

# 2. Acondicionamiento de sólidos y control automático

## INTRODUCCIÓN

Este módulo corresponde a la mención de Planta Química y requiere una carga de 114 horas pedagógicas para ser desarrollado. Se orienta principalmente a integrar los aprendizajes relacionados con operación de equipos de producción en una planta química.

Durante su desarrollo, cada estudiante podrá desarrollar las competencias necesarias para manejar equipos de tratamiento, acondicionamiento y separación de sólidos, aplicando los conocimientos adquiridos en procesos fundamentales de equipos específicos y su respectivo uso en el control de la producción.

Entre las principales tareas asociadas, se pueden mencionar el conocimiento de técnicas y equipos de tratamiento de sólidos, y el manejo de sistemas de control en la operación de equipos de producción.

Para su desarrollo se sugiere que el o la docente emplee metodologías preferentemente prácticas, visitas a instalaciones industriales y simulaciones de sistemas de control en aplicaciones computacionales.

## APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 2 · ACONDICIONAMIENTO DE SÓLIDOS Y CONTROL AUTOMÁTICO		114 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD			
<p><b>OA 1</b></p> <p>Utilizar los equipos de producción de una planta química, siguiendo instrucciones de producción, monitoreando los instrumentos de medición del proceso de producción, y ajustar parámetros de funcionamiento de equipos de acuerdo con el comportamiento observado.</p>			
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
<p><b>1.</b> Opera equipos para realizar los principales procesos de separación y acondicionamiento de sólidos, aplicando normas de protección personal y del cuidado del medioambiente.</p>	<p><b>1.1</b></p> <p>Obtiene sólidos y líquidos de una mezcla, mediante operaciones de separación mecánica (filtros, decantadores, hidrociclón, centrífuga, etc.), según las características del proceso industrial.</p>	<b>D</b>	<b>K</b>
	<p><b>1.2</b></p> <p>Ajusta el tamaño del sólido de la muestra por medio de equipos trituradores (molino, mortero, chancadora, etc.), obteniendo la granulometría requerida en la orden de trabajo o ficha técnica.</p>	<b>B</b>	<b>D</b> <b>K</b>
	<p><b>1.3</b></p> <p>Realiza las operaciones de mantenimiento preventivo incluidas en los documentos técnicos y detecta el funcionamiento incorrecto de máquinas e instalaciones, indicando las posibles soluciones.</p>	<b>C</b>	<b>D</b>

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
2.	Opera los elementos de un circuito de control, verificando y regulando los elementos y dispositivos de la planta de manera manual o por medio de paneles de control.	<b>2.1</b> Verifica los valores de las variables de entrada y salidas en la secuencia del sistema de control, de acuerdo con las operaciones establecidas en el proceso industrial.	A	B	H
		<b>2.2</b> Suministra los <i>set point</i> al sistema de control de acuerdo con los planes de producción establecidos en la orden de trabajo, para alcanzar el régimen de operación del proceso productivo.	A	B	
		<b>2.3</b> Corrige los <i>set point</i> en función de las alteraciones del proceso productivo, para mantener estables los valores de las variables controladas.	A	B	
		<b>2.4</b> Registra los datos de las variables del proceso controlado de acuerdo con los procedimientos, períodos y secuencias establecidas en la bitácora del equipo.	G	H	

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Acondicionamiento de sólidos y control automático
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Filtración
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>1.</b> Opera equipos para realizar los principales procesos de separación y acondicionamiento de sólidos, aplicando normas de protección personal y del cuidado del medioambiente.</p>	<p>1.1 Obtiene sólidos y líquidos de una mezcla, mediante operaciones de separación mecánica (filtros, decantadores, hidrociclón, centrífuga, etc.), según las características del proceso industrial.</p> <p>1.2 Ajusta el tamaño del sólido de la muestra por medio de equipos trituradores (molino, mortero, chancadora, etc.), obteniendo la granulometría requerida en la orden de trabajo o ficha técnica.</p> <p>1.3 Realiza las operaciones de mantenimiento preventivo incluidas en los documentos técnicos, y detecta el funcionamiento incorrecto de máquinas e instalaciones, indicando las posibles soluciones.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	<p>Texto guía</p> <p>Práctica guiada</p>

2.

### DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

#### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

##### Docente:

- › A través de una exposición teórica (con apoyo de presentación en formato digital o videos), explica los principios teóricos del funcionamiento de los filtros industriales, características y aplicaciones, dando ejemplos que lo contextualicen los contenidos.
- › Facilita los equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y reactivo necesarios para preparar la pulpa a filtrar.
- › Entrega a sus estudiantes guía de trabajo, con una fundamentación teórica, las actividades, indicaciones y procedimientos que deben realizar.
- › Solicita a sus estudiantes un informe escrito, que debe contener registro de datos, cálculos, observaciones del fenómeno estudiado y conclusiones.

