

PRUEBA DE JARRAS

1. ALCANCE

Establecer un procedimiento general para la evaluación de un tratamiento químico, encaminado a la reducción de los sólidos en suspensión, coloidales, no sedimentables y algunos sólidos disueltos del agua captada de un efluente, mediante los procesos de coagulación, floculación y sedimentación o flotación.

2. OBJETIVOS

Mediante el ensayo “Prueba de Jarras” se pretende encontrar:

- Dosis óptima de Oxidante (si es necesario oxidar materia orgánica, hierro y manganeso)
- Dosis óptima de Alcalinizante o Acidulante (si es necesario ajustar el pH)
- Dosis óptima de Coagulante
- Dosis óptima de Floculante
- Condiciones requeridas para lograr resultados óptimos evaluando pH y alcalinidad del efluente

3. ANTECEDENTES

Recopilar data histórica de la planta, Estos datos deben incluir:

- a) Características del agua a tratar:** La revisión de los registros de la planta mostrará si hay un patrón estacional para la turbidez y color del agua cruda.
- b) Requisitos del agua Clarificada:** Los registros de la planta también establecerán la calidad histórica del agua que la planta ha estado produciendo, debe determinarse qué calidad de agua desea producir y el uso de esta.
- c) Diseño y Operación de los equipos de Clarificación:** Debe determinarse el tipo

de clarificador en uso. ¿El clarificador está operando por encima de la capacidad de diseño? ¿Se puede aumentar la velocidad del equipo de mezcla? ¿Cuánto tiempo de retención se proporciona en las zonas de mezcla rápida, mezcla lenta y sedimentación?

- d) Identificación de los puntos de alimentación química existentes y posibles nuevos puntos de alimentación:** Determinar todos los productos químicos que la planta está alimentando actualmente y sus puntos de alimentación. ¿Están muy cerca o separados por tiempo y distancia? ¿Hay líneas de muestreo más atrás en la línea? ¿Se puede alimentar el producto químico en el lado succión de la bomba de suministro de agua?

4. MATERIAL DE PRUEBA

- Agitador múltiple (equipo de jarras) el cual cuenta con un variador de velocidad desde 0 – 150 rpm (tacómetro)
- Vasos de precipitado los cuales deben ser del mismo tamaño (1.000 a 2.000 ml) y de un material adecuado (vidrio o acrílico)
- Material para la adición de los productos químicos (jeringas de 1 ml o pipetas)
- Jeringas de 10 ml o pipeta
- Balones aforados de 1.000 ml

5. REACTIVOS

- Agua destilada para la preparación de los químicos a evaluar
- Muestras de Oxidante, Alcalinizante, Acidulante, Coagulantes y Floculantes

6. PREPARACION DE LOS REACTIVOS

- ◆ **Oxidante:** Preparar una solución al 10% Peso/Volumen (100.000 mg/l = 100.000 ppm). Se pesan 10 gramos del producto oxidante en un balón aforado de 100 ml, se completa con agua destilada hasta la marca de 100 ml, y se agita hasta completa disolución.
- ◆ **Alcalinizante:** En algunos casos se necesita dosificar soda cáustica 50% para ajustar el pH. Preparar una solución al 10% Peso/Volumen (100.000 mg/l). Se pesan 10 gramos del producto alcalinizante en un balón aforado de 100 ml, se completa con agua destilada hasta la marca de 100 ml, y se agita hasta completa disolución.
- ◆ **Acidulante:** En algunos casos se necesita dosificar ácido (Nítrico al 55%, Sulfámico) para ajustar el pH. Preparar una solución al 10% Peso/Volumen (100.000 mg/l). Se pesan 10 gramos del producto acidulante en un balón aforado de 100 ml, se completa con agua destilada hasta la marca de 100 ml, y se agita hasta completa disolución.
- ◆ **Coagulante:** Preparar una solución al 10% (100.000 mg/l). Se pesan 10 gramos del producto coagulante en un balón aforado de 100 ml, se completa con agua destilada hasta la marca de 100 ml, y se agita hasta completa disolución.
- ◆ **Floculante:** Preparar una solución al 0,1% (1.000 mg/l). Se pesa 0,1 gramo del producto floculante en una capsula de porcelana. En un balón aforado de 100 ml se agrega primero unos 50 ml de agua destilada y se va agregando poco a poco el producto floculante agitando, se agrega más agua y más producto hasta terminar de agregar todo el producto, se completa con agua hasta la marca de 100 ml. Se agita hasta completa disolución.
- ◆ **Polímeros Secos (Polvo):** Agregue polímero seco previamente pesado a una cantidad conocida de agua previamente pesada. La concentración de polímeros no debe exceder el 1% (p / p); 0.5% (p / p) es

