**ANEXO FORMATO COMPONENTE FORMATIVO**

|  |  |
| --- | --- |
| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Tratamiento químico de agua potable |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| COMPETENCIA | 280201221: Potabilizar agua de acuerdo con manuales operativos y normativa. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | Dosificar productos químicos de potabilización según características del agua cruda y procedimiento técnico. |

|  |  |
| --- | --- |
| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 02 |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Dosificación de insumos químicos en potabilización del agua |
| BREVE DESCRIPCIÓN | 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. |
| PALABRAS CLAVE | Insumo químico, dosificación, agua potable, test de jarras. |

|  |  |
| --- | --- |
| ÁREA OCUPACIONAL | Ocupaciones técnicas relacionadas con las ciencias naturales y aplicadas.  Operadores de máquinas de procesamiento y fabricación y ensambladores. |
| IDIOMA | Idioma principal utilizado en el contenido del recurso |

1. **TABLA DE CONTENIDOS**

1. Pruebas de jarras

2. Dosis óptima de coagulante

2.1 Consideraciones técnicas

2.2 Método de cálculo

3. Dosificación química

3.1 Principios de la dosificación

3.2 Consideraciones de las variables fisicoquímicas

3.3 Errores comunes

3.4 Unidades de medida

3.5 Fórmulas por tipo de insumo

4. Equipos de dosificación

4.1 Bombas dosificadoras

4.2 Recomendaciones para el manejo de equipos dosificadores

5. Seguridad y salud en el trabajo

5.1 Uso seguro del cloro gaseoso

5.2 Uso seguro del cloro líquido

5.3 Uso seguro del sulfato de aluminio

5.4 Uso seguro del hidroxicloruro de aluminio

1. **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. | [https://www.freepik.es/fotos-premium/seccion-media-mujer-sosteniendo-botella\_106360408.htm - fromView=search&page=1&position=30&uuid=f518a429-213a-4d27-811e-f3f22add0907&query=potabilizaci%C3%B3n+del+agua](https://www.freepik.es/fotos-premium/seccion-media-mujer-sosteniendo-botella_106360408.htm#fromView=search&page=1&position=30&uuid=f518a429-213a-4d27-811e-f3f22add0907&query=potabilizaci%C3%B3n+del+agua) |

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. **DESARROLLO DE CONTENIDOS**

**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. | Free prueba jarras análisis agua química illustration |

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pestañas | | |
| **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*. | [https://www.freepik.es/fotos-premium/primer-plano-hombre-cientifico-verter-liquido-becher\_1663903.htm - fromView=search&page=1&position=12&uuid=b0dda2e4-969f-4ec6-aa71-eba728f53d83&query=coagulante+agua](https://www.freepik.es/fotos-premium/primer-plano-hombre-cientifico-verter-liquido-becher_1663903.htm#fromView=search&page=1&position=12&uuid=b0dda2e4-969f-4ec6-aa71-eba728f53d83&query=coagulante+agua) |
| **Mezcla lenta** | Ocurre en las etapas posteriores de floculación y sedimentación. Se emplean velocidades bajas para favorecer la formación de *flocs* más grandes, lo cual facilita la clarificación y contribuye a la remoción del color. | [https://www.freepik.es/foto-gratis/colegas-haciendo-experimento-quimico-escuela\_14958996.htm - fromView=search&page=1&position=7&uuid=eca27547-a8bf-4f18-a3c4-d58284ae74fa&query=coagulante+agua+quimica](https://www.freepik.es/foto-gratis/colegas-haciendo-experimento-quimico-escuela_14958996.htm#fromView=search&page=1&position=7&uuid=eca27547-a8bf-4f18-a3c4-d58284ae74fa&query=coagulante+agua+quimica) |

