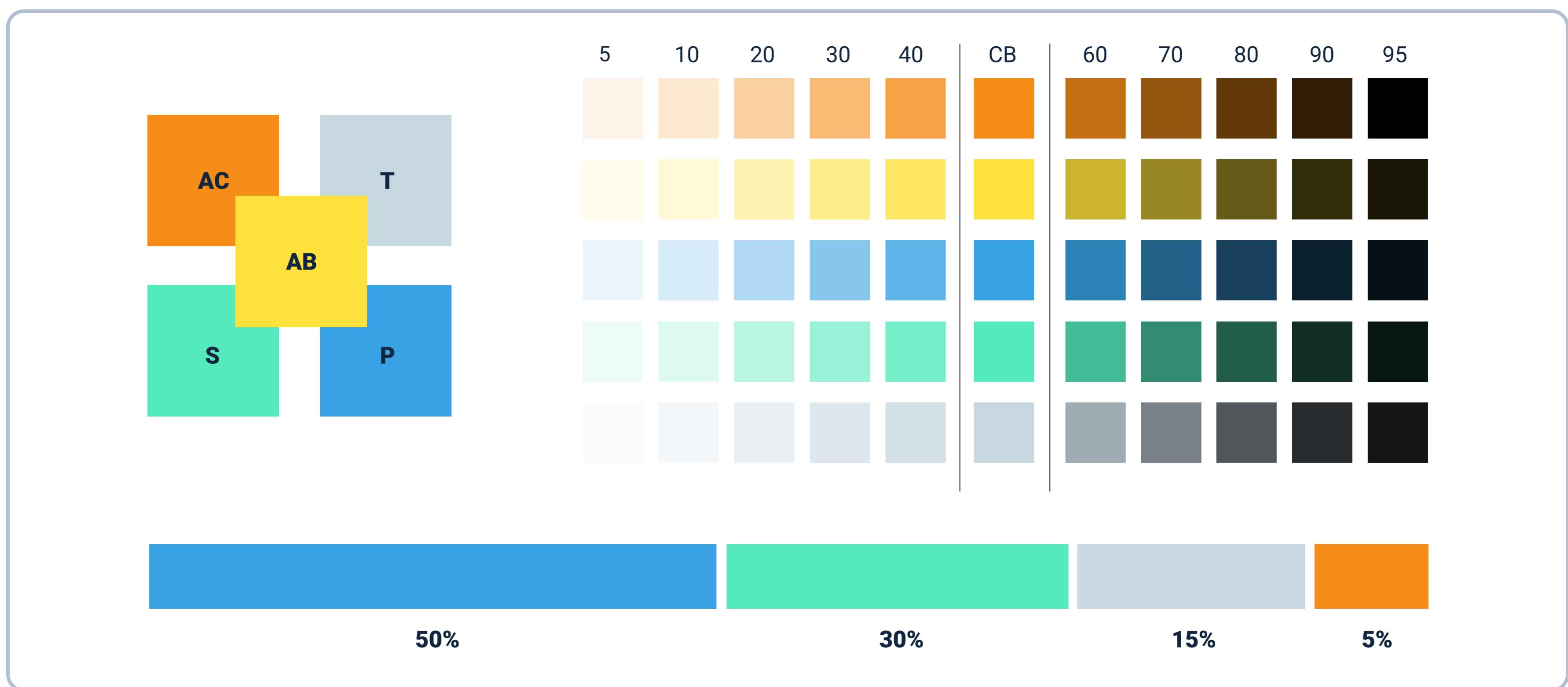




Dosificación de insumos químicos en potabilización del agua

El componente formativo describe los aspectos técnicos relacionados con la dosificación de insumos químicos que son requeridos en los procesos de potabilización de agua, brindando al aprendiz las herramientas necesarias para que se realice de manera adecuada la dosificación de productos químicos garantizando la operación adecuada de las plantas de tratamiento de agua potable y el cumplimiento de aspectos normativos fundamentales para suministrar agua apta para el consumo humano.

Iniciar >

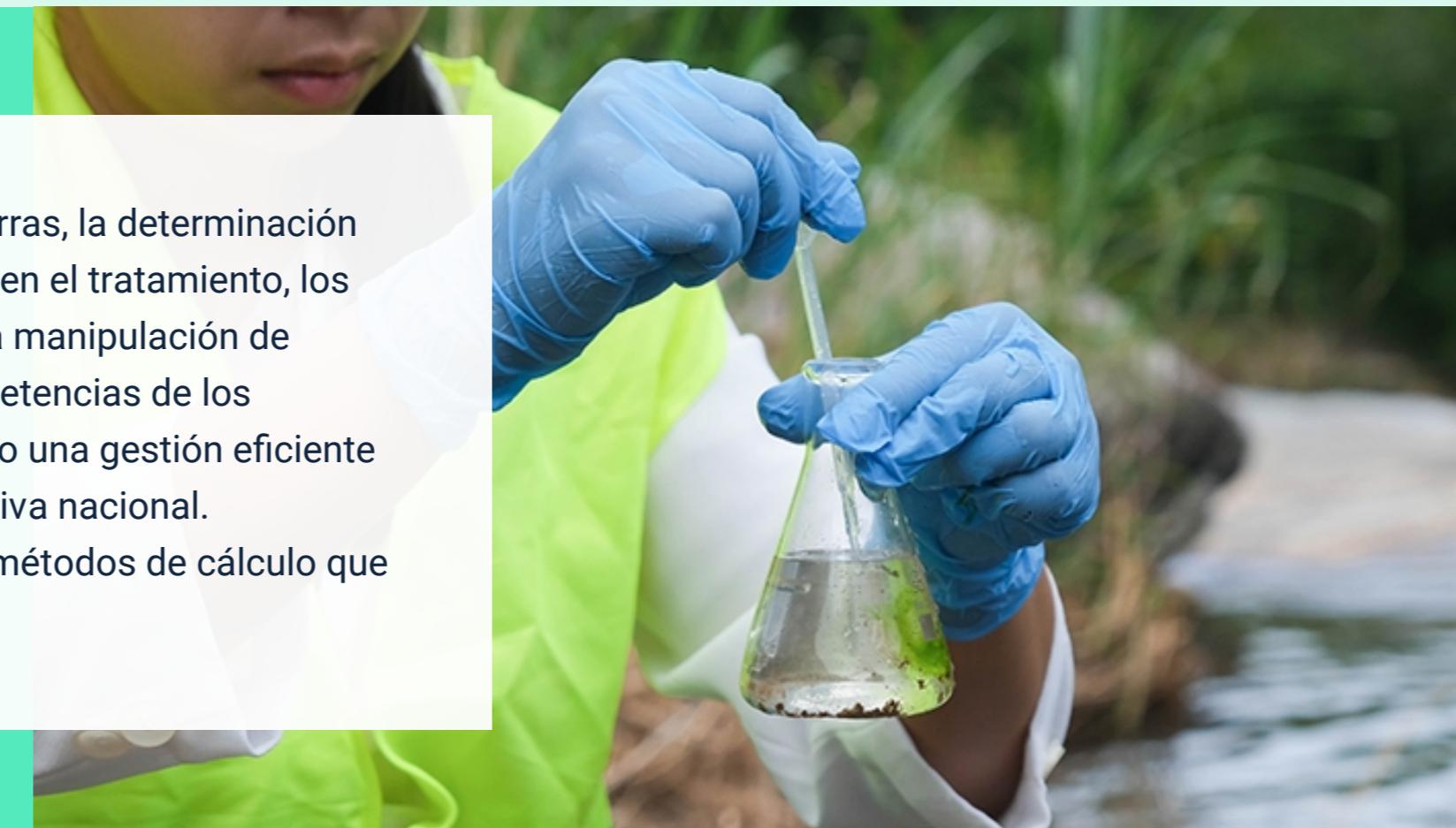


Primario	Secundario	Terciario	Acento de contenido
Contenedor Acento Contenido P-5	Contenedor Secundario S-5	Contenedor Terciario T-5	Contenedor Primario A-5
Variante oscura 1 P-70	Variante oscura 1 S-70	Variante oscura 1 T-70	Variante oscura 1 A-70
Variante oscura 2 P-60	Variante oscura 2 S-60	Variante oscura 2 T-60	Variante oscura 2 A-60
Variante clara P10	Variante clara P20	Variante clara P10	Variante clara A-10
	Variante clara P20	Variante clara P20	Variante clara A-20

i Introducción

La potabilización del agua es un proceso esencial para garantizar el acceso a un recurso seguro y apto para el consumo humano. Uno de los pilares fundamentales de este proceso es la correcta dosificación de insumos químicos, ya que de ello depende la eficiencia de etapas como la coagulación, floculación, sedimentación y desinfección. Este componente formativo tiene como propósito brindar los conocimientos técnicos y prácticos que permitan comprender, calcular y aplicar de manera precisa los productos químicos involucrados en el tratamiento del agua, en función de las características del recurso hídrico y las condiciones operativas de las plantas de tratamiento.

A lo largo del contenido se desarrollan temas clave como las pruebas de jarras, la determinación de dosis óptimas de coagulantes, las variables fisicoquímicas que influyen en el tratamiento, los tipos de equipos dosificadores y las recomendaciones de seguridad para la manipulación de insumos. Cada uno de estos aspectos está orientado a fortalecer las competencias de los aprendices en la toma de decisiones técnicas fundamentadas, promoviendo una gestión eficiente del recurso y el cumplimiento de los estándares establecidos por la normativa nacional. Asimismo, se destacan errores comunes que deben evitarse y se explican métodos de cálculo que garantizan una dosificación segura y ajustada a la realidad de cada planta.



Este componente resulta indispensable para quienes operan o gestionan sistemas de tratamiento de agua potable, pues no solo promueve el dominio de procedimientos técnicos, sino también el desarrollo de criterios para el análisis de situaciones reales que pueden surgir en el campo. De este modo, se busca formar personal capacitado que contribuya a la protección de la salud pública y al fortalecimiento de la infraestructura sanitaria, especialmente en contextos donde la disponibilidad de agua segura es un reto constante.

