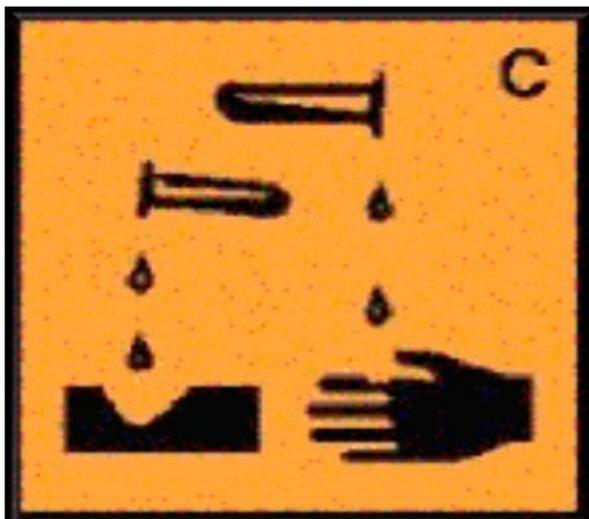




## **MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES EN LOS LABORATORIOS DE CARACTERIZACIÓN Y CALIDAD DEL AGUA Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS**



**MATERIAL DIDÁCTICO REALIZADO POR: I.B.Q. JUANA MARÍA CASTRO SERVÍN**

**SEMESTRE: AGOSTO-DICIEMBRE 2013**

## CONTENIDO

<b>1. Presentación.</b>	3
<b>2. Objetivo.</b>	3
<b>3. Introducción.</b>	3
<b>4. Clasificación de las soluciones.</b>	3-4
<b>5. Las unidades de concentración.</b>	4-6
<b>6. Preparación de soluciones.</b>	6-7
<b>7. Preparación y valoración de soluciones.</b>	7-8
<b>8. Métodos de prueba que requieren de preparación de soluciones en las Unidades de Aprendizaje de:</b> <b>a) Caracterización y Calidad del Agua y</b> <b>b) Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas.</b>	8
8.1 Introducción a los Laboratorios (medidas de seguridad).	8-9
8.2 Muestreo de Aguas norma (NMX-AA-003-1980).	9-10
8.3 Determinación de color (NMX-AA-045-SCFI-2001) método de cobalto/platino (colorimétrico).	10-11
8.4 Determinación de conductividad eléctrica (C.E.) NMX-AA-093-SCFI-2000 y pH (NMX-AA-008-SCFI-2000) preparación de estándares.	11-12
8.5 Determinación de grasas y aceites Extracción con equipo Soxhlet (NMX-AA-005-SCFI-2000)	12-13
8.6 Determinación de sustancias activas al azul de metileno (SAAM) NMX-AA-039-SCFI-2001 (colorimétrico)	13-15
8.7 Determinación de demanda química de oxígeno (DQO) en aguas (NMX-AA-030-SCFI-2001)	15-17
8.8 Determinación de demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) NMX-AA-028-SCFI-2001.	17-21
8.9 Determinación de cromo hexavalente (Cr <sup>+6</sup> ) (NMX-AA-044-SCFI-2001) método de la difenilcarbazida (colorimétrico).	21-23
8.10 Análisis microbiológico (NMX-AA-042-1987)	23-30
8.11 Determinación de Nitrógeno Total.	30-31
8.12 Determinación de Fósforo.	31-32
8.13 Determinación de alcalinidad carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos (CO <sub>3</sub> , HCO <sub>3</sub> , Cl <sup>-</sup> y SO <sub>4</sub> ).	33-34
<b>9. Métodos generales de eliminación o tratamiento controlado de los desechos obtenidos de las reacciones químicas.</b>	34-39
<b>10. Bibliografía.</b>	39-40
<b>11. Anexos.</b>	41
11.1 Tabla periódica	42
11.2 Contenido de etiqueta de reactivo	42-43
11.3 Contenido de hoja de seguridad	44-45

## **1. Presentación**

La preparación de soluciones en los laboratorios de Caracterización y Calidad del Agua y de Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas, es un control o herramienta en la calidad de los métodos de prueba que en ellas se realizan; la importancia radica en que una solución que no ha sido preparada con los estándares de calidad puede generar resultados incorrectos en los análisis.

Los análisis a desarrollar en cada una de las prácticas de laboratorio de las unidades de aprendizaje mencionadas anteriormente, contienen preparación de soluciones las cuales están establecidas como parte integral de las normas específicas para cada método de prueba, en ellos se establece la forma general de preparación; pero no especifica el procedimiento a detalle en algunos casos, como si debe ser calentada la solución para poderse disolver, si el solvente es agua o si es un solvente orgánico, entre otros.