## **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. | <https://www.freepik.es/fotos-premium/joven-investigador-gafas-protectoras-comprobando-tubos-ensayo-floculador-laboratorio_11925070.htm#from_element=cross_selling__photo> |
| Equipos utilizados | Para estas pruebas se utilizan entre 4 y 6 jarras (*beakers* de 1 litro). En cada una de ellas se añade un volumen diferente de coagulante. Este reactivo permite la reducción de los coloides en suspensión mediante el proceso de floculación. | Generated image |
| Importancia en el tratamiento de agua potable | La prueba de jarras representa una etapa muy importante dentro del proceso de tratamiento de agua potable. Con un correcto desarrollo de esta prueba y el cálculo adecuado de los parámetros involucrados, es posible establecer con precisión la dosis óptima de coagulante a utilizar en una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) a escala real. | Agriculture blue pipe with groundwater gushing |
| Factores que afectan la dosis | Cabe resaltar que las cantidades de coagulante necesarias pueden variar dependiendo de factores como el caudal a tratar, la concentración del coagulante y el tipo de coagulante empleado. |  |

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.

|  |
| --- |
| VIDEO 1 SENA |

Una vez comprendidas estas fases, es fundamental conocer el procedimiento adecuado para llevar a cabo la **prueba de jarras**:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PASOS O TARJETAS** | | |
| a | Se recolectan entre 4 y 6 litros de agua cruda, de acuerdo con la cantidad de jarras del equipo. | A blue bottle and glass of water  AI-generated content may be incorrect.  [https://www.freepik.es/icono/beber-agua\_6286713 - fromView=search&page=1&position=28&uuid=5ab5204f-1a28-47e5-a9d9-d88df016636c](https://www.freepik.es/icono/beber-agua_6286713#fromView=search&page=1&position=28&uuid=5ab5204f-1a28-47e5-a9d9-d88df016636c) |
| b | Se agrega un litro de agua a cada jarra. | A blue and black water droplet  AI-generated content may be incorrect.  [https://www.freepik.es/icono/agua\_17973702 - fromView=search&page=1&position=51&uuid=5ab5204f-1a28-47e5-a9d9-d88df016636c](https://www.freepik.es/icono/agua_17973702#fromView=search&page=1&position=51&uuid=5ab5204f-1a28-47e5-a9d9-d88df016636c) |
| c | Se programa una agitación rápida de 120 RPM durante 1 minuto. | [https://www.freepik.es/icono/vasos\_2106461 - fromView=search&page=1&position=6&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd](https://www.freepik.es/icono/vasos_2106461#fromView=search&page=1&position=6&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd) |
| d | Se incorporan volúmenes distintos de la solución patrón de coagulante en cada jarra. | A blue and black beaker with a blue liquid in it  AI-generated content may be incorrect.  [https://www.freepik.es/icono/cubilete\_16350675 - fromView=search&page=1&position=24&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd](https://www.freepik.es/icono/cubilete_16350675#fromView=search&page=1&position=24&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd) |
| e | Se repite la agitación rápida por 1 minuto. | A beaker with a straw  AI-generated content may be incorrect.  [https://www.freepik.es/icono/remover\_10308938 - fromView=search&page=1&position=80&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd](https://www.freepik.es/icono/remover_10308938#fromView=search&page=1&position=80&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd) |
| f | Se identifican las jarras donde se forman mejor los flóculos y el agua presenta menor turbiedad y color. | A blue liquid in a measuring cup  AI-generated content may be incorrect.  [https://www.freepik.es/icono/medicion\_447186 - fromView=search&page=1&position=74&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd](https://www.freepik.es/icono/medicion_447186#fromView=search&page=1&position=74&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd) |
| g | Se aplica una agitación lenta a 40 RPM durante 15 minutos. | [https://www.freepik.es/icono/frasco\_6167736 - fromView=search&page=2&position=78&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd](https://www.freepik.es/icono/frasco_6167736#fromView=search&page=2&position=78&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd) |
| h | Se deja reposar el contenido de las jarras durante 10 minutos. | A beaker with a blue liquid  AI-generated content may be incorrect.[https://www.freepik.es/icono/experimento\_14669682 - fromView=search&page=2&position=87&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd](https://www.freepik.es/icono/experimento_14669682#fromView=search&page=2&position=87&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd) |
| i | Se registran los valores de turbiedad y color aparente; la jarra adecuada será la que tenga menos de 2 UNT y menos de 15 UPC. | A beaker with a blue liquid  AI-generated content may be incorrect.  [https://www.freepik.es/icono/cubilete\_15394701 - fromView=search&page=3&position=36&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd](https://www.freepik.es/icono/cubilete_15394701%20-%20fromView=search&page=3&position=36&uuid=d60ca326-158a-4821-ad25-d3f96085ebbd) |
| j | Se determina la dosis óptima de coagulante con base en los resultados obtenidos. | A blue and white icon with a beaker and beakers  AI-generated content may be incorrect.[https://www.freepik.es/icono/cubilete\_18489512 - fromView=search&page=1&position=18&uuid=c6ce5346-04a9-4a04-834f-30227d545bf9](https://www.freepik.es/icono/cubilete_18489512#fromView=search&page=1&position=18&uuid=c6ce5346-04a9-4a04-834f-30227d545bf9) |