1 Pruebas de jarras

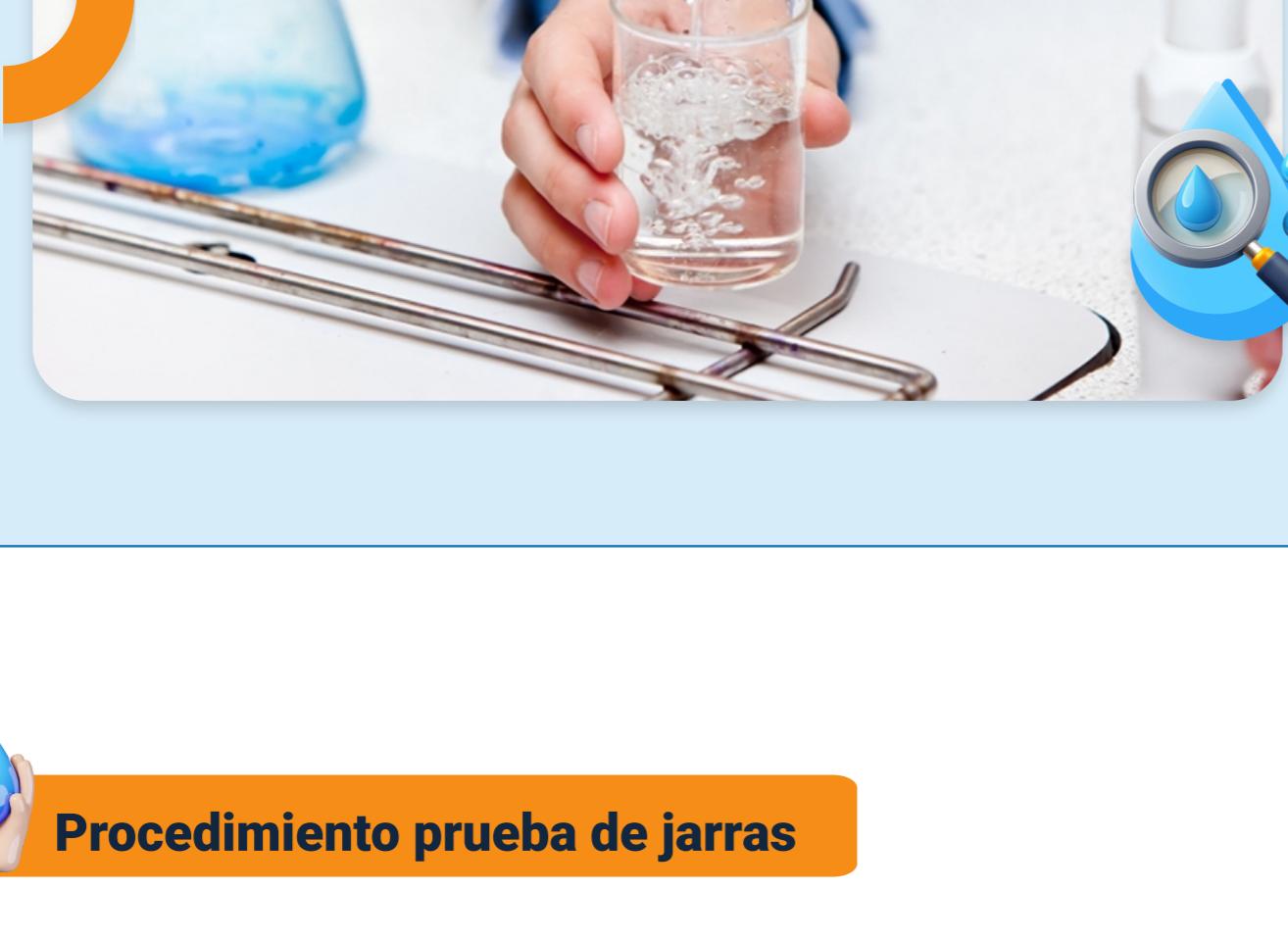


Para el tratamiento de aguas, es fundamental determinar los productos químicos y las cantidades necesarias para su potabilización. Esto permite asegurar un funcionamiento óptimo del sistema y evitar sobrecostos. La prueba de jarras es un ensayo de dosificación en escala de laboratorio que permite obtener la dosis óptima de coagulante a aplicar en una planta de tratamiento de agua potable. Esta dosis varía según los niveles de turbiedad y color del agua.

Este procedimiento simula a pequeña escala los procesos unitarios de mezcla rápida y mezcla lenta, que forman parte esencial del tratamiento de agua potable.

Mezcla rápida

Mezcla lenta



Mezcla rápida

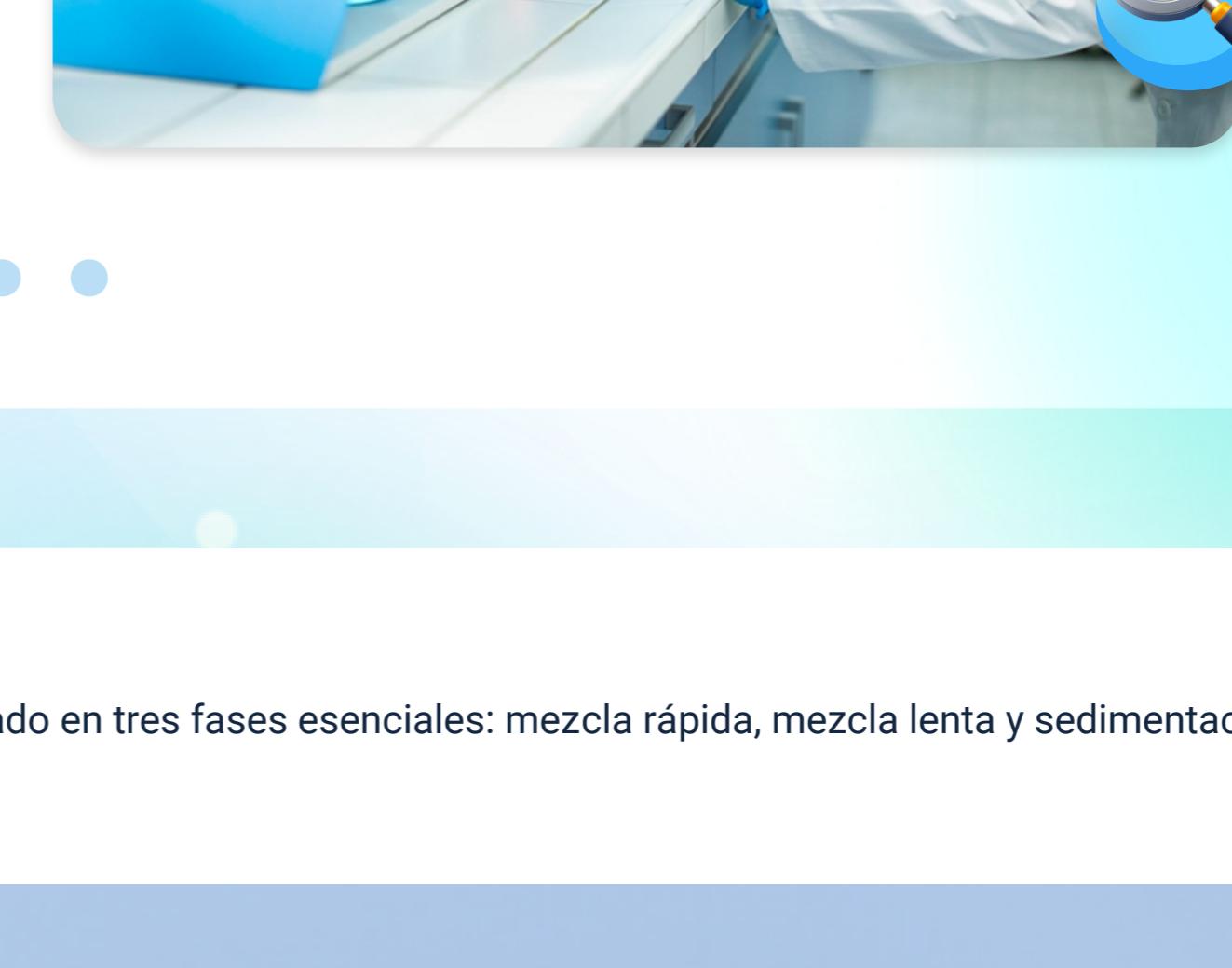
Permite dispersar rápidamente el coagulante en el flujo de agua. En esta etapa, se observa cierta turbulencia y se inicia la reacción del coagulante, con la formación de los primeros flocs.

Procedimiento prueba de jarras

Entre las características generales de la prueba o test de jarras están las siguientes:

Finalidad del ensayo

Las pruebas de jarras básicamente se utilizan para determinar la dosis óptima de coagulante en un proceso de tratamiento de aguas. Este proceso incluye tres fases fundamentales: mezcla rápida, mezcla lenta y sedimentación.



