

# Unidad de proceso: Secado

Dailyn Alexandra Ibagué Rubiano- 20182180073  
Maria Alejandra Sabogal Ochoa- 20182180057  
Johan Ricardo Franco Marin- 20182180047  
Luis Francisco Becerra Rico- 20182780007



# Tabla de contenidos

Definición y principios

01

03

Descripción de equipos

Aplicaciones en Ingeniería Ambiental

02

04

Ejemplo Aplicado  
de Balance de materia

**01**

**Descripción  
de la  
operación  
unitaria**



# Secado

El secado es una operación unitaria simultánea de transferencia de calor y de masa, el calor es necesario para evaporar la humedad, la cual es removida de la superficie del producto por medio de un agente secador externo generalmente aire.(LUIS CEDEÑO, 2016)

# Operación unitaria de Secado

## Objetivos

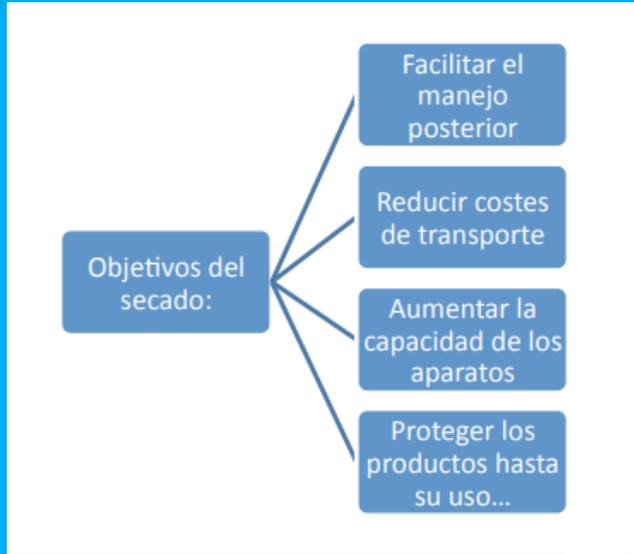


Diagrama 01.

## Principios

Físico Químicos

Termodinámicos

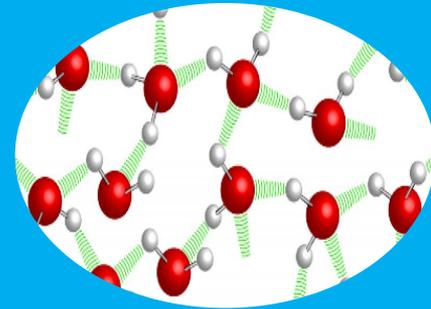


Diagrama 02.