la concentración típica del stock de trabajo. El polímero debe agregarse muy lentamente a la agitación vigorosa del agua; Si utiliza un mezclador de laboratorio estándar, la velocidad de mezcla debe ser de 600 rpm durante 1 hora para garantizar una mezcla completa; Una mezcla insuficiente será evidente por la aparición de grumos localizados de polímero ("ojo de pez"). Finalmente puede diluirse, a una concentración de trabajo del 0.2% si se desea.

- ◆ **Polímeros en emulsión:** El polímero en emulsión siempre debe agregarse al agua hasta la concentración final deseada. La concentración de la solución no debe exceder el 1% (v / v); 0.5% (v / v) es la concentración típica del stock de trabajo. La preparación óptima de la solución implica el uso de un mezclador de laboratorio a 600 rpm durante 20 minutos. Las velocidades de rpm más bajas dan como resultado una mezcla insuficiente, evidenciada por la precipitación del polímero. Alternativamente, las emulsiones pueden reducirse agregando un volumen conocido de la emulsión a un volumen conocido de agua y agitando vigorosamente a mano durante al menos 2 minutos. Este no es el método preferido, pero a menudo se utiliza para realizar muestras de campo. Si se desea, se puede hacer una dilución adicional de la concentración de stock del 0,5% de trabajo a una concentración final del 0,2%.

7. TOMA DE MUESTRAS

Se debe garantizar que todos los vasos a utilizar durante un ensayo contengan la misma calidad de agua cruda. Si el equipo es de 4 jarras, se toma un volumen mínimo de 4 litros, el cual se debe homogenizar para llenar cada jarra con 1 litro de la misma calidad de agua.