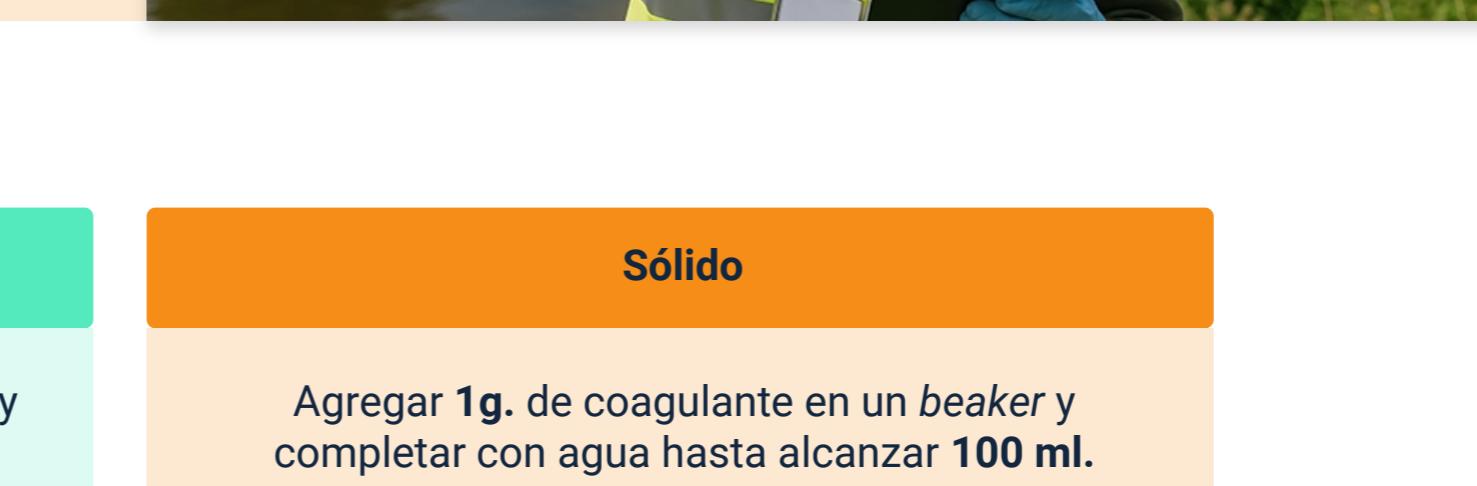
A continuación, se presenta un video que expone el proceso de tratamiento de aguas, enfocado en tres fases esenciales: mezcla rápida, mezcla lenta y sedimentación.

ESPACIO PARA VIDEO



La Norma Técnica Colombiana (NTC) 3903 establece el procedimiento para el ensayo de coagulación - floculación en un recipiente con agua, también conocido como método de jarras.

Para la preparación de la **solución patrón de coagulante**, se deben seguir las siguientes indicaciones según el tipo de coagulante:



Líquido

Agregar **0,75% ml.** de coagulante en un *beaker* y completar con agua hasta alcanzar **100 ml.**

Sólido

Agregar **1g.** de coagulante en un *beaker* y completar con agua hasta alcanzar **100 ml.**



Esta preparación garantiza que la solución patrón utilizada en la prueba de jarras tenga una concentración del 1%.

2 Dosis óptima de coagulante



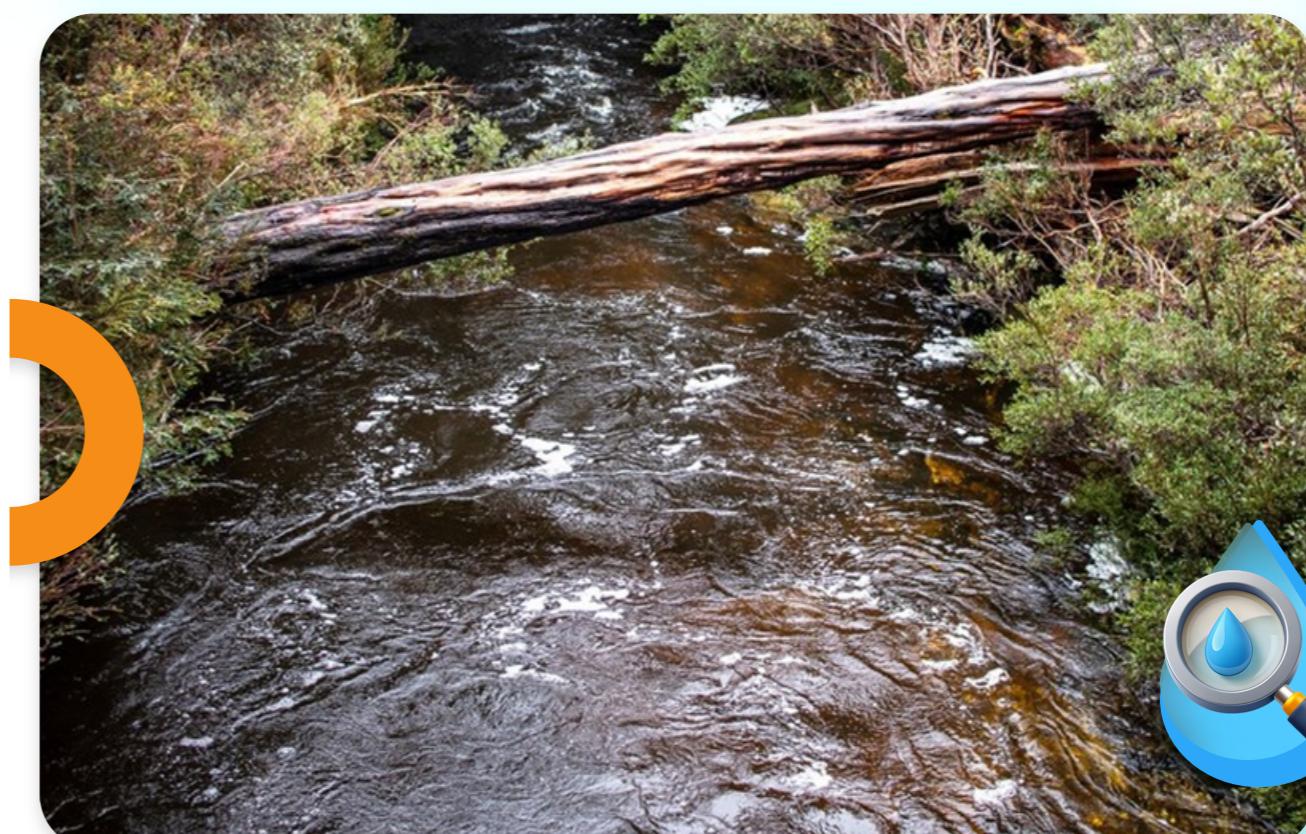
La **dosis óptima de coagulante** se define como la cantidad adecuada de coagulante químico, ya sea puro o en solución, que debe aplicarse al agua cruda para lograr la remoción eficaz de **sólidos suspendidos, color aparente** y otros **contaminantes**, en el proceso de **coagulación-floculación**. Esta dosis varía según las características del agua, el tipo de coagulante utilizado y el caudal a tratar.

2.1 Consideraciones técnicas

Los principales aspectos técnicos que deben considerarse para determinar la dosis óptima se presentan a continuación:

Características del agua cruda

Es indispensable medir parámetros como turbiedad, color aparente, pH y, en caso de fuentes subterráneas, se recomienda medir también el contenido de hierro.



2.2 Método de cálculo

Para calcular la dosis óptima de coagulante, es necesario tener en cuenta el resultado obtenido mediante la prueba de jarras. Este se determina a partir del volumen de coagulante que, al ser agregado a una de las jarras, arrojó los mejores resultados en la remoción de turbiedad y color aparente. Una vez identificado el volumen óptimo, se multiplica por la concentración del coagulante (en mg/mL) para obtener la dosis óptima expresada en mg/L, considerando que cada jarra tiene una capacidad de 1 litro.

Ejemplo de cálculo

- ✓ Volumen óptimo: 5 mL de solución patrón
- ✓ Concentración de la solución: 1 % (equivalente a 10 mg/mL)

El resultado que se obtiene se da en mg/L, dado que cada jarra tiene capacidad de 1 litro.

$$\text{Dosis óptima} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \text{Volumen óptimo (mL)} * \text{Concentración} \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}} \right)$$

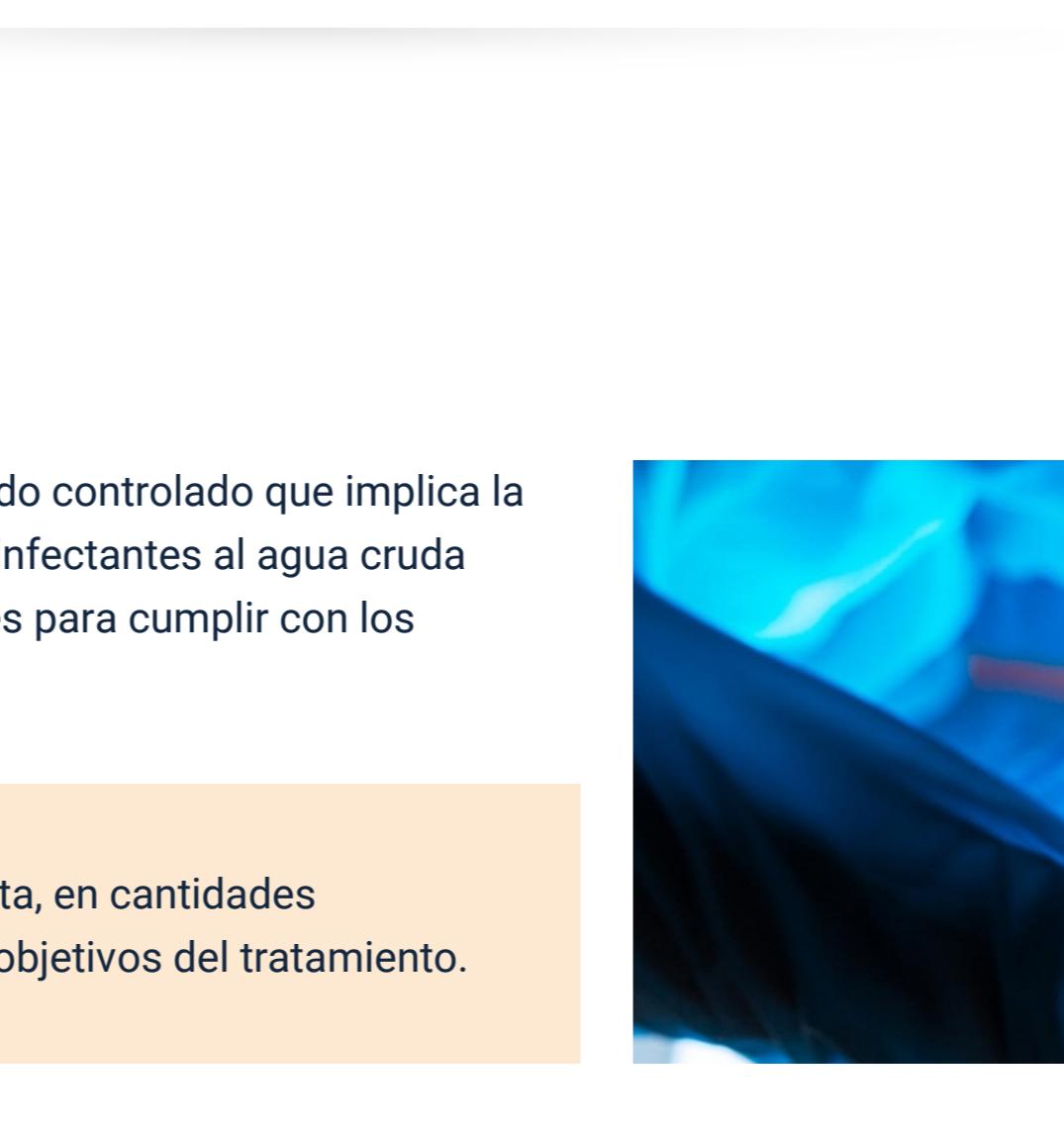
$$\text{Dosis óptima} = 5\text{mL} * 10 \left(\frac{\text{mg}}{\text{mL}} \right)$$



La dosis óptima de coagulante puede variar según la calidad del agua cruda a tratar. Una variable clave es la turbiedad, la cual tiende a aumentar durante períodos de intensas precipitaciones en la zona de captación del agua.