# Importancia del secado como Operación unitaria

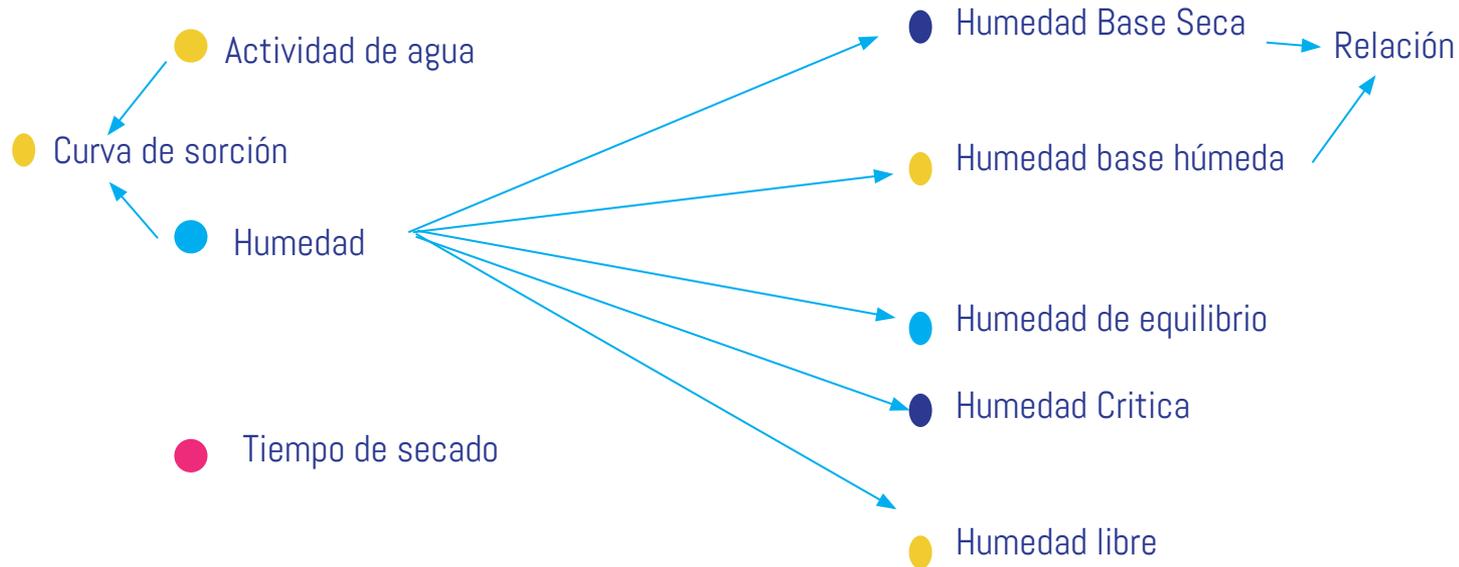


Diagrama 03.



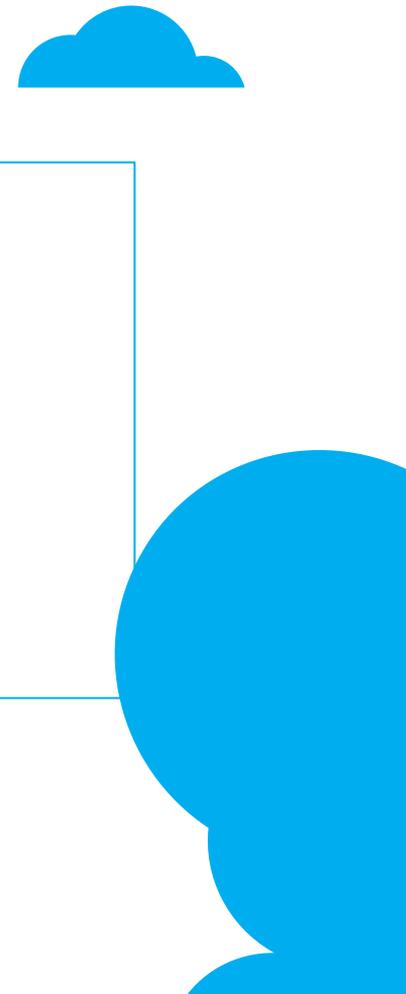
Diagrama 04.

# Parámetros–Variables de diseño del secador



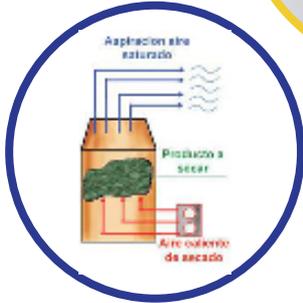


02



# Aplicaciones en Ingeniería Ambiental

# Aplicaciones en general

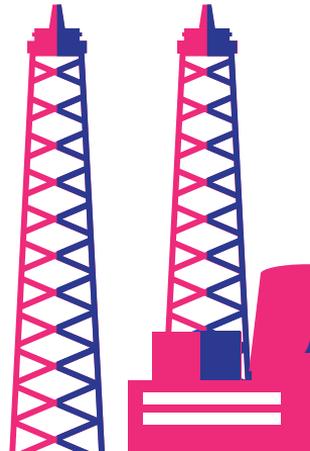


La operación unitaria de secado tiene un rol fundamental a nivel industrial en los sectores de

- Alimentos
- Maderas
- Industria química
- Textil
- Metalúrgica
- Minería

# Algunos ejemplos aplicados a la Ing. Ambiental del proceso de secado

- Recuperación Parcial del Concentrado de la Porquinaza, una Alternativa Ambiental y Económica.<sup>1</sup>
- Aprovechamiento sostenible de los desperdicios de transformación primaria de Pinus sp para el secado de Madera in Situ.<sup>2</sup>
- Diseño y elaboración de utensilios biodegradables a partir de la fibra del tallo de banano (Musa paradisiaca) como alternativa de uso para mitigar impactos ambientales causados por el plástico.<sup>3</sup>
- Evaluación de un sistema de secado con energía solar, para deshidratar los residuos orgánicos generados en el restaurante del bloque d de la universidad libre sede bosque popular.<sup>4</sup>



# Secado de lodos provenientes de PTAR

En este proceso básicamente se consigue reducir el peso y volumen de estos residuos, generalmente mediante procedimientos radiación en lechos de secado.