## **2. Objetivo**

Describir los diferentes procesos de preparación de soluciones, así como las medidas de seguridad, recuperación o tratamiento de algunas sustancias obtenidas en los laboratorios de las unidades de aprendizaje de Caracterización y Calidad del Agua y Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas, para obtener resultados confiables y de calidad aplicando tecnologías sustentables.

## **3. Introducción**

El avance de la tecnología y la industria esta aunado al conocimiento general en las diferentes áreas de la ciencia, una de estas áreas es la química, que tiene un papel fundamental en el avance de nuestra civilización. Poniendo un poco de atención es fácil darse cuenta que la preparación de soluciones químicas y su uso está presente en nuestra forma de vida, aún sin percatarnos de ello. La preparación de soluciones en los laboratorios de Caracterización, Calidad del Agua y Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas, químico, análisis biomédico y en la industria es de gran importancia. La preparación de soluciones permite la creación de nuevas sustancias o de sustancias que permiten realizar diversos ensayos.

En los laboratorios de calidad, es un requisito indispensable que las soluciones que se utilizan en los análisis sean preparadas de acuerdo a los estándares establecidos en las normas internacionales, para poder comparar los resultados y estos puedan ser validados de acuerdo a la certificación por las instituciones. Existen soluciones comerciales ya preparadas las cuales son estándares ya calibrados y suelen ser concentrados, para ser aplicados en los laboratorios deben ser diluidas de acuerdo a los ensayos característicos de cada laboratorio.

Una solución es una mezcla molecular homogénea compuesta por dos o más sustancias, las partes que la integran o sea sus componentes, son dos, y comúnmente se llaman: SOLUTO, lo que se va disolver y SOLVENTE o DISOLVENTE lo que disuelve al soluto. En algunas ocasiones podemos identificar a los componentes de las mezclas, de la siguiente manera; el soluto se encuentra en menor proporción, no así el solvente que está en mayor proporción, las soluciones son clasificadas de diferente forma.

## **4. Clasificación de las soluciones**

Las soluciones se pueden presentar en los tres estados que son: líquidas, gaseosas y sólidas.

**Comportamiento a la conducción eléctrica se clasifican en:** soluciones electrolíticas (que conducen la corriente eléctrica) y las no electrolíticas (que no la conducen)

**Clasificación que depende de la concentración del soluto en el solvente:** de acuerdo a su concentración ya que expresa las cantidades de soluto en una muestra total de solución, o, la proporción del soluto en el disolvente, en este caso se pueden clasificar en:

1. **Soluciones Diluidas.**- aquellas que tienen muy poca cantidad de soluto comparada con el disolvente.
2. **Solución Concentrada.**- aquella que tiene gran cantidad de soluto comparada con el disolvente.

Se obtiene otra clasificación de las soluciones de acuerdo a la propiedad que tiene el soluto que a una temperatura determinada, solo puede disolver una cantidad fija de éste, en una cantidad fija de solvente, en función de esta propiedad, las soluciones se clasifican en:

1. **Solución Saturada.**- aquella que a una temperatura y presión determinada, no permite disolver más soluto.
2. **Solución Sobre-saturada.**- aquella que bajo condiciones especiales, como el aumento de temperatura y enfriando en absoluto reposo, es posible que contenga más soluto del que pueda disolver a la temperatura ambiente.

**Solubilidad:** es la máxima cantidad de un soluto que puede disolver en una cantidad establecida de solvente a una temperatura determinada se expresa en gramos de soluto por cada 100g de solvente.

## 5. Las unidades de Concentración

**Soluciones porcentuales.**- la relación; soluto en solución multiplicada por 100, nos da el (%) de soluto que existe en una solución:

$$\begin{aligned} a &= \text{Soluto} \\ b &= \text{Solución} \\ p &= \% \end{aligned} \quad p = \frac{a}{b} \times 100$$

**Problema:** calcular la cantidad en gramos de soluto que tiene 3000g de solución, si se dice que es de 1.5%

**DATOS**

**FORMULA**

$$\begin{aligned} p &= 1.5\% \\ b &= 3000\text{g} \\ a &= ? \end{aligned} \quad a = \frac{p \times b}{100} = \frac{1.5 \times 3000}{100} = 45\text{g}$$

**Solución molar (M).**- las unidades más utilizadas en química es el mol, por lo tanto, una solución molar expresa el número de moléculas gramo de soluto que hay en un litro de solución. Una solución 1.5M indica que en un litro de solución existen 1,5 moléculas gramo.

Estas soluciones tienen aplicaciones prácticas ya que se pueden efectuar reacciones químicas conociendo las proporciones de las concentraciones molares de las sustancias que van a reaccionar, por ejemplo:



En el caso de estar las soluciones de (X) y de (Y) en 1M reaccionarían un volumen de (X) con dos volúmenes de (Y) para obtener (Z).

