

# OPERACIONES UNITARIAS AGROINDUSTRIALES II

**Ing. Williams E. Castillo Martinez**

**<http://louyauns.blogspot.com/>**

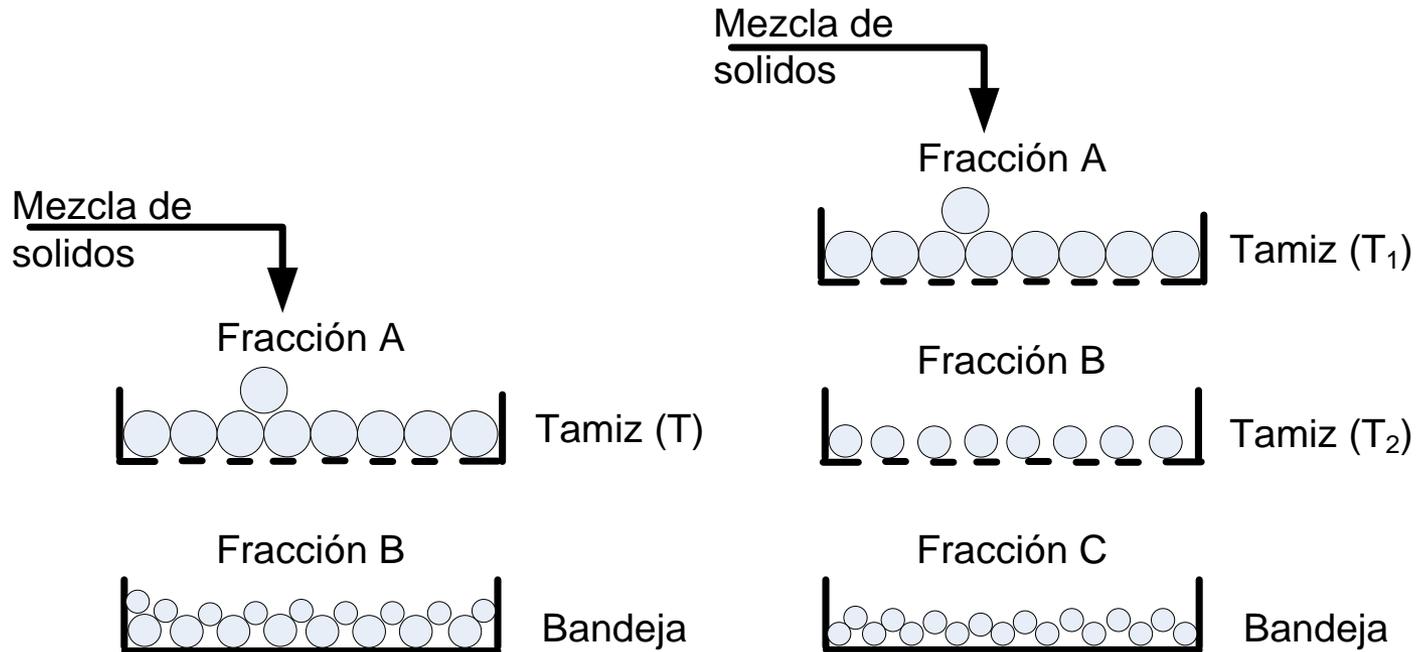
**E-mail: [williamsscm@hotmail.com](mailto:williamsscm@hotmail.com)**

**[louyauns@yahoo.es](mailto:louyauns@yahoo.es)**

## TAMIZADO

# TAMIZADO

- Un tamiz consiste en una malla o superficie perforada, cuyos orificios tienen un tamaño uniforme.



**Separación de una mezcla de sólidos por tamizado: a) Separación de dos fracciones A y B mediante un único tamiz T, b) Separación en tres fracciones A, B y C mediante 2 tamices T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>.**

# TAMIZADO

- En la Industria Alimentaria los tamices suelen utilizarse con diferentes propósitos:
  - Limpieza de alimentos o de materias primas para la fabricación de alimentos. En este tipo de aplicaciones se utiliza un tamiz para separar aquellos componentes indeseables cuyo tamaño sea diferente al de los productos de interés.
  - Separación de una mezcla de partículas sólidas en un número pequeño de fracciones (3 o 4), de tamaño más homogéneo que la mezcla original, para su comercialización. esta aplicación se denomina clasificación de los alimentos por tamaño.



# TAMIZADO

- En la Industria Alimentaria los tamices suelen utilizarse con diferentes propósitos:
  - Análisis de mezclas heterogéneas de partículas sólidas con el fin de obtener información sobre su distribución de tamaños, superficie esférica, etc. En este caso, que se denomina análisis por tamizado de productos granulares o pulverulentos, suele requerirse la separación de la mezcla original en un número mayor de fracciones que en el caso anterior.