3 Dosificación química

La dosificación química en los procesos de potabilización es un método controlado que consiste en añadir sustancias químicas como coagulantes, estabilizadores de pH y desinfectantes al agua cruda durante su tratamiento. El objetivo es remover cargas contaminantes, de tal forma que se cumpla con los parámetros de calidad del agua para el consumo humano.

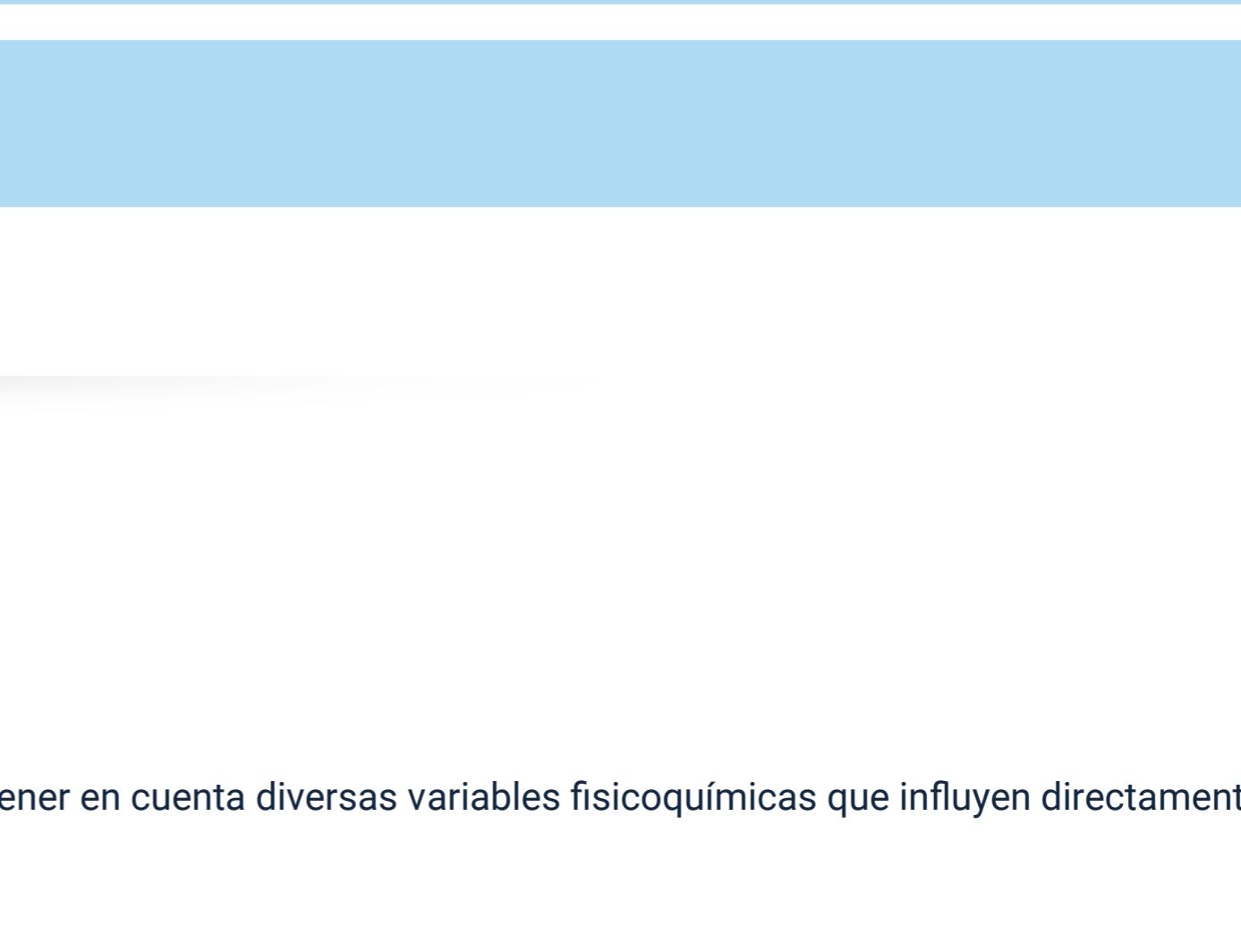


Estas sustancias se aplican en puntos específicos de la planta y en cantidades calculadas, dependiendo de las características del agua y de los objetivos del tratamiento.

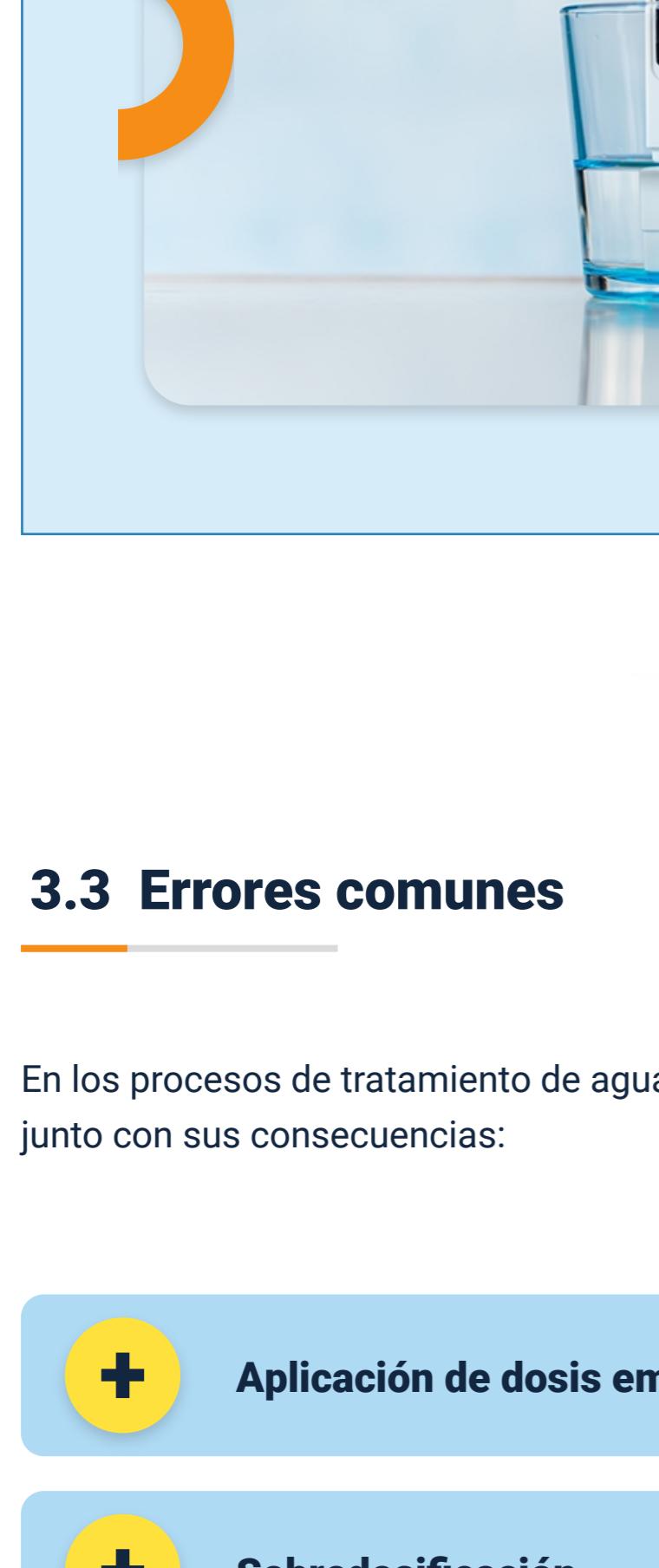
3.1 Principios de la dosificación

La dosificación química en los procesos de potabilización es un método controlado que implica la adición de sustancias como coagulantes, estabilizadores de pH y desinfectantes al agua cruda durante su tratamiento. Su propósito es eliminar cargas contaminantes para cumplir con los parámetros de calidad del agua para consumo humano.

Estas sustancias se incorporan en puntos estratégicos de la planta, en cantidades previamente calculadas, según las características del agua y los objetivos del tratamiento.



Para garantizar una dosificación química efectiva y segura, deben aplicarse los siguientes principios:



- Proporcionalidad

La cantidad de coagulante, estabilizador de pH o desinfectante debe ajustarse al caudal de agua y a sus condiciones fisicoquímicas, cumpliendo con la normativa vigente.

+ Control

+ Mezcla rápida y lenta

+ Uso seguro

3.2 Consideraciones de las variables fisicoquímicas

Para una dosificación adecuada de insumos químicos en el tratamiento del agua, es fundamental tener en cuenta diversas variables fisicoquímicas que influyen directamente en la eficacia del proceso:



3.3 Errores comunes

En los procesos de tratamiento de agua potable, es fundamental evitar ciertos errores frecuentes en la dosificación química. A continuación se detallan los más comunes, junto con sus consecuencias:

+ Aplicación de dosis empíricas sin verificación

+ Sobredosificación

- No ajustar el pH del agua

Aplicación de coagulantes sin verificar el nivel de pH del agua cruda, lo que reduce la capacidad de flocculación e impide alcanzar los parámetros requeridos en la calidad del agua tratada.