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:

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

## **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:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SLIDE** | | |
| **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**. | Vertical shot of a log bridge over a small river though a forest |
| **Tipo de coagulante** | La elección debe basarse en los niveles de **turbiedad**, **color** y **cargas contaminantes** de la fuente. Además, deben considerarse los **costos** y las **condiciones de acceso** a la planta de tratamiento. | Chemical tank in the factory and pump |
| **Equipo para prueba de jarras** | Es esencial que la planta cuente con este equipo, ya que su uso evita la aplicación de dosis inadecuadas que podrían comprometer la eficiencia del tratamiento o aumentar la **residualidad** en la red de distribución. |  |

## **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.

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.

# **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. | <https://www.freepik.es/fotos-premium/tubos-ensayo-laboratorio-laboratorio-ciencias-o-medicina-equipo-aprendizaje_125195989.htm#fromView=search&page=1&position=10&uuid=7387710d-c244-47e6-b36d-684434c6a37d&query=dosificaci%C3%B3n+qu%C3%ADmica>+ |

## **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.

|  |  |
| --- | --- |
| [https://www.freepik.es/fotos-premium/tubo-ensayo-ciencia-azul-matraz-mano-cientifica-gota-liquido-quimico-tubo-ensayo\_36058845.htm - fromView=search&page=1&position=12&uuid=507932a2-e407-493e-af99-c2907ad18883&query=dosificaci%C3%B3n+qu%C3%ADmica+AZUL](https://www.freepik.es/fotos-premium/tubo-ensayo-ciencia-azul-matraz-mano-cientifica-gota-liquido-quimico-tubo-ensayo_36058845.htm#fromView=search&page=1&position=12&uuid=507932a2-e407-493e-af99-c2907ad18883&query=dosificaci%C3%B3n+qu%C3%ADmica+AZUL) | 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:

|  |  |
| --- | --- |
| **ACORDEÓN** | |
| **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** | Es esencial mantener un registro de las dosis óptimas, asegurar su correcta aplicación y monitorear especialmente las sustancias usadas para ajustar el pH, ya que errores en su uso pueden generar subproductos perjudiciales para la salud. |
| **Mezcla rápida y lenta** | La planta debe disponer de un sistema para una mezcla rápida y homogénea entre el coagulante y el agua cruda, así como unidades de floculación con un gradiente de velocidad adecuado (mezcla lenta), que facilite la formación de flóculos y la clarificación del agua antes de la desinfección. |
| **Uso seguro** | Los insumos químicos deben almacenarse, manipularse y aplicarse conforme a las normas de seguridad y salud en el trabajo. Se debe evitar el contacto directo, utilizar equipo de protección personal y contar con personal capacitado. |