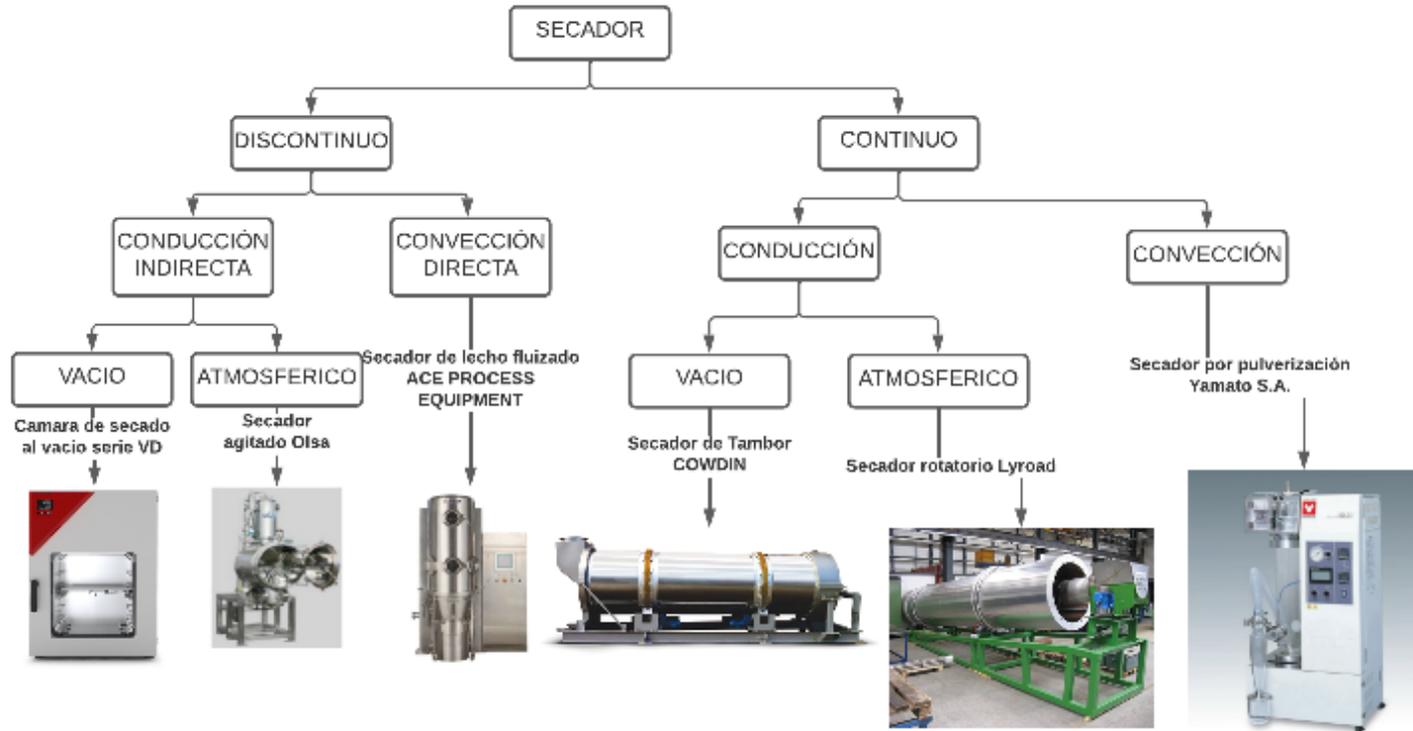
- Eliminación de bacterias patógenas en lodos residuales durante el secado solar.<sup>5</sup>
- Evaluación de un sistema de centrifugación para el secado de lodos generados en el tratamiento de aguas residuales en la curtiembre El Escorpión del municipio de Villapinzón, Cundinamarca.<sup>6</sup>
- Tratamiento de los lodos generados en la planta potabilizadora de Mahuarcay mediante el uso de un lecho de secado.<sup>7</sup>



03

Descripción  
de equipos

# Clasificación



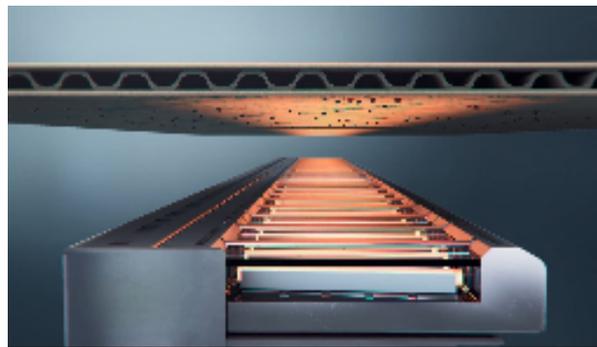
# CLASIFICACIÓN

<b>DISCONTINUO</b>	<b>CONTINUO</b>
LOTES CICLOS DE TIEMPO ESPECÍFICO	SIN INTERRUPCIONES ALIMENTACIÓN Y OPERACIÓN CONSTANTE
<b>CONDUCCIÓN</b>	<b>CONVECCIÓN</b>
INDIRECTOS- TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DE UNA PARED DE RETENCIÓN	DIRECTO- TRANSMISIÓN DE CALOR POR MEDIO DE GASES EN CONTACTO DIRECTO
<b>VACIO</b>	<b>ATMOSFERICO</b>
Aislamiento Reduce el punto de evaporación	Condiciones de presión acordes al ambiente.