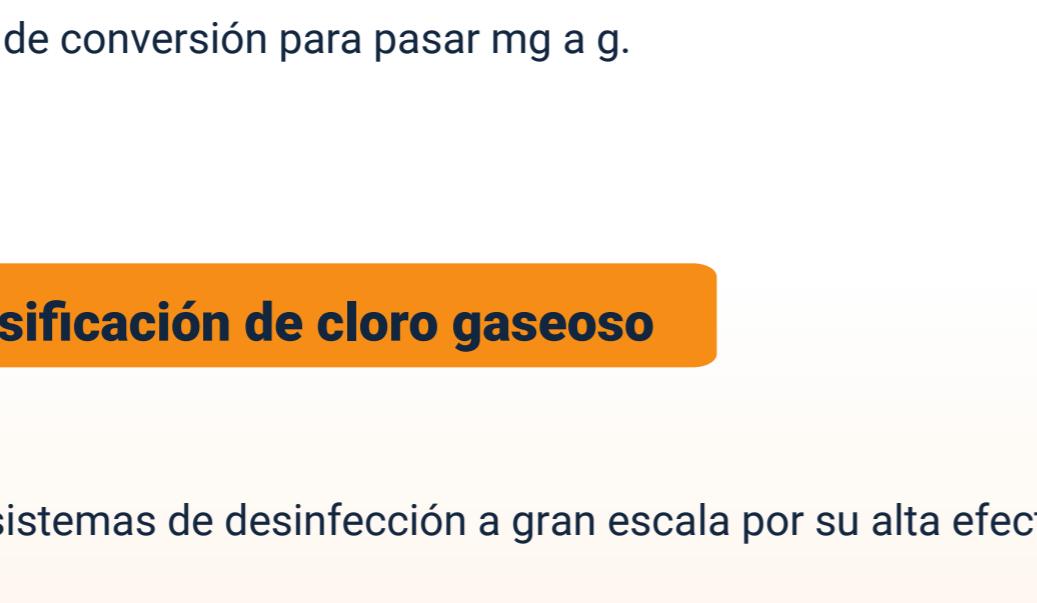
+ Ausencia de registros y trazabilidad



3.4 Unidades de medida

En la operación de plantas de tratamiento de agua potable, es indispensable utilizar correctamente las unidades de medida, tanto para la medición del caudal como para la dosificación de insumos químicos.

Medición del caudal



Es fundamental medir con precisión el caudal del agua cruda, ya que este valor es clave para calcular las cantidades adecuadas de productos químicos a aplicar.

- Los instrumentos comúnmente utilizados incluyen la canaleta Parshall, vertedero o canales, adecuados para flujo libre.
- Las mediciones pueden realizarse mediante lectura directa con regleta o por medio de sensores electrónicos o ultrasónicos.

Unidades para la dosificación de insumos químicos

A continuación se presentan las unidades más comunes empleadas en la dosificación química dentro del proceso de potabilización:

Tabla 1. Unidad de medida:

Característica	Unidad de medida
Dosis óptima	mg/L
Concentración	% o mg/mL
Descarga de coagulante líquido	mL/min o g/min
Descarga de cloro gaseoso	Lb/día

Dónde:

Q: Caudal de agua cruda en L/s

Dosis óptima: Dosis calculada con la prueba de jarras expresada en mg/L

C: Concentración de la solución expresada en mg/mL

Cuando se aplica concentrado, la fórmula para dosificar es la siguiente:

$$\text{Dosis de coagulante } \left(\frac{\text{mL}}{\text{min}} \right) = \frac{Q * \text{Dosis óptima}}{22}$$

Dónde:

Q: Caudal de agua cruda en L/s

Dosis óptima: Dosis calculada con la prueba de jarras expresada en mg/L

60: Constante para convertir segundos a minutos

1000: Factor de conversión para pasar mg a g.

Dosificación de sulfato de aluminio

Es uno de los coagulantes más tradicionales, ideal para aguas con turbiedad moderada a alta.

$$\text{Dosis de coagulante } \left(\frac{\text{g}}{\text{min}} \right) = \frac{Q * \text{Dosis óptima} * 60}{1000}$$

Dónde:

Q: Caudal de agua cruda en L/s

Dosis óptima: Dosis calculada con la prueba de jarras expresada en mg/L

60: Constante para convertir segundos a minutos

1000: Factor de conversión para pasar mg a g.

Dosificación de cloro gaseoso

Utilizado en sistemas de desinfección a gran escala por su alta efectividad y estabilidad.

$$\text{Dosis de coagulante } \left(\frac{\text{lb}}{\text{día}} \right) = \frac{Q * \text{Dosis óptima} * 86400}{454 * 1000}$$

Dónde:

Q: Caudal de agua cruda en L/s

Dosis óptima: Dosis calculada con la prueba de jarras expresada en mg/L

60: Constante para convertir segundos a minutos

86400: Factor de conversión para pasar mg a lb

Dosificación de cloro líquido

Cuando se aplica cloro en forma diluida, la fórmula para la dosificación en plantas que tratan caudales bajos (menores a 1 L/s), típicas de pequeñas poblaciones, es:

$$\text{Dosis de cloro líquido } \left(\frac{\text{mL}}{\text{min}} \right) = \frac{Q * \text{Dosis cloro} * 60}{C}$$

Dónde:

Q: Caudal de agua cruda en L/s

Dosis cloro: Cantidad de cloro a aplicar, en algunos casos en planta se busca que el agua tenga la máxima concentración permitida según resolución 2115 de 2007, que para el cloro residual es de 2 mg/L

60: Constante para convertir segundos a minutos

1000: Factor de conversión para pasar g a mL

Dosificación de cloro sólido

La dosificación de cloro sólido puede variar según la concentración del producto, el caudal de tratamiento y las condiciones técnicas de la planta. En estos casos, es esencial una correcta preparación de la solución para asegurar una desinfección eficaz y evitar situaciones de sobrecloración.

4 Equipos de dosificación

Los equipos de dosificación se utilizan para suministrar una cantidad fija y controlada de producto químico en el proceso de tratamiento. Estos dispositivos permiten una alta precisión volumétrica, así como continuidad y reproducibilidad en la operación. Existen dos tipos principales:

Volumétrico	Gravimétrico
Dosifica el producto según un volumen predeterminado.	Dosifica el producto en función de la masa, mediante pesaje preciso.

4.1 Bombas dosificadoras

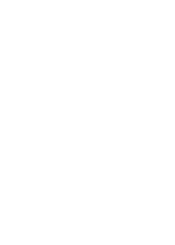
Las bombas dosificadoras están diseñadas para inyectar productos químicos líquidos en un flujo de agua, en cantidades pequeñas pero constantes. Requieren un control preciso del caudal, el cual debe ser ajustable de forma lineal, asegurando reproducibilidad, repetitividad y la presión adecuada del volumen desplazado.

Se emplean comúnmente para dosificar cloro, soda, coagulantes, polímeros y floculantes. Los tipos más comunes:

Bombas de diafragma

Bombas electromagnéticas

Bombas electromecánicas



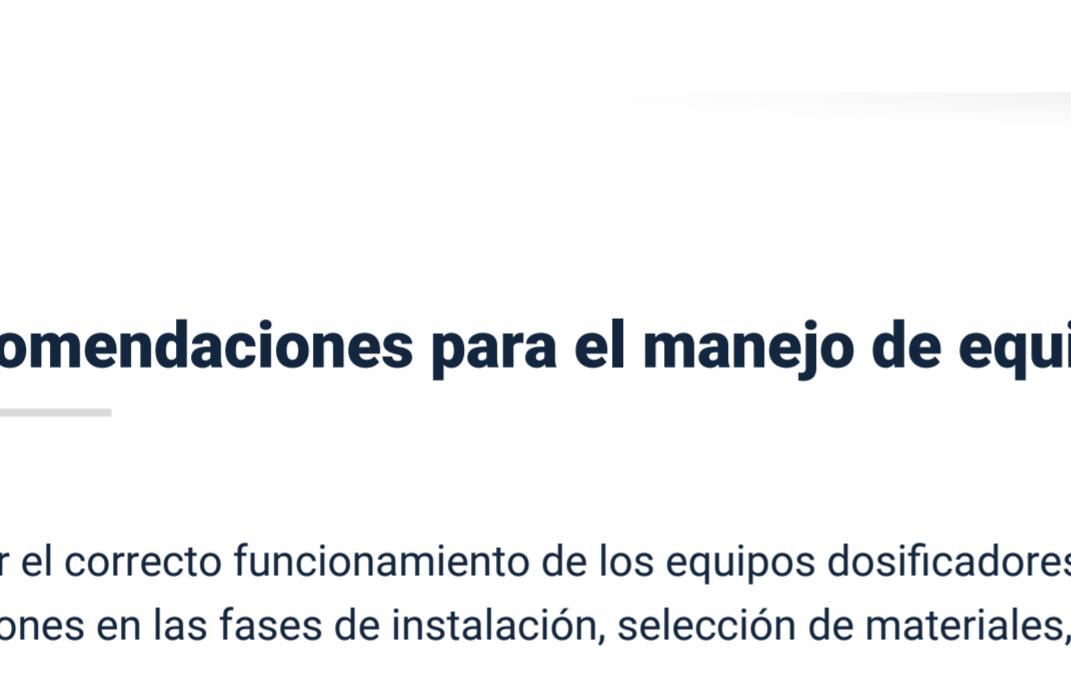
Dosificadores de cloro gaseoso

El cloro gaseoso se almacena en cilindros de diversos tamaños; los de uso municipal pueden alcanzar los 1,5 toneladas. Para su dosificación, los cilindros cuentan con:

Válvula reguladora	Controla la salida del gas desde el cilindro.
Medidor de flujo (rotámetro)	Indica la cantidad de gas dosificado (g/h o lb/día).
Inyectores	Utilizan vacío generado por el agua para succionar y disolver el cloro en la corriente. Es esencial disponer de tanques de contacto para mejorar la eficiencia.