## **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:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PESTAÑAS** | | |
| **pH** | Cuando el agua cruda presenta un pH bajo (agua ácida), es necesario realizar ajustes o estabilización mediante la aplicación de cal. No corregir el pH puede afectar negativamente la formación de flóculos, dificultando la remoción de turbiedad. | [https://www.freepik.es/fotos-premium/medida-tds-agua-medidor-electronico-ph-vaso-agua-calidad-agua-pobre-valores-altos-impurezas-salinas\_221733559.htm - fromView=search&page=2&position=31&uuid=566677da-21ac-4e2f-b237-d9d95b6466ea&query=PH+AGUA](https://www.freepik.es/fotos-premium/medida-tds-agua-medidor-electronico-ph-vaso-agua-calidad-agua-pobre-valores-altos-impurezas-salinas_221733559.htm#fromView=search&page=2&position=31&uuid=566677da-21ac-4e2f-b237-d9d95b6466ea&query=PH+AGUA) |
| **Turbiedad** | Es importante medirla de forma continua, lo cual permite al operario ajustar la dosis en tiempo real y aplicar una cantidad óptima de coagulante según las condiciones del agua que ingresa a la planta. | <https://www.freepik.es/fotos-premium/mano-cortada-hombre-que-trabaja-mesa_119496706.htm#fromView=search&page=2&position=48&uuid=6a715123-1d08-4c33-88a4-f0c17ebac799&query=Turbiedad+AGUA> |
| **Color aparente** | En aguas con coloraciones visibles, puede ser necesario aplicar mayores dosis de coagulante o complementar con carbón activado. La dosis óptima debe asegurar la eliminación de color y turbiedad, ya que si solo se remueven los sólidos, el color puede persistir hasta los tanques de almacenamiento, generando inconformidad en los usuarios. | [https://www.freepik.es/foto-gratis/mano-sosteniendo-muestras-agua-rio\_25128673.htm - fromView=search&page=1&position=2&uuid=78823f15-bd75-4a56-9313-09dff65a2385&query=COLO+ANALISIS+AGUA](https://www.freepik.es/foto-gratis/mano-sosteniendo-muestras-agua-rio_25128673.htm#fromView=search&page=1&position=2&uuid=78823f15-bd75-4a56-9313-09dff65a2385&query=COLO+ANALISIS+AGUA) |
| **Hierro y magnesio** | Su remoción puede requerir una oxidación previa a la coagulación. Esto implica la necesidad de unidades de aireación y, dependiendo de su concentración, la adición de otros insumos químicos para mejorar el proceso de potabilización. | [https://www.freepik.es/foto-gratis/arreglo-dia-mundial-ciencia-naturaleza-muerta\_19333982.htm - fromView=search&page=3&position=9&uuid=9989e026-f3d4-4166-a9d6-1ea39c3677a8&query=HIERRO++ANALISIS+AGUA](https://www.freepik.es/foto-gratis/arreglo-dia-mundial-ciencia-naturaleza-muerta_19333982.htm#fromView=search&page=3&position=9&uuid=9989e026-f3d4-4166-a9d6-1ea39c3677a8&query=HIERRO++ANALISIS+AGUA) |

## **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:

|  |  |
| --- | --- |
| **ACORDEÓN** | |
| **Aplicación de dosis empíricas sin verificación** | Uso de cantidades fijas de insumos químicos sin realizar la prueba de jarras ni ajustar según la calidad del agua. Esto genera un tratamiento deficiente, acumulación de residuos químicos, afectaciones en la salud y falta de cumplimiento de las normativas sanitarias. |
| **Sobredosificación** | Uso excesivo de producto con la falsa creencia de que mayor cantidad implica mejores resultados. En el caso de desinfectantes, puede producirse exceso de cloro, formación de partículas tóxicas, impactos en la salud de los usuarios, deterioro de redes y sobrecostos. |
| **No ajustar el pH del agua** | Aplicación de coagulantes sin verificar el nivel de pH del agua cruda, lo que reduce la capacidad de floculación e impide alcanzar los parámetros requeridos en la calidad del agua tratada. |
| **Ausencia de registros y trazabilidad** | Falta de seguimiento sistemático sobre las dosis utilizadas y las características del agua cruda. Esto conduce a un uso innecesario de insumos, pérdida de control operativo y dificultad para implementar ajustes técnicos. |

