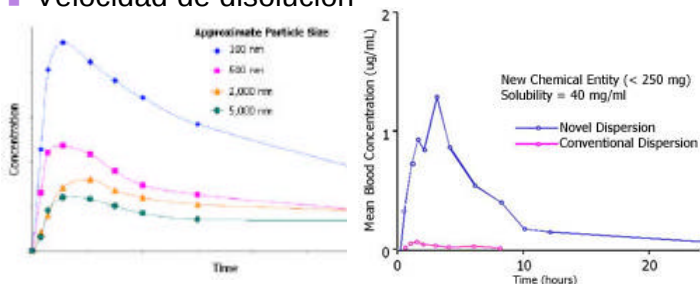


http://www.lasentec.com/technical_abstracts.html

OBJETIVOS DE LA PULVERIZACIÓN

Características biofarmacéuticas

■ Velocidad de disolución



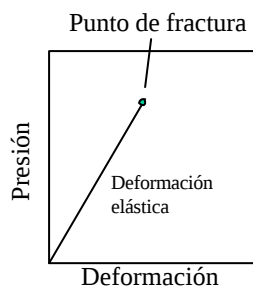
Precauciones

- Mayor susceptibilidad al ataque por agentes atmosféricos.
- Formación de distintos polimorfos (de menor estabilidad u propiedades fisicoquímicas y/o farmacológicas).
- Degradación por calor.
- Incremento en la carga eléctrica estática,
- La disminución del volumen aparente=compactación del polvo, provoca a veces un peor flujo.

Operaciones previas

- a) *Mondación* o separación de las partes inútiles (drogas vegetales)
- b) *Estabilización* de fermentos o enzimas.
- c) *Fragmentación* o división grosera,
- d) *Desecación*.

Ruptura de las partículas



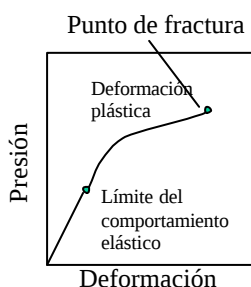
■ Características de los materiales

- Sólidos elásticos: p.ej. Sol.cristalinos
- Sólidos plásticos p.ej. Sol amorfos
- Materiales fibrosos: prod vegetales, materiales poliméricos
- Dureza: escala de Mohs

- Materiales elásticos:
 - la deformación cesa cuando cesa de aplicarse la fuerza.
 - Hay una relación lineal entre presión-deformación hasta que se alcanza el límite de fractura

- Materiales plásticos:
 - Cuando se supera el límite elástico las deformaciones pasan a ser permanentes.
 - Hay una relación presión-deformación no es lineal
 - Este comportamiento puede alterarse a bajas temperaturas

Ruptura de las partículas



■ Características de los materiales

- Sólidos elásticos: p.ej. Sol.cristalinos
- Sólidos plásticos p.ej. Sol amorfos
- Materiales fibrosos: prod. vegetales, materiales poliméricos
- Dureza: escala de Mohs

Mecanismos

- a) *Compresión*, que se usa para reducción grosera de sólidos duros.
- b) *Impacto* o golpeo, por ejemplo, pulverización mediante martillos.
- c) *Rozamiento* o erosión. Sólo es adecuada para metariales blandos.
- d) *Cortado*,
- e) *Desgarramiento*, que se aplica también a materiales blandos.

Consumo de energía

- ~un 2 % del consumo total de energía produce aparición de nuevas superficies;
- el resto se pierde en deformación plástica de las partículas, deformación de las partes metálicas del dispositivo, fricciones interpartículas, rozamiento de las partículas con las paredes del dispositivo, calor, sonido y vibraciones.

Consumo de energía

- Ley general: se admite que la energía a aportar depende del tamaño de partícula, de manera exponencial, es decir:

$$\frac{dE}{dL} = -c \cdot L^p$$

en la que dE es la cantidad de energía necesaria para producir un cambio en el tamaño dL, de la unidad de masa del material y c y p son constantes.

- Ley de Kick, p= -1

$$E = c \cdot \ln \frac{L_1}{L_2}$$

- Es adecuada para el tratamiento de material grueso y de características elásticas.