Dosificadores de coagulante sólido



Estos sistemas están diseñados para preparar una mezcla homogénea que favorezca el proceso de floculación. Están compuestos por:

- Tola de alimentación.
- Tornillo dosificador.
- Tanque de disolución.
- Agitadores.

Cada componente contribuye a garantizar una dosificación uniforme y eficiente del coagulante sólido.

4.2 Recomendaciones para el manejo de equipos dosificadores

Para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos dosificadores de insumos químicos en las plantas de tratamiento de agua potable, es importante seguir una serie de recomendaciones en las fases de instalación, selección de materiales, operación y mantenimiento.



Instalación

A continuación, se indican los aspectos clave a tener en cuenta durante la instalación del equipo dosificador:

Verificar el estado del equipo	Confirmar el caudal máximo	Superficie adecuada

Verificar el estado del equipo
Asegúrese de que el equipo esté en buenas condiciones al momento de la compra y revise las instrucciones del fabricante.

Confirmar el caudal máximo
Este dato es fundamental para el cálculo adecuado de la dosificación.

Superficie adecuada
El equipo debe instalarse sobre una superficie nivelada y firme para evitar fallos operativos.



Selección de materiales compatibles

Es fundamental elegir materiales que aseguren durabilidad y compatibilidad química con el insumo a dosificar:

Compatibilidad química	Cuidado con el cloro líquido
Asegúrese de que los accesorios y componentes de la bomba dosificadora sean resistentes al producto que se va a utilizar.	Este insumo puede cristalizarse en las mangueras, dificultando el proceso de desinfección si los materiales no son adecuados.



Operación y mantenimiento

Durante el funcionamiento continuo del sistema, se deben aplicar estas recomendaciones para garantizar eficiencia y seguridad:

Verificación inicial Compruebe que la cantidad descargada por el equipo coincida con la dosis calculada.	Revisión diaria Monitoree el funcionamiento general del equipo y sus accesorios.	Control de fugas Revise frecuentemente para detectar posibles fugas.	Limpieza periódica Realice mantenimientos regulares de válvulas, filtros y bombas para evitar obstrucciones o fallas.

5 Seguridad y salud en el trabajo

El manejo seguro de insumos químicos en procesos de potabilización requiere que el personal operativo tome precauciones específicas, dependiendo del tipo de producto utilizado. Estas medidas buscan proteger la integridad física de los trabajadores y garantizar la operación segura de la planta.

5.1 Uso seguro del cloro gaseoso

El cloro gaseoso representa uno de los productos más riesgosos en plantas de tratamiento. Su manipulación exige conocimiento técnico y protocolos de seguridad estrictos, tal como lo indica SURA (2011).

Riesgos asociados al cloro gaseoso

A continuación, se listan los principales peligros vinculados al uso de este insumo:

Explosión e incendio	Alta toxicidad	Fugas por fallas en dispositivos
El cloro puede reaccionar violentamente con materiales combustibles.	Es un gas corrosivo y peligroso por inhalación.	Un equipo defectuoso puede liberar cloro al ambiente.

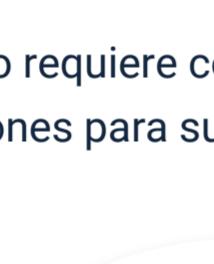
Recomendaciones para su manipulación

A continuación, se presenta un pócast sobre las recomendaciones esenciales para el manejo seguro del cloro gaseoso en cilindros, enfocado en la prevención de riesgos y el cumplimiento de protocolos de seguridad industrial.

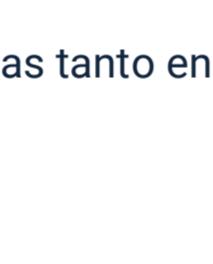


Elementos de protección personal recomendados

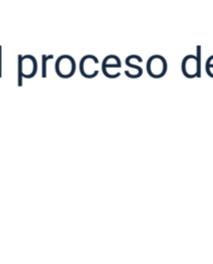
El personal encargado de manipular cloro gaseoso debe estar equipado con:



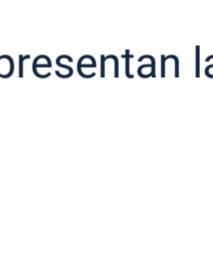
Respirador tipo full-face



Guantes de mithilo o neopreno



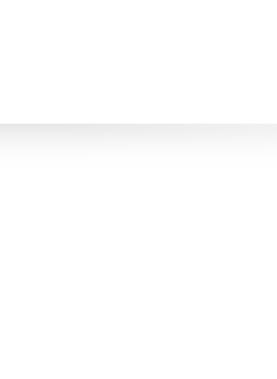
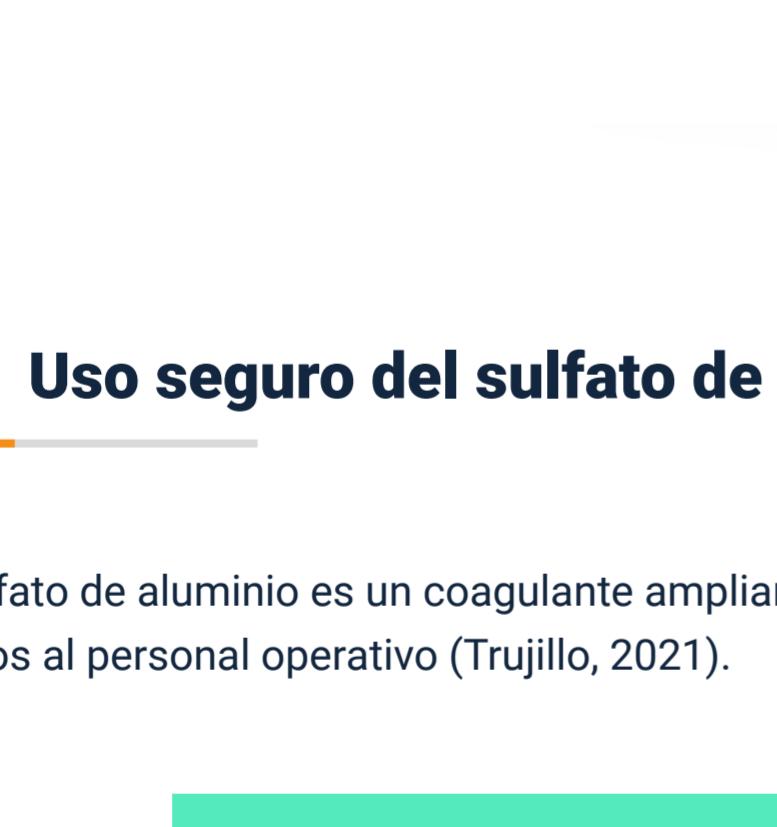
Botas de seguridad



Ropa de seguridad industrial

5.2 Uso seguro del cloro líquido

El cloro líquido requiere condiciones de seguridad específicas tanto en su almacenamiento como en el proceso de dosificación. A continuación, se presentan las recomendaciones para su uso adecuado:



Evitar contacto ocula

Puede causar irritación severa en los ojos.



Evitar contacto directo con la piel

Puede generar quemaduras o reacciones cutáneas.

5.3 Uso seguro del sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio es un coagulante ampliamente utilizado, especialmente en plantas pequeñas. Su manipulación también requiere medidas de precaución para evitar riesgos al personal operativo (Trujillo, 2021).

Evitar contacto ocular	Puede causar irritación en ojos sensibles.
No inhalar vapores	Puede generar molestias respiratorias si se inhala de forma prolongada.
Ventilación del área	Trabajar en espacios abiertos o ventilados.
Uso de EPP	Implementar protección personal adecuada.
Tanques resistentes	Almacenar el producto en recipientes anticorrosivos.



Nota. El sulfato de aluminio es ligeramente corrosivo y, con el tiempo, puede afectar a la mayoría de los metales si no se toman precauciones.

5.4 Uso seguro del hidroxicloruro de aluminio

El hidroxicloruro de aluminio (PAC) es un coagulante líquido ampliamente utilizado en plantas de tratamiento de agua potable, especialmente por su eficacia en la formación de floculos adaptados a las características del agua cruda. Para su uso seguro, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

Almacenamiento adecuado	Protección ocular y facial	Prevención de impactos ambientales
Guardar en tanques cerrados fabricados en plásticos o fibra de vidrio, resistentes a la corrosión.	Utilizar visor de acetato, monografas de seguridad o careta, especialmente durante la preparación y manipulación.	Evitar vertimientos del producto a cuerpos de agua naturales.