**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.

|  |  |
| --- | --- |
| [https://www.freepik.es/fotos-premium/ingenieros-ambientales-trabajan-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ingenieria-suministro-agua-trabajando-planta-reciclaje-agua-su-reutilizacion-verifique-que-cantidad-cloro-agua-este-dentro-criterios\_159290453.htm - fromView=search&page=3&position=45&uuid=9989e026-f3d4-4166-a9d6-1ea39c3677a8&query=HIERRO++ANALISIS+AGUA](https://www.freepik.es/fotos-premium/ingenieros-ambientales-trabajan-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ingenieria-suministro-agua-trabajando-planta-reciclaje-agua-su-reutilizacion-verifique-que-cantidad-cloro-agua-este-dentro-criterios_159290453.htm%20-%20fromView=search&page=3&position=45&uuid=9989e026-f3d4-4166-a9d6-1ea39c3677a8&query=HIERRO++ANALISIS+AGUA) | * 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 |

## **3.5 Fórmulas por tipo de insumo**

Las fórmulas de cálculo para la dosificación de insumos en la potabilización de agua pueden variar dependiendo de las condiciones técnicas de operación de la planta y de los manuales propios de cada planta, a continuación, se presentan ejemplos para el cálculo de la dosificación de algunos coagulantes y desinfectantes.

**Dosificación hidroxicloruro de aluminio (PAC)**

Tomando como referenciar el manual de operación de la planta de agua potable del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano (2019), cuando se aplica diluido, la fórmula para la dosificación cuando se tratan caudales bajos inferiores a (1 L/s) en plantas para pequeñas poblaciones, es:

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:

Dónde:

**Q:** Caudal de agua cruda en L/s

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

**C:** Concentración que hace referencia al contenido de aluminio del compuesto químico

**Dosificación de sulfato de aluminio**

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

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.

Dónde:

**Q:** Caudal de agua cruda en L/s

Dosis óptima: Dosis 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

**454:** gramos que tiene una libra americana

**1000:** factor de conversión para pasar g a mg.

**Dosificación de cloro liquido**

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:

Dónde:

Q: Caudal de agua cruda en L/s

**Dosis cloro**: Cantidad de cloro a aplicar. En algunos casos, se busca alcanzar la **concentración máxima permitida** de cloro residual en el agua tratada, según la **Resolución 2115 de 2007**, la cual establece un límite de **2 mg/L**.

**C**: Concentración de la solución de cloro, expresada en **mg/mL**.

|  |  |
| --- | --- |
| [https://www.freepik.es/fotos-premium/ingenieros-ambientales-trabajan-plantas-tratamiento-aguas-residualesingenieria-suministro-agua-trabajando-planta-reciclaje-agua-su-reutilizaciontecnicos-e-ingenieros-discuten-trabajo-juntos\_41380171.htm - fromView=search&page=3&position=44&uuid=9989e026-f3d4-4166-a9d6-1ea39c3677a8&query=HIERRO++ANALISIS+AGUA](https://www.freepik.es/fotos-premium/ingenieros-ambientales-trabajan-plantas-tratamiento-aguas-residualesingenieria-suministro-agua-trabajando-planta-reciclaje-agua-su-reutilizaciontecnicos-e-ingenieros-discuten-trabajo-juntos_41380171.htm#fromView=search&page=3&position=44&uuid=9989e026-f3d4-4166-a9d6-1ea39c3677a8&query=HIERRO++ANALISIS+AGUA) | 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:

**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:

**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:

**Dosificadores de coagulante sólido**

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

|  |  |
| --- | --- |
| <https://www.freepik.es/fotos-premium/tanque-quimico-fabrica-bomba_117140878.htm#fromView=search&page=1&position=17&uuid=3525d53a-1549-4bb0-9ba3-c46dfbd09026&query=Dosificadores+de+coagulante+AGUA> | * Tolva 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:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TARJETAS** | | |
| 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. | <https://www.freepik.es/icono/aprobado_6887033#fromView=search&page=1&position=3&uuid=b18842e9-9f71-4aa7-9548-9cc16b0115ab> |
| Confirmar el caudal máximo | Este dato es fundamental para el cálculo adecuado de la dosificación. | <https://www.freepik.es/icono/nivel-agua_11531056#fromView=search&page=1&position=12&uuid=3c61bbc1-79d9-4e15-a5f8-a916948fed15> |
| Superficie adecuada | El equipo debe instalarse sobre una superficie nivelada y firme para evitar fallos operativos. | <https://www.freepik.es/icono/nivel-mar_5782270#fromView=search&page=1&position=63&uuid=3c61bbc1-79d9-4e15-a5f8-a916948fed15> |

**Selección de materiales compatibles**

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

**Operación y mantenimiento**

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TARJETAS** | | |
| Verificación inicial | Compruebe que la cantidad descargada por el equipo coincida con la dosis calculada. | <https://www.freepik.es/icono/aprobado_17410048#fromView=search&page=1&position=18&uuid=11810053-c7b0-4036-a360-2c141947dd7a> |
| Revisión diaria | Monitoree el funcionamiento general del equipo y sus accesorios. | <https://www.freepik.es/icono/integracion_17728377#fromView=search&page=1&position=26&uuid=c775efe3-2511-42eb-b9b7-4ec6f530287e> |
| Control de fugas | Revise frecuentemente para detectar posibles fugas. | <https://www.freepik.es/icono/fuga_5556040#fromView=search&page=1&position=43&uuid=3b09bba9-e63f-415c-8020-e0ad71c77e11> |
| Limpieza periódica | Realice mantenimientos regulares de válvulas, filtros y bombas para evitar obstrucciones o fallas. | <https://www.freepik.es/icono/agua_6004886#fromView=search&page=1&position=27&uuid=f70bbd37-f72e-48f2-8a91-f6ab9cd1aad3> |

# **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:

**Recomendaciones para su manipulación**

A continuación, se presenta un pódcast 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.

|  |
| --- |
| **PÓDCAST** |

**Elementos de protección personal recomendados**

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

## **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:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TARJETAS** | | |
| Evitar contacto ocular | Puede causar irritación severa en los ojos. | [https://www.freepik.es/icono/ojos\_3150902 - fromView=search&page=1&position=1&uuid=41394d6a-dae4-466f-99b0-c638d077d04f](https://www.freepik.es/icono/ojos_3150902#fromView=search&page=1&position=1&uuid=41394d6a-dae4-466f-99b0-c638d077d04f) |
| Evitar contacto directo con la piel | Puede generar quemaduras o reacciones cutáneas. | [https://www.freepik.es/icono/advertencia\_11009136 - fromView=search&page=1&position=2&uuid=51f26e2e-37f0-4980-adf7-84acf0ffdf90](https://www.freepik.es/icono/advertencia_11009136#fromView=search&page=1&position=2&uuid=51f26e2e-37f0-4980-adf7-84acf0ffdf90) |
| Ventilación adecuada | Utilizar en espacios abiertos o bien ventilados para evitar acumulación de vapores. | [https://www.freepik.es/icono/ventilacion\_389473 - fromView=search&page=1&position=0&uuid=d2ffaf15-38bc-465d-9732-5d63276cb008](https://www.freepik.es/icono/ventilacion_389473#fromView=search&page=1&position=0&uuid=d2ffaf15-38bc-465d-9732-5d63276cb008) |
| Uso de EPP | Aplicar equipo de protección adecuado según el tipo de exposición. | <https://www.freepik.es/icono/mascara-facial_6288645#fromView=search&page=1&position=0&uuid=97068138-8c19-4cb2-a5bb-443688bb0b59> |
| Cuidado con materiales metálicos | Evitar el contacto con hierro o aluminio, ya que el cloro líquido genera corrosión. | [https://www.freepik.es/icono/placas-acero\_7382847 - fromView=search&page=1&position=1&uuid=b905a064-f983-4fdb-8134-03d3be2c9fab](https://www.freepik.es/icono/placas-acero_7382847#fromView=search&page=1&position=1&uuid=b905a064-f983-4fdb-8134-03d3be2c9fab) |
| Revisión de bombas dosificadoras | Estas tienden a incrustarse u obstruirse, por lo que se requiere mantenimiento periódico. | <https://www.freepik.es/icono/probeta_1722358#fromView=search&page=1&position=32&uuid=a50ef1ba-8e50-4b96-aa2a-f9d70c525bbb> |