- Ley de RITTINGER p=-2

$$E = c \cdot \left(\frac{1}{L_1} - \frac{1}{L_2} \right)$$

- Resulta indicativa para describir el proceso de molienda fina de cuerpos quebradizos.

Dispositivos Pulverización

- **4.1 Métodos por cortado:**
 - Molino de hélices: El ámbito de reducción va de 500 a 50000 μm .
- **4.2 Métodos por compresión:**
 - Molinos de muelas: 50 a 10000 μm
 - Molino de cilindros: de 1000 a 100000 μm
- **4.3 Métodos por impacto:**
 - Pulverizadores por vibración : 1 a 1000 μm
 - Molino de martillos: de 50 a 7000 μm
- **4.4 Métodos por rozamiento:**
 - Cilindros a alta velocidad: Consiguen partículas entre 1 y 200 μm .
- **4.5 Métodos por impacto y rozamiento:**
 - Molino de bolas, 1 y 200 μm
 - micronizador, 1 y 50000 μm
 - molino de puntas o vástagos, 10 y 10000 μm .

Tipo de pulverización

- Grosera: tamaños superiores a 840 μm
- Intermedia 840 μm - 75 μm
- Fina < 75 μm
- Ultrafina ~ 1 μm

Molino de hélices o cuchillas



- Mecanismos fundamental :cortado
- Sistema de pulverización grosera o intermedia
 - Granulados secos
 - Drogas vegetales

www.pharmaceutical-technology.com/contractors/process_automation/frewitt/index.html

Molinos (mills)



Molino de muelas

- **Features**
- Product fineness adjustable during operation.
- Uniform product size assured by spring-loaded grinding discs.
- Fine grinding for dry, friable materials

Imágenes tomadas de www.sturtevantinc.com

Molinos (mills)



Jaw Crushers

- **Features**
- Materials reduced by compression and shear between jaw plates.
- Product size adjustable during operation.
- Minimal fines production.
- Up to 8:1 material reduction ratio.
- Coarse and intermediate crushing

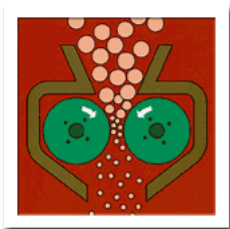
Imágenes tomadas de www.sturtevantinc.com

UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

Depto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica® Prof. Marival Bermejo

21

Molinos (mills)



Molinos de rodillos

- **Features**
- Material reduced by compression between opposing rolls.
- Uniform granular product with minimal fines.
- Hardened rolls for low wear.
- Product size adjustable during operation.
- Up to 4:1 material reduction ratio.

Imágenes tomadas de www.sturtevantinc.com

UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

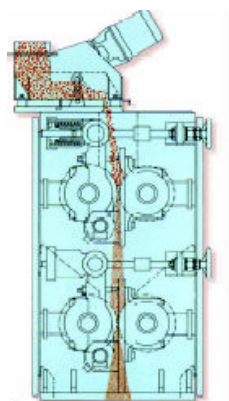
Depto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica® Prof. Marival Bermejo

22

Molinos de rodillos

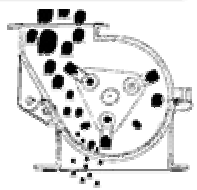


www.bulkprocessequipment.com/



Molinos de martillos

Molinos (mills)



- **Features**
- Material reduced by impact from swinging bar hammers.
- Product size controlled by grates or screen sizes.
- Materials reduced to granular powder at high rate.
- Easy access for maintenance and screen change

Imágenes tomadas de www.sturtevantinc.com

Molinos de martillos



Molinos (mills)



http://www.pharmaceutical-technology.com/contractors/process_automation/frewitt/frewitt3.html

Molinos (mills)

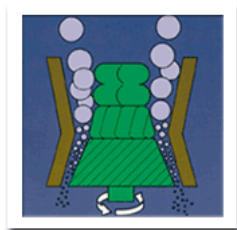


- The vibration ball mill grinds by means of the impact effect of a ball of 50 or 70mm diameter in the grinding dish. The grinding equipment is set into vibratory motion by an electromagnetic vibration drive at 3000 vertical oscillations per minute of 0-3mm.
- The fracture behaviour if the feed material and the duration of the grinding process influence the end fineness.
- Initial grain size < 6 mm
- Final fineness < 10 μm