##### Recursos:

- › Computador.
- › Proyector.
- › Pizarra.



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

**EJECUCIÓN**

**Docente:**

- › Verifica el correcto uso de equipos e instrumentos, y comprueba que las condiciones de las instalaciones y equipos son las idóneas para su buen funcionamiento.
- › Apoya y monitorea individualmente la ejecución de las tareas.
- › Evalúa mediante preguntas la comprensión de los conceptos involucrados en las tareas realizadas.

**Estudiantes:**

- › Reciben y leen individualmente guía de trabajo experimental; tras la lectura realizan y observan una demostración de la operación del equipo de filtro prensa, con indicaciones de las medidas de seguridad que deben observar.
- › En grupos, ejecutan mediciones de volúmenes filtrados en función del tiempo, operando el equipo a presión constante.
- › Verifican el normal funcionamiento del compresor que acciona la bomba.
- › Al término de la operación, lavan el filtro y lo dejan en condiciones operativas.
- › Completan la ficha de registro de uso del equipo.
- › Calibran la balanza.
- › Miden la humedad y densidad de la torta formada, y analizan las características del líquido filtrado.
- › Realizan cálculos según fórmulas.
- › Responden el cuestionario.
- › Elaboran un informe reportando las características de la torta filtrada, condiciones del líquido filtrado, los parámetros de funcionamiento del filtro prensa, y las eficiencias obtenidas.

**Recursos:**

- › Equipo de filtración (filtro prensa).
- › Estufa.
- › Balanza.
- › Vasos precipitados.
- › Probetas graduadas.
- › Soportes universal.
- › Embudos analíticos.
- › Carbonato de calcio.
- › Papel filtro.
- › Equipo de protección personal (guantes de hule o de neopreno, antiparras, zapato cerrado, overol).
- › Guía de laboratorio.
- › Computadores con conexión a internet.
- › Cuaderno estudiantes.
- › Hojas de oficio.

**CIERRE**

**Docente:**

- › Junto a sus estudiantes, guarda los equipos y los materiales antes de salir de la sala.
- › En conjunto con sus estudiantes, realizan un breve recuento de los conceptos tratados en la clase.
- › Revisa cuestionario con las correcciones, síntesis y registro de lo aprendido.

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Acondicionamiento de sólidos y control automático
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Diseño de sistemas de control
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>2.</b> Opera los elementos de un circuito de control, verificando y regulando los elementos y dispositivos de la planta, de manera manual o por medio de paneles de control.</p>	<p>2.1 Verifica los valores de las variables de entrada y salidas en la secuencia del sistema de control, de acuerdo con las operaciones establecidas en el proceso industrial.</p> <p>2.2 Suministra los <i>set point</i> al sistema de control de acuerdo con los planes de producción establecidos en la orden de trabajo, para alcanzar el régimen de operación del proceso productivo.</p> <p>2.3 Corrige los <i>set point</i> en función de las alteraciones del proceso productivo, para mantener estables los valores de las variables controladas.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Aprendizaje basado en problemas

### DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

#### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

##### Docente:

- › Prepara la descripción de problema: el control automático de bombas por presión está diseñado para proveer un suministro automático de agua limpia, accionando la bomba cuando se abre una llave o grifo y deteniéndola al detectar el cierre de la totalidad de las llaves. Provee además una protección contra el funcionamiento en seco de la bomba.
- › Pide diseñar un sistema regulado de lazo cerrado para mantener el caudal de salida de una bomba teniendo en cuenta variaciones de fricción del fluido con la temperatura y variaciones del caudal de entrada. La condición es hacer que la salida ( $y$ ) sea lo más próxima posible a una referencia ( $r$ ) suponiendo una señal de entrada ( $u$ ).
- › Muestra videos o simulaciones en línea de sistemas controlados.

##### Estudiantes:

- › Leen una guía y observan la presentación digital de su docente, con ejemplos de sistemas controlados en la vida cotidiana (llenado de un estanque de agua, horno microondas, lavadora automática, etc.).

##### Recursos:

- › Computador.
- › Proyector.
- › Pizarra.

2.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

**EJECUCIÓN**

**Docente:**

- › Entrega el texto guía y explica metodología del trabajo, ejemplificando las fases del proyecto y los plazos.

**Estudiantes:**

- › Se organizan en grupo y desarrollan los textos guías elaborados por su docente.
- › Identifican las variables controladas, las variables manipuladas y el tipo de control en cada uno de los ejemplos expuestos.
- › Leen y analizan el escenario del problema.
- › Hacen una lista de hipótesis con respecto al funcionamiento de las bombas y las válvulas.
- › Hacen una lista de aquello que saben respecto a los sistemas de control.
- › Hacen una lista de aquello que se desconoce o que no recuerdan.
- › Hacen una lista de aquello que se necesita hacer para resolver el problema.
- › Definen el problema.
- › Obtienen información, consultando sus apuntes y buscando en internet.
- › Presentan los resultados mediante un informe escrito y explican en clase sus conclusiones con apoyo de una presentación.