# ANÁLISIS POR TAMIZADO DE PRODUCTOS GRANULARES O PULVERULENTOS

- Para la obtención de la distribución de tamaños de partícula en una mezcla heterogénea de sólidos se utilizan las series de tamices normalizados.
- Los tamices se fabrican con tela de alambre, aberturas cuadradas, existiendo una relación constante entre los diferentes tamices de cada serie.
- Cada tamiz se caracteriza por el número de mallas por pulgada de longitud de hilo.



# ANÁLISIS POR TAMIZADO DE PRODUCTOS GRANULARES O PULVERULENTOS

- La relación entre la abertura del tamiz (también denominada luz) y el número de mallas es función del diámetro del hilo y por tanto puede ser diferente de una serie a otra de tamices normalizados. Dicha relación se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\text{Luz}(cm) = \frac{2.54cm}{n.^{\circ} \text{ mallas}} - \text{Diámetro del hilo} \quad [cm]$$



# ANÁLISIS POR TAMIZADO DE PRODUCTOS GRANULARES O PULVERULENTOS

- Las series normalizada de tamices mas utilizadas son las siguientes:
  - AFNOR(francesa)
  - DIN(alemana)
  - UNI(italiana)
  - TYLER y ASTM (norteamericanas)



# ANÁLISIS POR TAMIZADO DE PRODUCTOS GRANULARES O PULVERULENTOS

**Serie normalizada de tamices Tyler**

<b>Numero de mallas</b>	<b>Luz de malla (mm)</b>	<b>Diámetro Del hilo (mm)</b>
3	6.680	1.778
4	4.699	1.651
6	3.327	0.914
8	2.362	0.812
10	1.651	0.889
14	1.168	0.635
20	0.833	0.436
28	0.589	0.317
35	0.417	0.309
48	0.295	0.233
65	0.08	0.182
100	0.147	0.106
150	0.104	0.066
200	0.074	0.053

# ANÁLISIS POR TAMIZADO DE PRODUCTOS GRANULARES O PULVERULENTOS

- Se denomina  $\phi_i$  a la cantidad de sólido retenida en el tamiz , expresada como tanto por uno en peso del total de la muestra analizada.
- Los resultados de un análisis por tamizado se pueden presentar tanto en forma de tablas como de gráficos. En cualquiera de los dos casos estos resultados se pueden expresar en forma diferencial o acumulativa.



# ANÁLISIS POR TAMIZADO DE PRODUCTOS GRANULARES O PULVERULENTOS

- El análisis diferencial es la representación directa de frente al tamaño de partículas. Es decir, en este tipo de análisis se le asigna a cada tamiz el tanto por uno en peso retenido sobre el mismo.
- En el análisis acumulativo se adjudica a cada tamiz la suma de su correspondiente con los valores de de los tamices superiores, es decir:

**Tamiz 1:**  $\sum \phi_1 = \phi_1$

**Tamiz 2:**  $\sum \phi_2 = \phi_1 + \phi_2 = \sum \phi_1 + \phi_2$

**Tamiz 3:**  $\sum \phi_3 = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = \sum \phi_2 + \phi_3$

**Tapadera:**  $\sum \phi_n = \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_n = \sum \phi_{n-1} + \phi_n = 1$

# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECÍFICA, TAMAÑO MEDIO Y NÚMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

- En una muestra de partículas de tamaño uniforme  $D_p$ , volumen de partícula  $v_p$  y superficie de partículas  $S_p$  el número de partículas  $N$  es:

$$N = \frac{\text{Masa de las partículas}}{\text{masa de 1 partícula}} = \frac{M}{\rho_P v_P}$$

Siendo

$\rho_P$  = la densidad de las partículas.



# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECÍFICA, TAMAÑO MEDIO Y NÚMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

- El área total de las partículas

$$A = NS_p = N \left( \frac{6v_p}{\phi_s D_p} \right) = \frac{M}{\rho_p v_p} \left( \frac{6v_p}{\phi_s D_p} \right) = \frac{6M}{\phi_s \rho_p D_p}$$

$\phi_s$  = Esfericidad de la partícula:

$D_p$  = Diámetro medio de la partícula d

$v_p$  = Volumen de partícula

$S_p$  = Superficie de partícula

$N$  = Número de partículas

$M$  = Masa de las partículas

$\rho_p$  = Densidad de las partículas.



# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA, TAMAÑO MEDIO Y NUMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

- Superficie específica  $A_w$  [ $m^2/g$  de muestra]

$$A_w = \frac{6}{\phi_S \rho_P \overline{D}_{P_1}} \phi_1 + \frac{6}{\phi_S \rho_P \overline{D}_{P_2}} \phi_2 + \dots + \frac{6}{\phi_S \rho_P \overline{D}_{P_n}} \phi_n = \frac{6}{\phi_S \rho_P} \sum_{i=1}^n \frac{\phi_i}{\overline{D}_{P_i}}$$

$\phi_S$  = Esfericidad de la partícula:

$\overline{D}_{P_i}$  = Diámetro medio de la partículas retenidas en el tamiz i

M = Masa de las partículas

$\rho_P$  = Densidad de las partículas.

$\phi_i$  = Fracción másica retenida



# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA, TAMAÑO MEDIO Y NUMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

- Tamaño medio de las partículas.

- Para una mezcla de partículas pueden definirse diferentes valores medios del diámetro. El más utilizado es el diámetro medio volumen – superficie  $\overline{D}_s$  definido de la siguiente forma.

$$\overline{D}_s = \frac{6}{\phi_S A_W \rho_P} \quad \longrightarrow \quad \overline{D}_s = \frac{6}{\phi_S \rho_P} \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\phi_i}{D_{Pi}}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\phi_i}{D_{Pi}}}$$

$\rho_P$  = Densidad de las partículas.

$\phi_S$  = Esfericidad de la partícula:

$A_W$  = Superficie específica

$D_{pi}$  = Diámetro medio de la partículas retenidas en el tamiz  $i$

$\phi_i$  = Fracción másica retenida

# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA, TAMAÑO MEDIO Y NUMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

- Tamaño medio de las partículas.
  - En ocasiones también se utiliza el Diámetro medio de masa ( $D_W$ ) definido como:

$$D_W = \sum_{i=1}^n \phi_i \overline{D_{Pi}}$$

$\overline{D_{pi}}$  = Diámetro medio de la partículas retenidas en el tamiz i  
 $\phi_i$  = Fracción másica retenida



# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA, TAMAÑO MEDIO Y NUMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

## ○ Tamaño medio de las partículas.

- Diámetro medio aritmético ( $\overline{D_N}$ ) que se obtiene en función del porcentaje en un número de partículas de cada tamaño y el diámetro medio de las mismas:

$$\overline{D_N} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \overline{D_{Pi}}}{\sum_{i=1}^n N_i} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \overline{D_{Pi}}}{N_T}$$

$\overline{D_{Pi}}$  = Diámetro medio de la partículas retenidas en el tamiz i

$N_T$  = Número total de partículas en la mezcla

$N_i$  = Número de partículas de la fracción .



# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA, TAMAÑO MEDIO Y NUMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

- Numero de partículas por gramo de la mezcla ( $N_w$ ).

$$N_i = \frac{1}{\rho_p a \overline{D_{pi}^3}} \left[ \frac{\text{Partícula de la fracción } i}{\text{g de la partícula } i} \right]$$

$\rho_p$  = Densidad de las partículas.

$a$  = Factor de Forma Volumétrico

$\overline{D_{pi}}$  = Diámetro medio de la partículas retenidas en el tamiz  $i$



# DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA, TAMAÑO MEDIO Y NUMERO DE PARTÍCULAS DE UNA MEZCLA HETEROGÉNEA DE PARTÍCULAS.

- Numero de partículas por gramo de la mezcla ( $N_w$ ).

Por lo tanto, la medida aritmética de una mezcla de partículas de diferente tamaño será:

$$\begin{aligned} N_w &= N_1\phi_1 + N_2\phi_2 + \dots + N_n\phi_n = \\ &= \frac{1}{\rho_p a \overline{D}_{p_1}^3} \phi_1 + \frac{1}{\rho_p a \overline{D}_{p_2}^3} \phi_2 + \dots + \frac{1}{\rho_p a \overline{D}_{p_n}^3} \phi_n = \frac{1}{\rho_p a} \sum_{i=1}^n \frac{\phi_i}{\overline{D}_{p_i}^3} \end{aligned}$$

$\overline{D}_{p_i}$  = Diámetro medio de la partículas retenidas en el tamiz i

$\rho_P$  = Densidad de las partículas.

a = Factor de Forma Volumétrico

$\phi_i$  = Fracción másica retenida



# OPERACIONES UNITARIAS AGROINDUSTRIALES II

**Ing. Williams E. Castillo Martinez**

**<http://louyauns.blogspot.com/>**

**E-mail: [williamsscm@hotmail.com](mailto:williamsscm@hotmail.com)**

**[louyauns@yahoo.es](mailto:louyauns@yahoo.es)**

## TAMIZADO