Molinos de vibración

www.ejpayne.com

Molinos (mills)



Molino coloidal

- **Features**
- Materials reduced by shear between rotating grinding nuts and case wall liner.
- Creates uniform granular product.
- Product fineness adjustable during operation.
- Fine to coarse crushing capabilities for soft and moderately hard materials

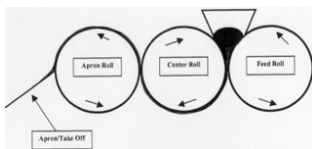
Imágenes tomadas de www.sturtevantinc.com

UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

Depto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica® Prof. Marival Bermejo

27

Molinos (mills)



Molino de cilindros

- **Features**
- The material to be milled is placed between the feed and center rolls.
- Each adjacent roll rotates at progressively higher speeds.
- For example; the feed roll may rotate at 30 rpm, the center roll at 90 rpm and the apron roll at 270 rpm.
- Material is transferred from the center roll to the apron roll by adhesion.
- The dispersion is achieved by the shear forces generated between the adjacent rolls.
- The milled material is removed from the apron roll by a knife that runs against the roll.

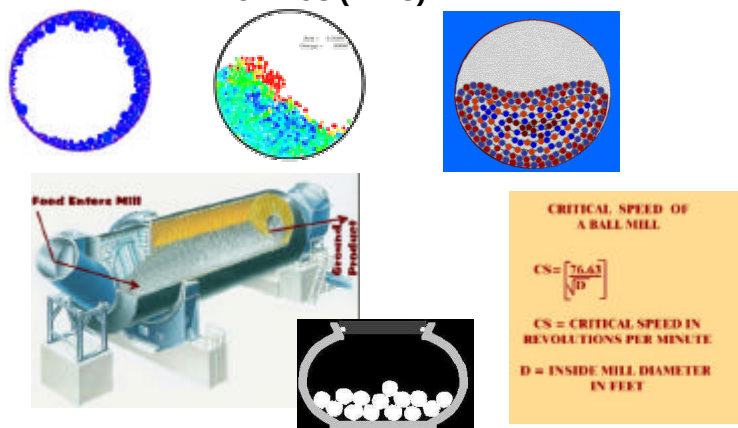
Imágenes tomadas de www.sturtevantinc.com

UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

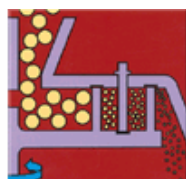
Depto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica® Prof. Marival Bermejo

28

Molinos (Mills)



Molinos (mills)

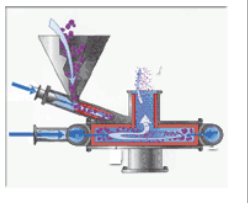


Pin Mill

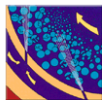


Molino de puntas o vástagos

Molinos (mills)



Micronizador



Micronizer

- **Features**
- Narrow particle size distribution
- Spherical uniform particle shape
- No heat build-up
- No product contamination
- Low maintenance
- Simple operation
- Sanitary designs require no tools
- Easy to clean or autoclave
- Runs on bottled gas or compressed air

Imágenes tomadas de www.sturtevantinc.com

UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

Depto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica® Prof. Marival Bermejo

31

SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO PULVERIZADOR

- Aspectos a considerar:
 - la **forma** de las partículas, (relacionado con el mecanismo)
 - la **proporción de finos** a que dan origen.
 - la **relación de reducción**, (admiten partículas por debajo de un tamaño mínimo y producen partículas por encima de un tamaño mínimo).
 - la cantidad de **masa** a tratar
 - el **coste** del proceso y del mantenimiento del aparataje.
 - las **características del material**:
 - dureza,
 - elasticidad,
 - superficie,
 - erosionabilidad,
 - humedad
 - termolabilidad.

UNIVERSITAT
ID VALÈNCIA

Depto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica® Prof. Marival Bermejo

32