# Otros Secadores

## Radiación

Calor radiante como fuente primaria de energía



## Dielectric

Frecuencias electromagnéticas con frecuencias entre 1 y 100 MHz



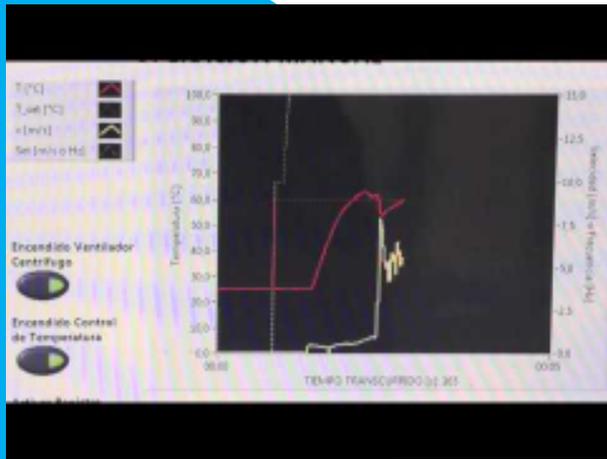
# SECADORES MAS USADOS

Secado por Aspersión

Secador  
Rotatorio

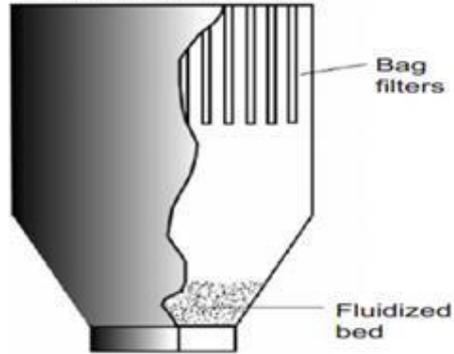
Secador de Lecho fluidizado