8. PROCEDIMIENTO

1. Realizar análisis al agua cruda de pH, alcalinidad, Turbidez (Turbiedad) y color. De ser necesario analizar hierro, manganeso o la variable que se desee remover del agua.
2. Definir el rango teórico de pH, en el que tiene un mejor desempeño el Oxidante (en caso de necesitarse), y el Coagulante; dicho rango depende directamente de los contaminantes que desee remover del agua y del tipo de Química a utilizar.
3. Si es necesario ajustar el pH, se adiciona alcalinizante o acidulante en la misma dosis para todas las jarras. Otra opción es ajustar el pH de toda la muestra inicial que se tome de agua cruda, la cual puede ser de unos 12 o 20 litros, y ya con el pH ajustado se toman las muestras de 1 litro en cada vaso, y queda agua para realizar otras pruebas de jarras. Lo importante es dejar bien definida la cantidad de alcalinizante o acidulante que se utilizó para los 12 o 20 litros, de modo que se puedan conocer los ppm a aplicar posteriormente en la planta, y el pH después de la adición de estos.
4. Medir volúmenes iguales (1.000 ml) en cada uno de los vasos de precipitado. Se pueden usar tantas porciones de muestra como posiciones haya en el agitador múltiple. Los vasos de precipitado se ubican de tal modo que las paletas queden separadas de la pared del vaso. Se registra la temperatura de la muestra al comienzo del ensayo.
5. Se inicia el agitador múltiple operando a una velocidad de 100 rpm "mezcla rápida".
6. Si se requiere ajustar el pH, adicionar la misma dosis para todas las jarras y proceder a mezclar durante 10 segundos.
7. Diez (10) segundos después de realizar el paso 7, adicionar el coagulante a diferentes dosis para todas las jarras y se procede a mezclar durante un minuto a las mismas 100 rpm. Verificar la correcta formación de pequeños coágulos en la mezcla. Estos coágulos deben de ser ligeramente visibles al ojo humano. Si se observan estos coágulos, pasar al paso No.8, en caso contrario se recomienda descartar la muestra testeada e intentar de nuevo con otras dosis y/o otros tipos de coagulante, hasta observar un efectivo proceso de desestabilización de coloides. En ocasiones podría no darse una clara coagulación en el agua, producto quizá de cambios en el pH, debido al tipo de coagulante utilizado, por ello se recomienda medir pH luego de la adición del coagulante para verificar que este siga en el rango ideal de trabajo. En caso de no mantenerse, se recomienda realizar ajuste de pH con el acidulante o alcalinizante.
8. Pasar a la mezcla lenta, se reduce la velocidad de mezcla a 30 rpm. Se procede adicionar en la mezcla lenta el floculante en la misma dosis para todas las jarras, y se deja agitando 10 minutos.
9. Después de la mezcla lenta, se detiene el movimiento de las paletas (0 rpm) y se observa la sedimentación de las partículas de flóculos. Se registra el tiempo requerido para que el volumen de las partículas se sedimente. En la mayoría de los casos este tiempo será el requerido para que las partículas se sedimenten en el fondo del vaso de precipitado; sin embargo, en algunos casos puede haber interferencia de corrientes de convección. Si es así, el tiempo de sedimentación registrado debe ser aquel al cual las partículas no sedimentadas o residuales parezcan estar moviéndose en forma igual hacia arriba y hacia abajo. En algunos casos puede presentarse flotación en lugar de sedimentación.

10. Después de 15 min de sedimentación, se debe registrar el volumen de flóculos en el fondo de vaso de precipitado. Mediante una pipeta o jeringa de 10 o 20 ml, se saca de la jarra un volumen adecuado de muestra del agua clarificada, en un punto situado a la mitad de la profundidad de la muestra de agua en la jarra.
11. Proceder a efectuar a cada muestra los análisis de pH, Turbidez y Color. La dosis óptima será la utilizada en la jarra que reporte los mejores resultados en turbidez y color. En algunos casos se debe realizar análisis de hierro, manganeso y otros parámetros que indique la norma, que sobrevengan a causa de la utilización de los productos químicos.

Nota: En ocasiones y dependiendo los resultados obtenidos en las primeras jarras, se hará necesario evaluar la misma dosis de coagulante con diferentes dosis de floculante y/o acondicionadores de pH u Oxidantes. Ante esta situación se recomienda hacer los ensayos utilizando diferentes dosis de cada producto, que modifiquen una sola variable a la vez, y siempre tomar como referencia los

productos y dosis que presenten mejores remociones.

9. EJEMPLO PARA CALCULO DE DOSIS

Dosis: 20 ppm = 20 mg/l

Volumen jarra: 1.000 ml = 1 litro.

Solución preparada al 10% (100.000 mg/l).
10 gramos de producto en 100 ml solución.

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

V_1 = Volumen de agua en la jarra (1.000 ml).

C_1 = Concentración deseada en la jarra (20, 30, 40, 50 o 60 mg/l).

V_2 = Volumen de solución al 10% a agregar en la jarra (ml).

C_2 = Concentración de la solución preparada al 10% (100.000 mg/l = 100.000 ppm).

$$V_2 = (V_1 \times C_1) / C_2$$

$$V_2 = (1.000 \text{ ml} \times 20 \text{ mg/l}) / 100.000 \text{ mg/l} = 0,2 \text{ ml.}$$