**Problema:** Calcular la molaridad de una solución de NaOH que tiene 15g/litro de solución.

#### DATOS

#### FORMULA

$$m = \text{NaOH} = 40\text{g peso molecular.} \quad M_1 = \frac{C}{m} = \frac{15}{40} = 0.375\text{M}$$

C = concentración de la solución  
C = 15g/L  
M<sub>1</sub> = molar

**Solución normal (N).**- es la solución que tiene un equivalente gramo en un litro de solución.

Los **equivalentes gramo (E)** se determinan dividiendo el peso molecular del soluto entre el número de enlaces de valencia que la forman.

Así para el HCl existe un enlace de valencia:  $\text{H}^+ \text{Cl}^-$

$$E = \frac{m}{1} = 36.5$$

Para el As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> existen **6 enlaces de valencia:**  $\text{As}_2^{+6}\text{O}_3^{-6}$

$$E = \frac{m}{6} = \frac{197.8414}{6} = 65.947$$

Por lo tanto una solución 1N de HCl será aquella que tiene 36.5g/L de solución y una solución 1N de As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> será aquella que tenga 65.947g/L de solución.

Por lo que si reaccionara el HCl con él As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se necesitaría un volumen 1N de HCl por un volumen 1N del As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> puesto que ambos son equivalente.

**Problema:** calcular la normalidad de una solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que tiene una concentración de 24 g/L.

#### DATOS

#### FORMULA

$$E = \text{H}_2\text{SO}_4 = 48\text{g} \quad N = \frac{C}{E} = \frac{24}{48} = 0.5\text{N de H}_2\text{SO}_4$$

C = 24g/L  
N = ?

Cuando se preparan soluciones a partir de **ácidos y bases** deben tomarse precauciones, una de las más importantes y que permite evitar accidentes es verter la cantidad de solución concentrada requerida lentamente en el agua o soluto, esto permite que el calor generado sea absorbido por la mayor cantidad de agua.

**Partes por millón (ppm).**- este procedimiento se emplea para soluciones acuosas muy diluidas, y expresa el número en mg de soluto que existe en un Kg de solución. Se considera que un Kg de solución tiene un volumen de un litro aproximadamente (1Kg = 1000g = 1000000mg).

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg de soluto}}{\text{L de solución}}$$

**Problema.-** ¿Cuál es la concentración en ppm si 1.5mg de iones  $\text{Na}^+$  se encuentran disueltos en una solución cuyo volumen es de 2.5L?

$$\begin{array}{l} 1.5\text{mg} - 2.5\text{L} \\ \text{Xg} - 1\text{L} \end{array} \quad X = 0.6\text{ppm}$$

## 6. Preparación de soluciones

### Solución a partir de un soluto sólido

#### ¿Cómo realizar los cálculos?

1. Conocer el peso molecular del soluto para conocer la masa molecular.
2. Establecer la concentración de la solución y el volumen necesario de la misma.

**Problema.-** cuantos gramos de NaOH se necesitan para preparar 200ml de solución 0.3mol/L?

<b>Paso 1:</b> Determinar la masa atómica de los componentes (tabla periódica)	Na = 23g    O = 16g    H = 1g
<b>Paso 2:</b> Calcular la masa molecular.	NaOH (1 X 23) + (1 X 16) + (1 X 1) = 40g
<b>Paso 3:</b> cálculo de la masa.	Del NaOH en 1000ml (1L) de solución 0.3mol/L
Planteamiento: si 1mol de NaOH equivale a 40g de NaOH, 0.3mol de NaOH a cuantos equivalentes. $\begin{array}{l} 1\text{mol de NaOH} - 40\text{g NaOH} \\ 0.3\text{mol de NaOH} - X \end{array} \quad X = 12\text{g de NaOH}$	
<b>Paso 4:</b> masa contenida en los 200ml de NaOH	1000ml de solución - 12g de NaOH 200ml de solución - X X = 2.4g NaOH

El valor obtenido de 2.4g de NaOH será disuelto en 150ml de agua y luego agregar la restante para obtener 200ml y se tendrá una solución de NaOH al 0.3molar (0.3M).

**Preparación de una solución a partir de un líquido (HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y  $\text{HNO}_3$ ).** Estos se adquieren de forma comercial y traen en la etiqueta del envase la concentración y densidad que permite calcular su concentración molar para preparar la dilución.

#### ¿Cómo preparar una solución a partir de un soluto líquido?

1. Conocer la concentración de la solución madre o solución concentrada a partir de la cual se prepara la solución a la concentración requerida.
2. Establecer la concentración de la solución a preparar y volumen necesario de la misma.