# SECADORES DE LECHO FLUIDIZADO

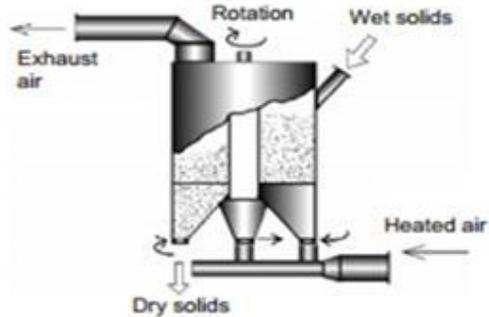


# Proceso

**BATCH FLUIDIZED BED DRYERS**



**SEMI-CONTINUOUS FLUIDIZED BED DRYERS**



**WELL-MIXED, CONTINUOUS FLUIDIZED DRYERS**

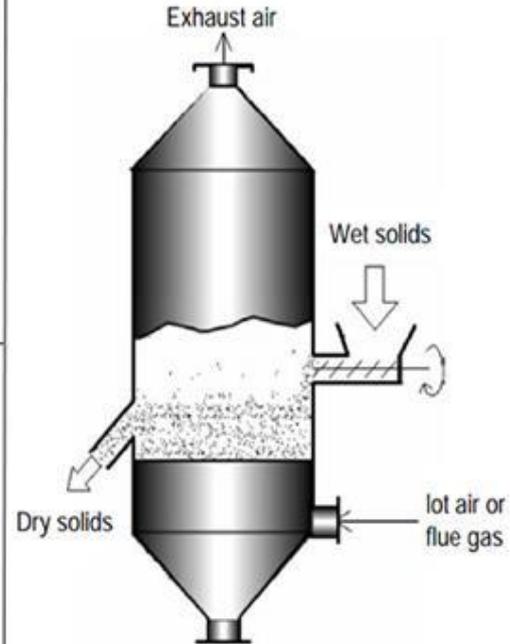
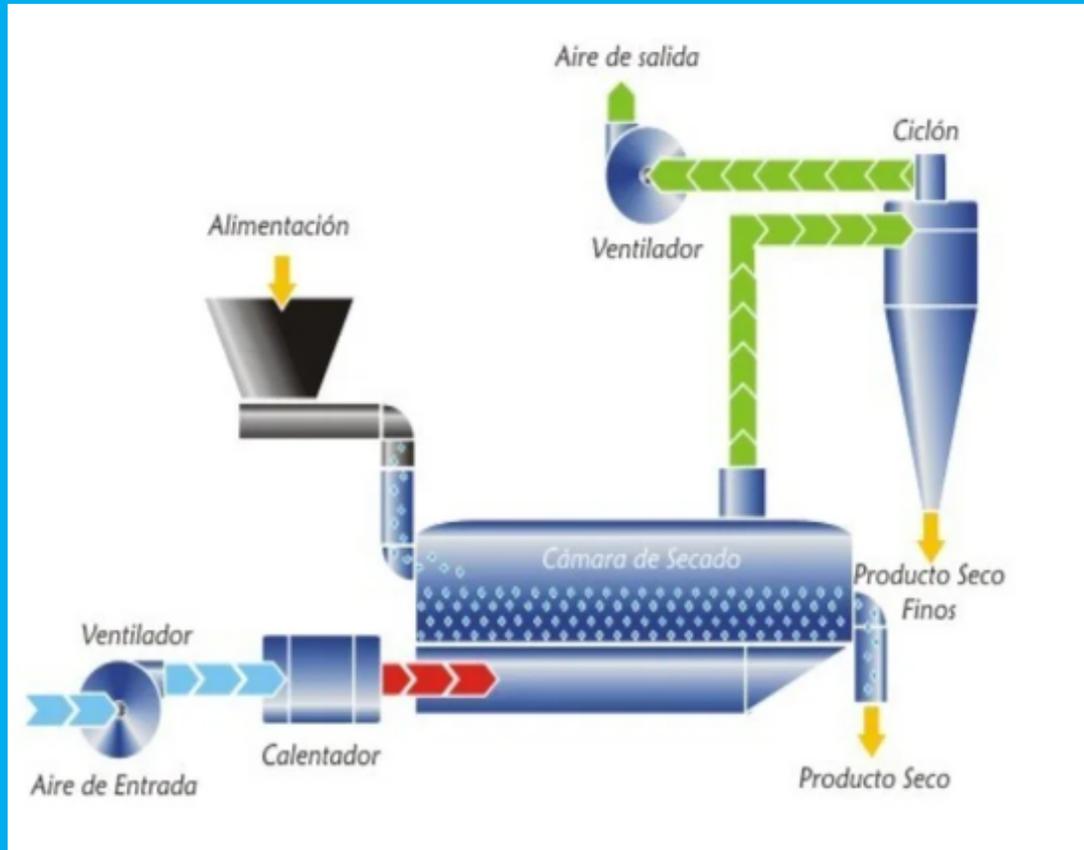
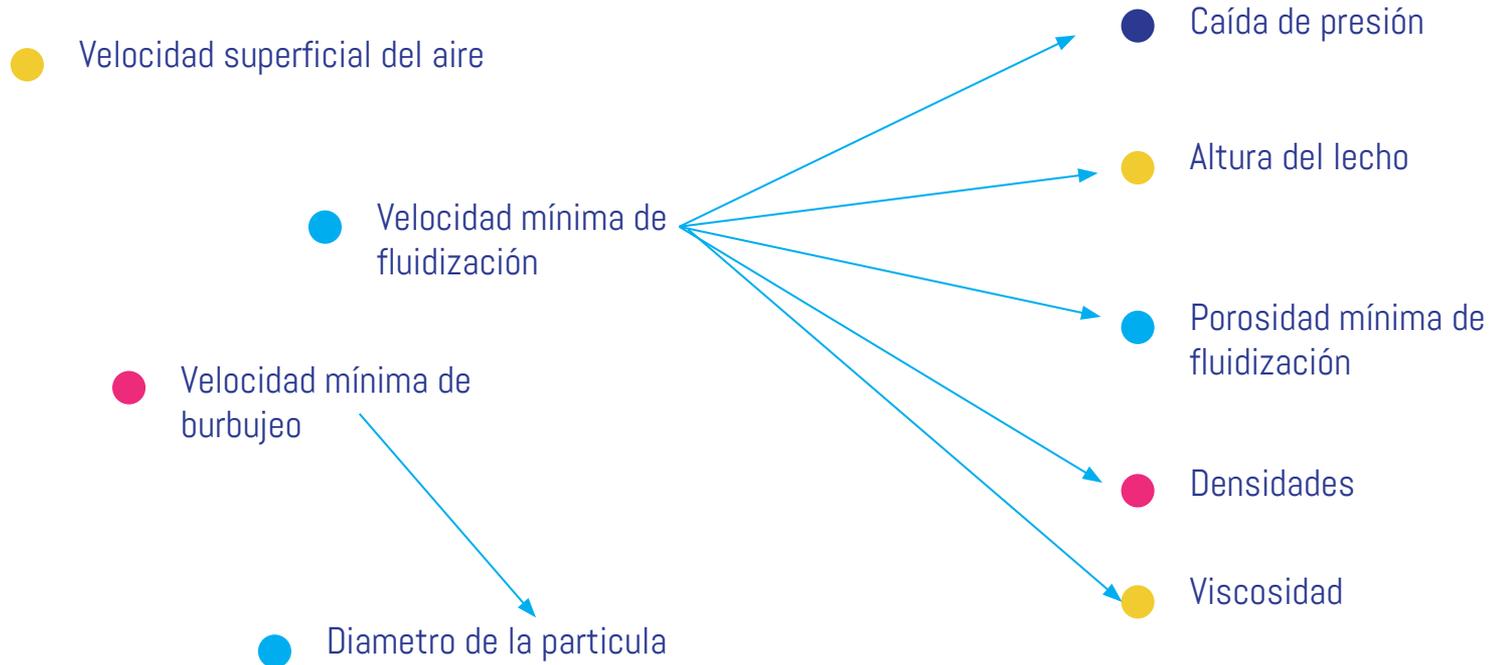