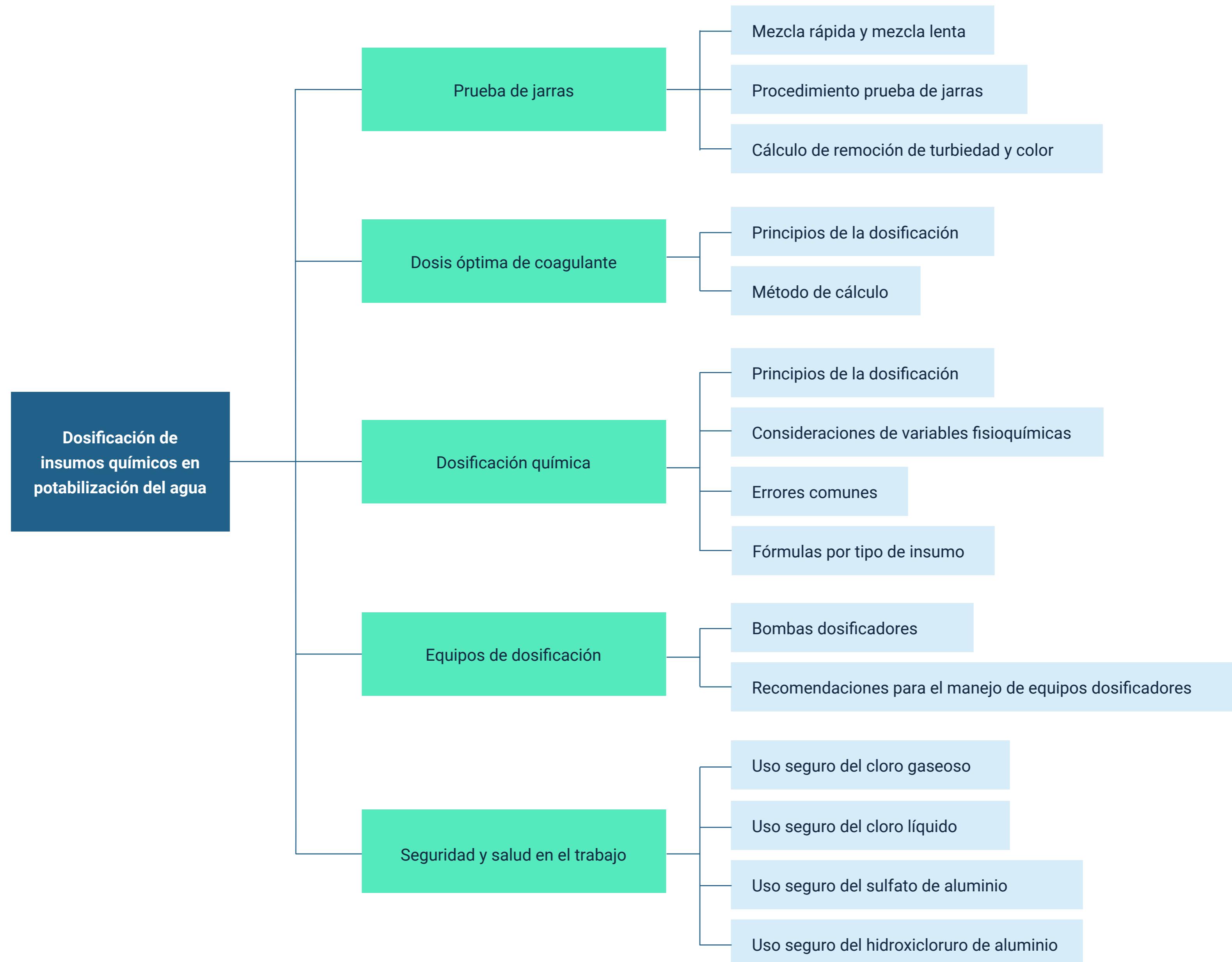
Este coagulante puede ser aplicado en solución diluida, lo cual facilita su manejo y mejora el funcionamiento de las bombas dosificadoras, especialmente en plantas que tratan caudales bajos.

Tratamiento químico de agua potable

Síntesis: Dosificación de insumos químicos en potabilización del agua



A continuación, se presenta una síntesis de la temática estudiada en el componente formativo.

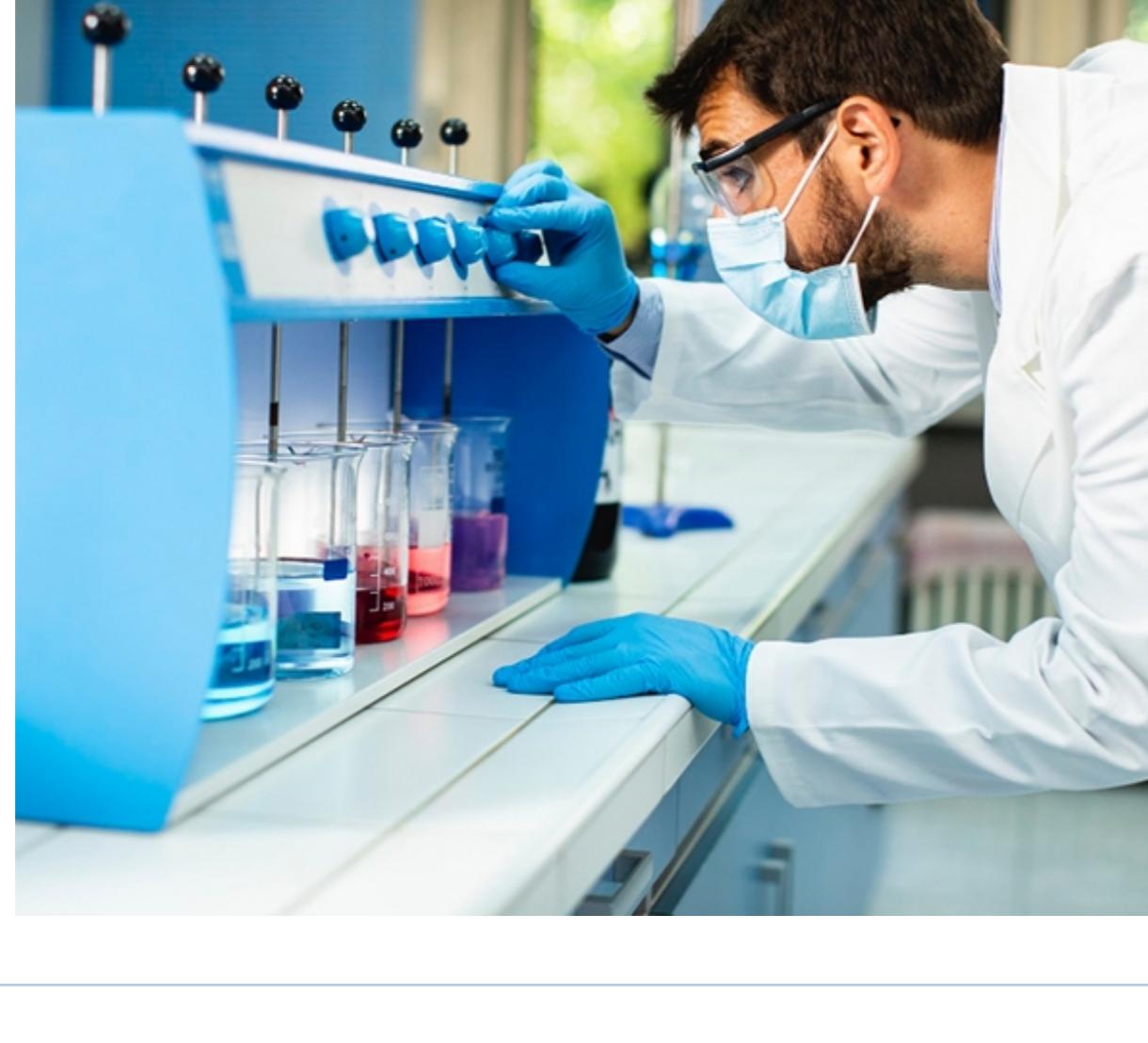




Ronda de preguntas

Descubre tu conocimiento sobre [tema de la unidad]

Se lanzan dos proyectiles desde el suelo con la misma velocidad inicial, pero uno se lanza horizontalmente y el otro se lanza formando un ángulo de 45 grados con la horizontal. Considerando la resistencia del aire despreciable, ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

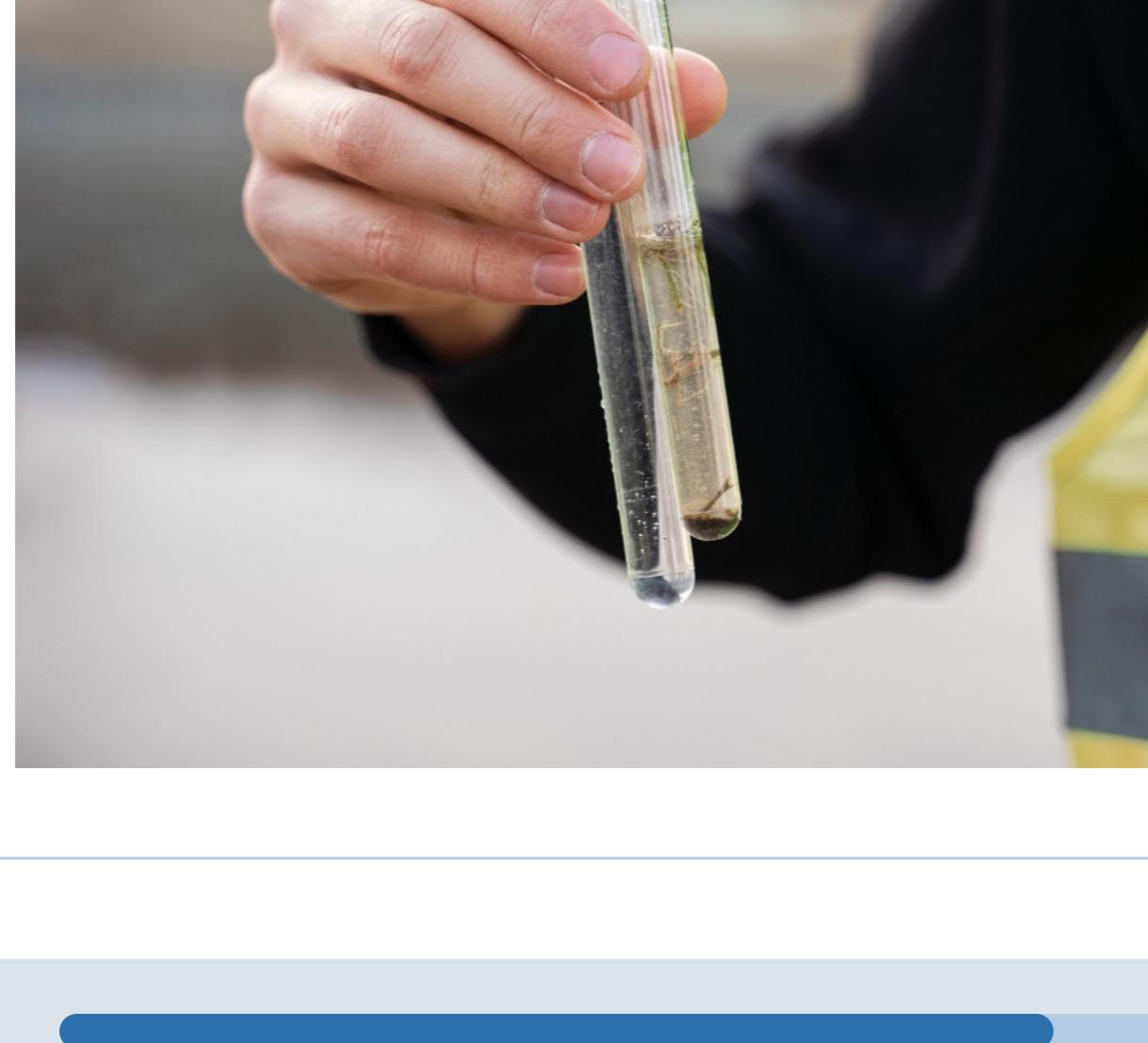


- Ambos proyectiles alcanzarán la misma altura máxima.
- El proyectil lanzado horizontalmente recorrerá una distancia horizontal mayor que el proyectil lanzado a 45 grados.
- La velocidad horizontal del proyectil lanzado a 45 grados será mayor que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente.
- La velocidad total del proyectil lanzado a 45 grados en el punto más alto de su trayectoria será la misma que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente en cualquier punto de su trayectoria.