**Recursos:**

- › Guía de trabajo.
- › Computadores con conexión a internet.
- › Cuaderno del estudiante.
- › Hojas de oficio.

**CIERRE**

**Docente:**

- › En conjunto con sus estudiantes, realiza un breve recuento de los conceptos tratados en el desarrollo del trabajo.
- › Se revisan las diferentes soluciones planteadas retroalimentando los principios del control automático.
- › Se aplican pautas de evaluación y de coevaluación, y la correspondiente retroalimentación.

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO		Acondicionamiento de sólidos y control automático	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR	
<p><b>1.</b> Opera equipos para realizar los principales procesos de separación y acondicionamiento de sólidos, aplicando normas de protección personal y del cuidado del medioambiente.</p>	<p><b>1.1</b> Obtiene sólidos y líquidos de una mezcla, mediante operaciones de separación mecánica (filtros, decantadores, hidrociclón, centrífuga, etc.), según las características del proceso industrial.</p>	<p><b>B</b> Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p>	<p><b>C</b> Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presentan problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.</p> <p><b>D</b> Trabajar eficazmente en equipo, coordinando acciones con otros <i>in situ</i> o a distancia, solicitando y prestando cooperación para el buen cumplimiento de sus tareas habituales o emergentes.</p>
	<p><b>1.3</b> Realiza las operaciones de mantenimiento preventivo incluidas en los documentos técnicos, y detecta el funcionamiento incorrecto de máquinas e instalaciones, indicando las posibles soluciones.</p>		

2.

### Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>Actividad mixta de evaluación (práctica y teórica):</p> <p>Estudiantes realizan laboratorio experimental para obtener un sólido por filtración operando el equipo de filtro prensa, dando cumplimiento a las medidas de seguridad, y caracterizando el sólido obtenido.</p> <p>Verifican el normal funcionamiento del compresor que acciona la bomba.</p> <p>Al término de la operación lavan el filtro y lo dejan en condiciones operativas.</p>	<p>Escala de apreciación o de valor sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Cumplimiento de normas de seguridad.</li> <li>› Planificación de sus actividades.</li> <li>› Trabajo en equipo, coordinando acciones con otros.</li> <li>› Descarte de residuos, procurando el cuidado medioambiental.</li> <li>› Mantenimiento del orden y la limpieza de su lugar de trabajo durante y después de la actividad.</li> </ul> <p>Evaluación teórica:</p> <p>Confeccionan informe técnico que contemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Registro de datos.</li> <li>› Fórmulas utilizadas.</li> <li>› Nomenclatura.</li> <li>› Cálculos.</li> <li>› Observaciones.</li> <li>› Conclusiones.</li> <li>› Orden y limpieza en la presentación.</li> </ul>

## BIBLIOGRAFÍA

**Calleja, P. G.** (2008). *Introducción a la ingeniería química*. Madrid: Síntesis.

**Costa, L. J.** (2002). *Curso de ingeniería química*. Barcelona: Reverté.

**Coulson, J.M., Richardson, J.F. et al.** *Operaciones Básicas, Tomo II*. Barcelona: Reverté.

**Lewis, P. H., Yang, C., Dormido, S. y Dormido, C. R.** (1999). *Sistemas de control en ingeniería*. Madrid: Prentice Hall.

## Sitios web recomendados

### Acondicionamiento de sólidos

<http://es.scribd.com/doc/57599554/operaciones-unitarias-trituracion-y-molienda>

[http://pad.rbb.usm.cl/doc/9966598/52308\\_OPERACIONES\\_UNITARIAS/MOLIENDAarchiv.pdf](http://pad.rbb.usm.cl/doc/9966598/52308_OPERACIONES_UNITARIAS/MOLIENDAarchiv.pdf)

[http://www.uhu.es/prochem/wiki/index.php/Trituraci%C3%B3n\\_y\\_molienda](http://www.uhu.es/prochem/wiki/index.php/Trituraci%C3%B3n_y_molienda)

### Control de procesos

<http://alfredoroca.com/>

<http://es.scribd.com/doc/19150402/Lazo-Abierto-y-Cerrado>

[http://www.slideshare.net/sergionatan/dinmica-y-control-de-procesos-introduccion?from=share\\_email\\_login2](http://www.slideshare.net/sergionatan/dinmica-y-control-de-procesos-introduccion?from=share_email_login2)

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en agosto de 2014).