PHOTO CREDIT: HANDBOOK OF INDUSTRIAL DRYING, TAYLOR & FRANCIS GROUP, LLC.

# Partes



# Parámetros–Variables de diseño del lecho fluidizado



# Características de las partículas sólidas

● Esfericidad

● Porosidad

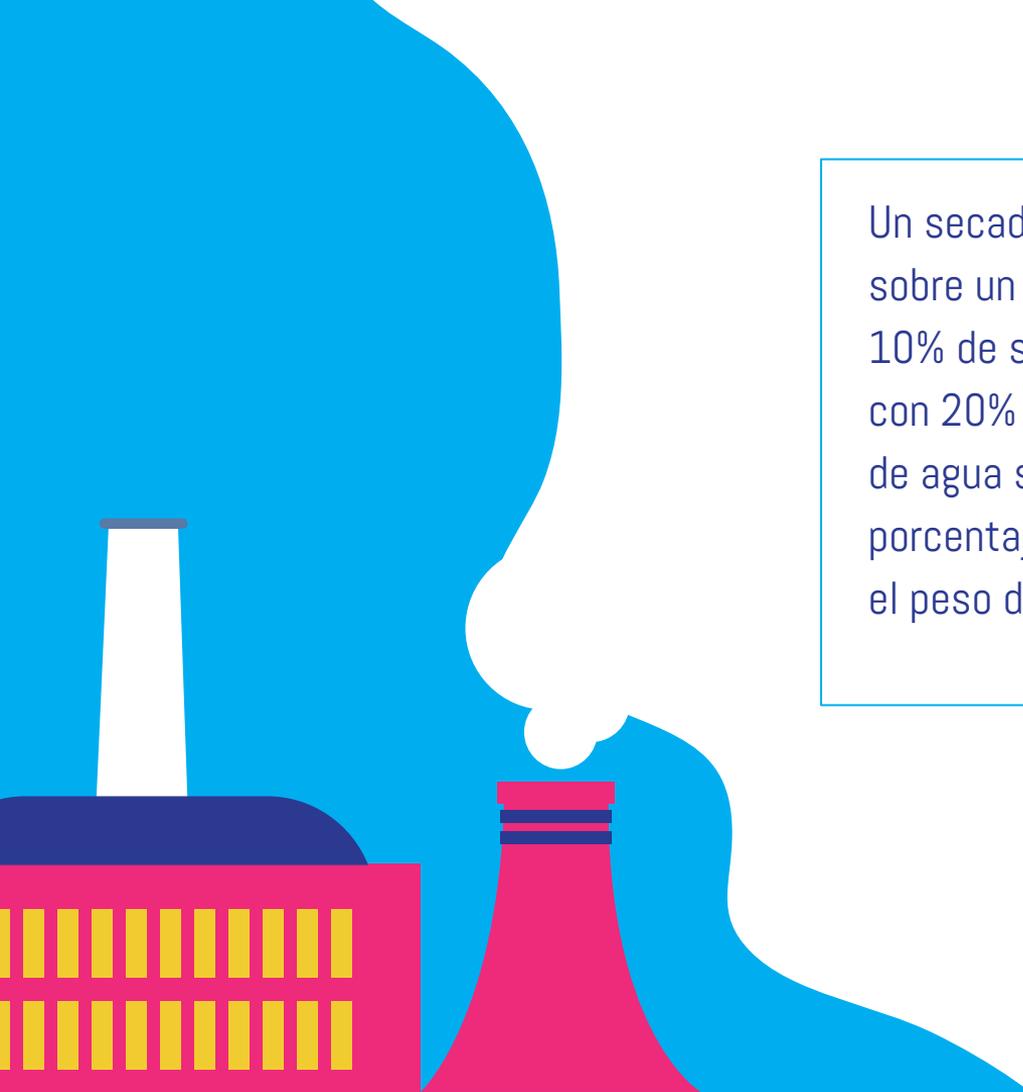
● Densidad



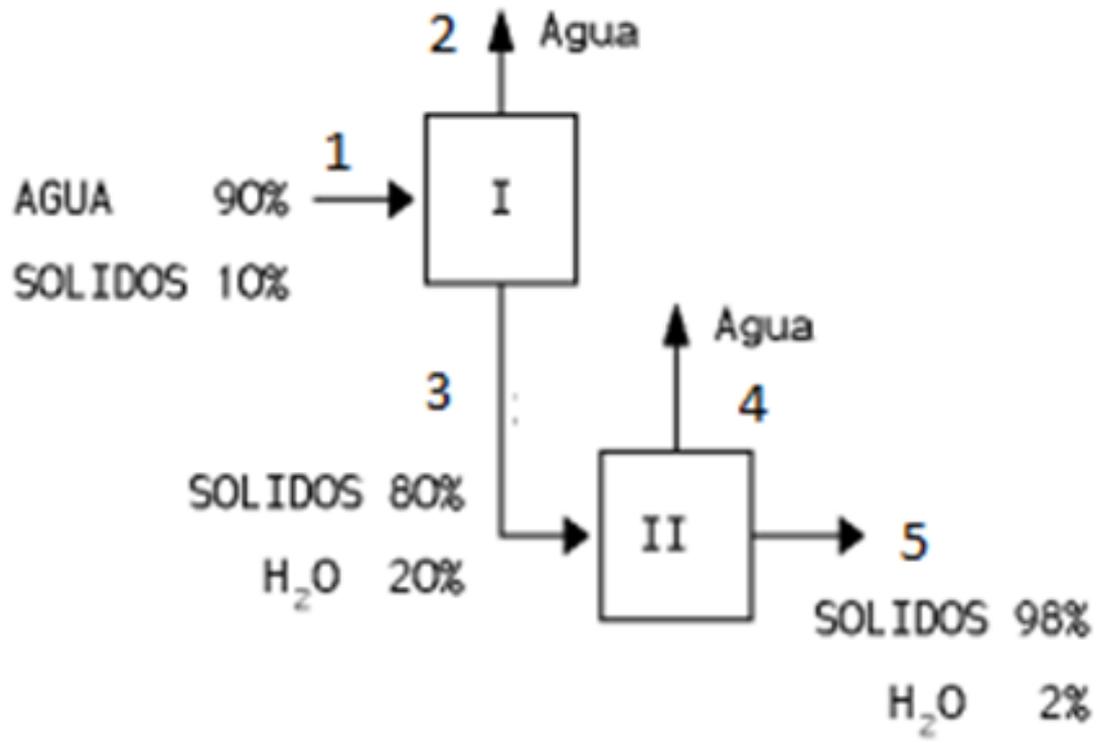
**04**

# **Ejemplo Aplicado de Balance de materia**





Un secador con una capacidad de 800 lb/día opera sobre un Lodo el cual tiene 90% en peso de agua y 10% de sólidos. En un primer ciclo el producto sale con 20% de agua y en un segundo ciclo el contenido de agua se disminuye hasta 2%. Calcular el porcentaje del agua original retirada en cada ciclo y el peso de producto en cada ciclo.