Pregunta 3 de 5

Siguiente →

Se lanzan dos proyectiles desde el suelo con la misma velocidad inicial, pero uno se lanza horizontalmente y el otro se lanza formando un ángulo de 45 grados con la horizontal. Considerando la resistencia del aire despreciable, ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

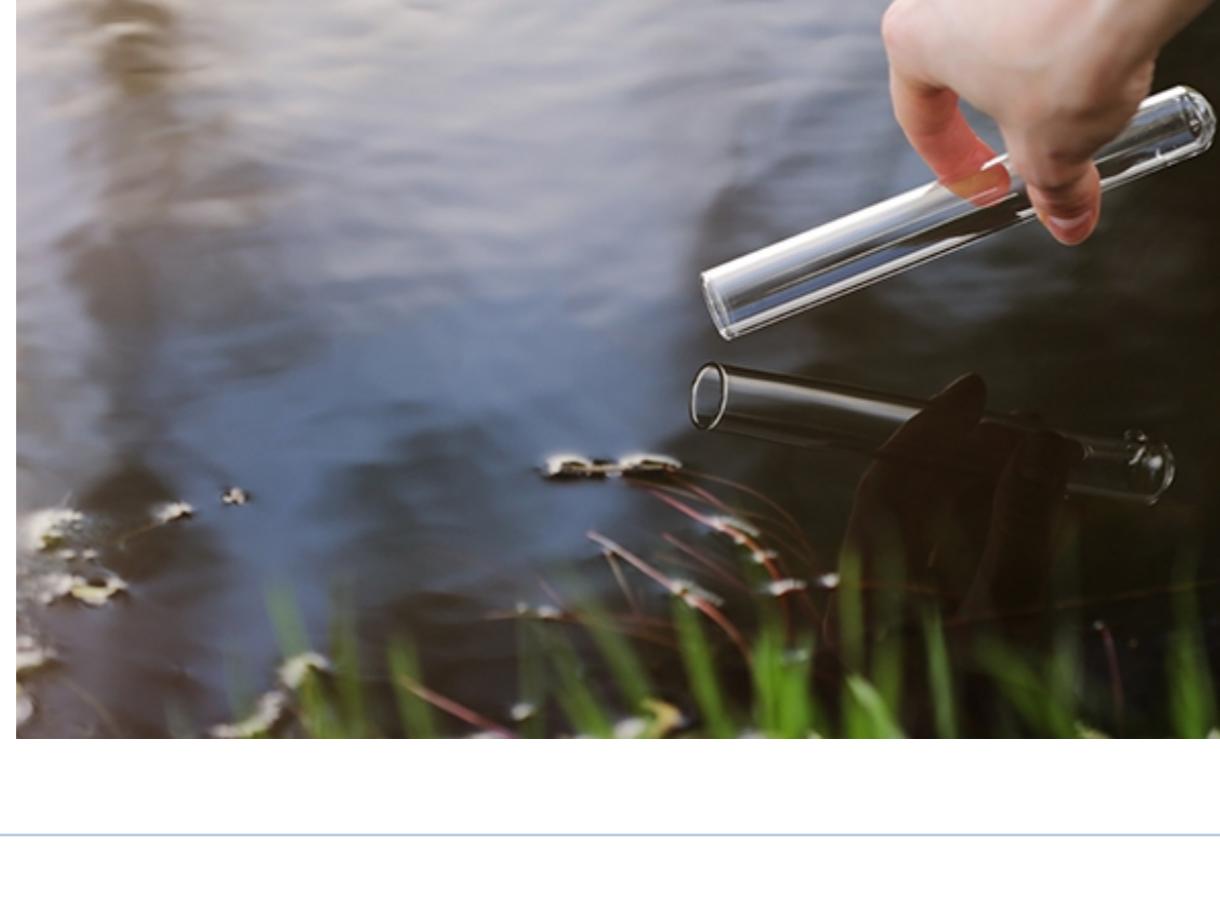


- Ambos proyectiles alcanzarán la misma altura máxima.
- El proyectil lanzado horizontalmente recorrerá una distancia horizontal mayor que el proyectil lanzado a 45 grados.
- La velocidad horizontal del proyectil lanzado a 45 grados será mayor que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente.
- La velocidad total del proyectil lanzado a 45 grados en el punto más alto de su trayectoria será la misma que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente en cualquier punto de su trayectoria.

Pregunta 3 de 5

Siguiente →

Se lanzan dos proyectiles desde el suelo con la misma velocidad inicial, pero uno se lanza horizontalmente y el otro se lanza formando un ángulo de 45 grados con la horizontal. Considerando la resistencia del aire despreciable, ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

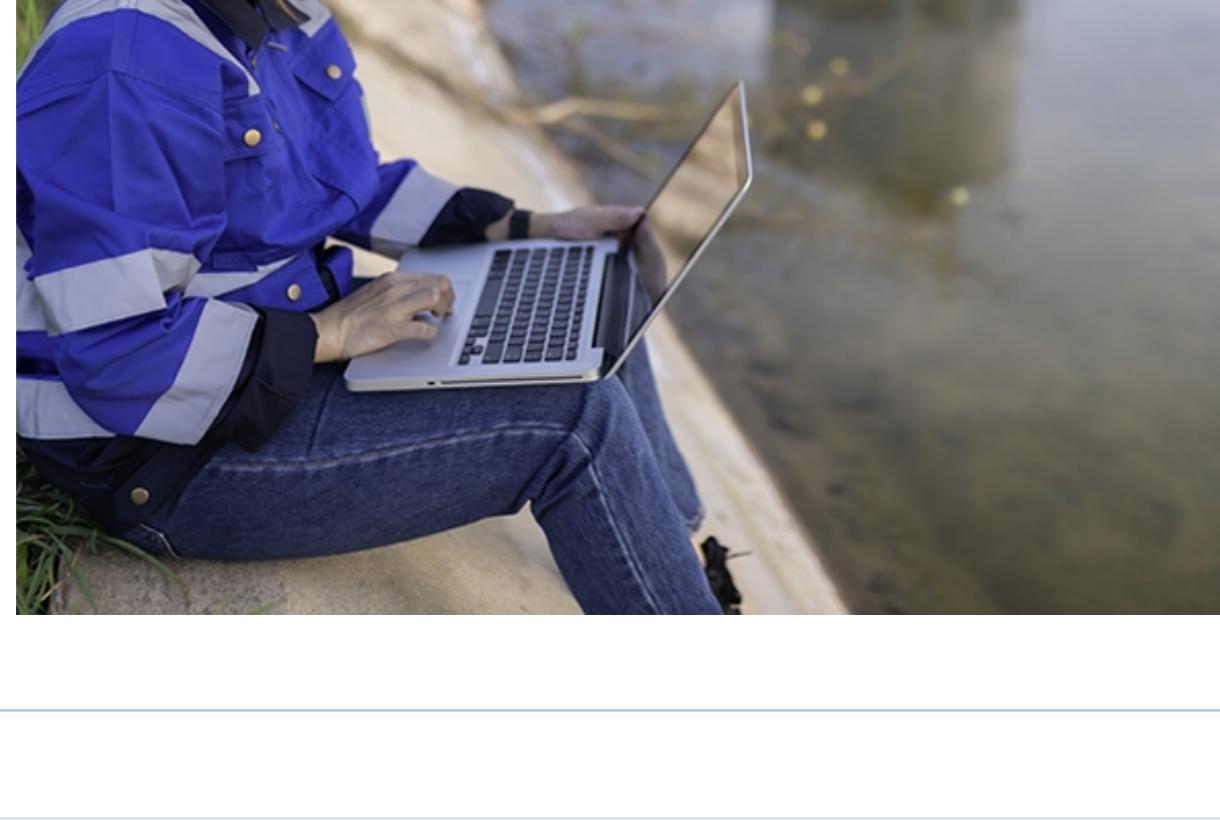


- Ambos proyectiles alcanzarán la misma altura máxima.
- El proyectil lanzado horizontalmente recorrerá una distancia horizontal mayor que el proyectil lanzado a 45 grados.
- La velocidad horizontal del proyectil lanzado a 45 grados será mayor que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente.
- La velocidad total del proyectil lanzado a 45 grados en el punto más alto de su trayectoria será la misma que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente en cualquier punto de su trayectoria.

Pregunta 3 de 5

Siguiente →

Se lanzan dos proyectiles desde el suelo con la misma velocidad inicial, pero uno se lanza horizontalmente y el otro se lanza formando un ángulo de 45 grados con la horizontal. Considerando la resistencia del aire despreciable, ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?



- Ambos proyectiles alcanzarán la misma altura máxima.
- El proyectil lanzado horizontalmente recorrerá una distancia horizontal mayor que el proyectil lanzado a 45 grados.
- La velocidad horizontal del proyectil lanzado a 45 grados será mayor que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente.
- La velocidad total del proyectil lanzado a 45 grados en el punto más alto de su trayectoria será la misma que la velocidad horizontal del proyectil lanzado horizontalmente en cualquier punto de su trayectoria.

Pregunta 3 de 5

Siguiente →