**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).

|  |  |
| --- | --- |
| <https://www.freepik.es/foto-gratis/tiro-macro-copos-nieve-cristalinos-invierno_17247919.htm#fromView=search&page=1&position=12&uuid=8de888a8-2641-4f84-84c6-0c90b3987af1&query=sulfato+de+aluminio> | *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 flóculos adaptados a las características del agua cruda. Para su **uso seguro**, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

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.

1. **SÍNTESIS**

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

1. **ACTIVIDADES DIDÁCTICAS *(Se debe incorporar mínimo 1, máximo 2)***

|  |  |
| --- | --- |
| **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DIDÁCTICA** | |
| **Nombre de la Actividad** | Apropiación de aspectos de la dosificación de insumo químicos en potabilización. |
| **Objetivo de la actividad** | Aplicar los fundamentos prácticos y técnicos necesarios para realizar la adecuada dosificación de insumos químicos en procesos de potabilización de agua. |
| **Tipo de actividad sugerida** | **Cuestionario** |
| **Archivo de la actividad**  **(Anexo donde se describe la actividad propuesta)** | **El ejercicio siempre debe tener realimentación positiva sobre las respuestas que seleccione el aprendiz…si queda mal o bien** |

1. **MATERIAL COMPLEMENTARIO:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tema | Referencia APA del Material | Tipo de material  (Video, capítulo de libro, artículo, otro) | Enlace del Recurso o  Archivo del documento o material |
| Pruebas de jarras | ICONTEC (2010). Procedimiento para el ensayo de coagulación -floculación en un recipiente con agua o método de jarras. | Norma Técnica Colombiana | <https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/pdfview/viewer.aspx?locale=en-US&Q=AD90541E52F7CAFD7C448E55D04EF2E1&Req=> |

1. **GLOSARIO:**

|  |  |
| --- | --- |
| TÉRMINO | SIGNIFICADO |
| Coagulantes: | sustancias químicas que inducen el aglutinamiento de las partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas. |
| Cloración: | aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables. |
| Dosificación: | acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua. |
| Dosificador: | es un dispositivo mecánico o hidráulico diseñado para introducir una sustancia química al agua. |
| Dosis óptima: | concentración que produce la mayor eficiencia de reacción en un proceso químico. |

1. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ICONTEC (2010). Procedimiento para el ensayo de coagulación -floculación en un recipiente con agua o método de jarras.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017). Resolución 330 de 2017. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>

Murillo, S., Galvis, G y Pacheco, S. (2020). Manual técnico para la elaboración de coagulantes – floculantes a partir de productos naturales. Primera edición. La Dorada Caldas. Servicios Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Pecuario y Agroempresarial.

SURA (2011). Manejo seguro del gas cloro. <https://www.arlsura.com/files/manejo_seguro_gas_cloro.pdf>

Trujillo, P. (2021). Hoja de datos de seguridad sulfato de aluminio. <https://isquisa.com/assets/files/HDSLISTOS/SALES/HDS-Sulfato%20de%20Aluminio%20L%C3%ADquido..pdf>

1. **CONTROL DEL DOCUMENTO**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nombre | Cargo | Dependencia  *(Para el SENA indicar Regional y Centro de Formación)* | Fecha |
| Autor (es) | Deya Maritza Cortes Enríquez | Experta Temática | Regional Huila – Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila. | Mayo de 2025 |

1. **CONTROL DE CAMBIOS**

**(Diligenciar únicamente si realiza ajustes a la Unidad Temática)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nombre | Cargo | Dependencia | Fecha | Razón del Cambio |
| Autor (es) |  |  |  |  |  |