### Balance global

$$m_1 = m_2 + m_4 + m_5$$

### Balance En I

$$m_1 = m_2 + m_3$$

### Balance por componente (Sólidos) en I

$$(0.10)m_1 = (0.8)m_3$$

$$(0.10)800lb = (0.8)m_3$$

$$\frac{(0.10)800lb}{0.8} = m_3$$

$$m_3 = 100lb$$

$$H_2O \text{ en } m_3 = 100lb * 0.2 = 20lb$$

$$\text{Sólidos en } m_3 = 100lb * 0.8 = 80lb$$

### Balance de componente (agua) en I

$$(0.9)m_1 = (1)m_2 + (20)m_3$$

$$(0.9)800 - (0.20)100 = (1)m_2$$

$$m_2 = 700lb$$

### Balance En II

$$m_3 = m_4 + m_5$$

### Balance por componente (Sólidos) en II

$$(0.8)m_3 = (0.98)m_5$$

$$(0.8)100lb = (0.98)m_5$$

$$\frac{(0.80)100lb}{0.98} = m_5$$

$$m_5 = 81,63lb$$

$$H_2O \text{ en } m_5 = 81.63lb * 0,02 = 1.63lb$$

$$\text{Sólidos en } m_5 = 100lb * 0,98 = 80lb$$

### Balance de componente (agua) en II

$$(0.2)m_3 = (0.02)m_5 + (1)m_4$$

$$(0.2)100lb = (0.02)81,63 + (1)m_4$$

$$m_4 = 18,37$$

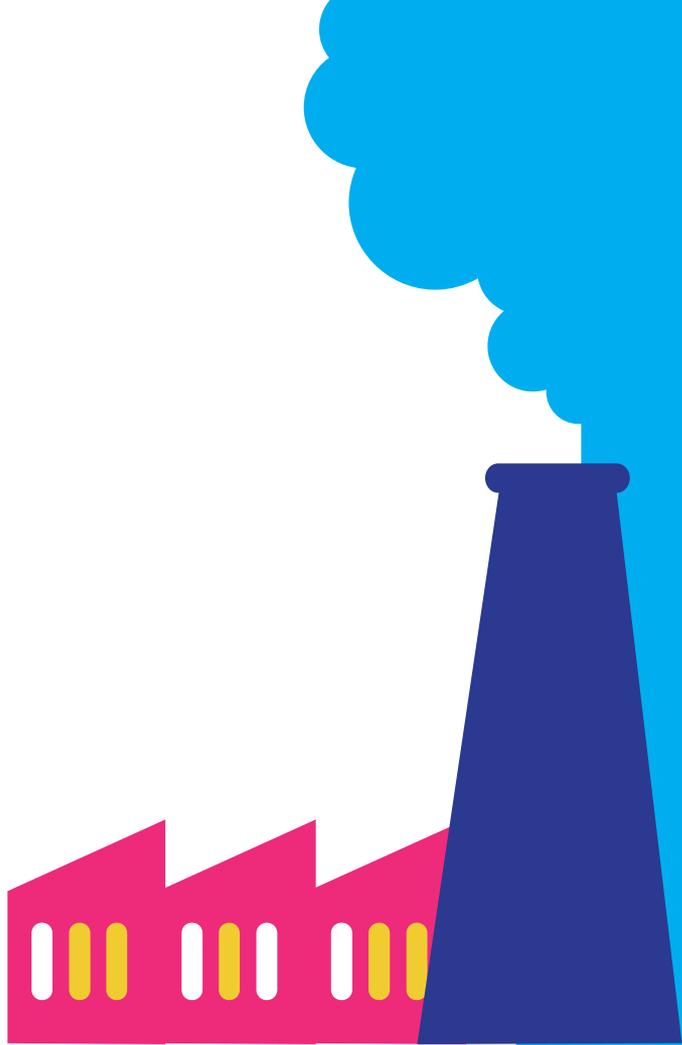
## Porcentaje de agua retirada

$$En I = \frac{700lb}{720lb} * 100 = 97,22\%$$

$$En II = \frac{18,37lb}{720lb} * 100 = 2,55\%$$

# Referencias

1. Eduardo Valencia G., William Artunduaga M., Luz A. Gordillo P., (2009). Recuperación Parcial del Concentrado de la Porquinaza, una Alternativa Ambiental y Económica. Revista Ingeniería y Región Vol: 6 No. 1. Facultad de Ingeniería. Universidad Surcolombiana. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5432197>
2. Samayoa Tercero, Alvaro. (2007). Aprovechamiento sostenible de los desperdicios de transformación primaria de Pinus sp para el secado de Madera in Situ. Universidad del valle de Guatemala. Tesis de maestría. Recuperado de <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/1965>
3. Aguiar Conya, S. A., García Veloz, M. J., & Vallejo Abarca, S. M. (2020). Diseño y elaboración de utensilios biodegradables a partir de la fibra del tallo de banano (Musa paradisiaca) como alternativa de uso para mitigar impactos ambientales causados por el plástico . Ciencia Digital, 4(1), 373-384. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i1.1118>
4. (2015). Evaluación de un sistema de secado con energía solar para deshidratar los residuos orgánicos generados en el restaurante del bloque D de la Universidad Libre sede bosque popular. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/10901/7945>.
5. COTA-ESPERICUETA, Alma Delia, & PONCE-CORRAL, Carlos. (2008). Eliminación de bacterias patógenas en lodos residuales durante el secado solar. Revista internacional de contaminación ambiental, 24(4), 161-170. Recuperado en 09 de marzo de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992008000400002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992008000400002&lng=es&tlng=es).
6. Ferro Rodríguez, D. E., Castiblanco Rocha , J. C. ., Agudelo Valencia, R. N. ., & Ruiz Martínez , L. E. . (2021). Evaluación de un sistema de centrifugación para el secado de lodos generados en el tratamiento de aguas residuales en la curtiembre El Escorpión del municipio de Villapinzón, Cundinamarca . Revista vínculos, 16(2), 242–251. <https://doi.org/10.14483/2322939X.15188>
7. Zhindón Arévalo, C. E. (2011). Tratamiento de los lodos generados en la planta potabilizadora de Mahuarcay mediante el uso de un lecho de secado (Master's thesis). Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2618>



**Gracias**