### **c) Preparación del Indicador:**

Indicador cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ). Disolver 5g de cromato de potasio en aproximadamente 75 ml de agua destilada. Agregar una solución saturada de nitrato de plata hasta observar una pequeña cantidad de precipitado rojo de  $Ag_2CrO_4$ . Colocar la solución en la oscuridad por 24 hrs. Enseguida filtrar y eliminar el precipitado de  $Ag_2CrO_4$  y aforar a 100 ml con agua destilada.

### **d) Análisis Valoración Volumétrica o Titulación para determinar la concentración del nitrato de plata.**

Operación para determinar la concentración de una solución a partir de otra solución de concentración conocida y con la cual reacciona químicamente.

Esta operación volumétrica se fundamenta en la neutralización que experimentan las dos soluciones al reaccionar y que se puede evidenciar al conseguir un cambio de coloración mediante el uso de un indicador apropiado.

El indicador utilizado vira de color cuando el pH de la solución cambia e indica que la cantidad estequiométrica para producir un compuesto conocido al poner en contacto las dos soluciones ha sido alcalinizada. Esto permite el cálculo de concentraciones o volúmenes de la solución de nitrato de plata a partir de los datos de una solución conocida como es el caso del cloruro de sodio. El momento en que se produce el cambio de coloración se denomina punto final de la titulación.

## **8. Métodos de prueba que requieren de preparación de soluciones en las Unidades de Aprendizaje de:**

- a) Caracterización y Calidad del Agua y**
- b) Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas.**

### **8.1 Introducción a los Laboratorio (medidas de seguridad).**

#### **Recomendaciones de seguridad en la preparación de soluciones y reglamento interno de los laboratorios.**

Conseguir un ambiente seguro y saludable dentro del laboratorio donde se manejan diferentes materiales, sustancias y residuos peligrosos, es responsabilidad del personal que elabora en la institución, sin embargo los más involucrados son: el jefe del laboratorio y los trabajadores que se encuentran dentro del área. Cada individuo debe hacer todo lo posible para protegerse a sí mismo y a sus compañeros. El jefe a cargo debe tener en cuenta que los accidentes tienen una causa y por lo tanto, pueden evitarse mediante un adecuado programa de seguridad.

En el laboratorio de Caracterización y Calidad del Agua, así como el de Operación de Plantas se trabaja con sustancias peligrosas de muy variada composición, como las señaladas en la Norma Oficial Mexicana de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, NOM-052-SEMARNAT-2005 la cual menciona las medidas de seguridad de las diferentes sustancias químicas, materiales y residuos obtenidos de los procesos productivos.

Otras normas establecen las condiciones de trabajo como son: ventilación, duchas de seguridad, lavado de ojos, utilización de campanas de extracción, equipos para el vertido de sustancias, así como un botiquín de primeros auxilios el cual debe contener los medicamentos apropiados.

## Equipo de protección personal para la preparación de soluciones

El equipo y los materiales de protección personal están constituidos por batas, guantes, zapatos, gafas, mandiles, mascarillas contra gases y escudos de protección contra ácidos, álcalis además de otros artículos de seguridad que debe utilizar cada individuo dentro del laboratorio para protegerse contra posibles lesiones. El equipo de protección personal (EPP), se establece en la NOM-017-STPS-2001 la cual define los materiales de que están constituidos, su elección y uso dependen de las distintas tareas que se realizan en el laboratorio en este caso los más apropiadas son:

- a) **Bata de algodón:** Con mangas que tengan puño para mayor protección y seguridad.
- b) **Caperuzas o capuchas:** Se utiliza únicamente para la protección de la cabeza y dependen de la operación a efectuar para que así sea el material de fabricación.
- c) **Protección para ojos:** La protección de los ojos se recomienda siempre.
- d) **Protección respiratoria:** Este tipo de respiradores es necesario utilizarlo cuando se manejan vapores orgánicos y otros.
- e) **Protección de manos guantes:** La protección de manos y brazos es muy importante, esta varía según la operación a efectuar. Los guantes deben ser lo suficientemente sueltos para poder jalarlos rápidamente en caso de accidentes por atoramiento, quemaduras, etc.

## **8.2 Muestreo de Aguas (NMX-AA-003-1980)**

Para obtener las muestras representativas que serán analizadas en el laboratorio de Caracterización y calidad del agua y Operación de plantas de tratamiento de aguas, es necesario llevar a cabo el muestreo aplicando la Norma **NMX-AA-003-1980**, aguas residuales, la cual se encuentra en proyecto de ser aprobada por lo que aparece como **PROY-NMX-AA-003-SCFI-2006** (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Norma Mexicana). Esta norma establece los lineamientos generales y recomendaciones para muestrear debiéndose observar las modalidades indicadas en las normas de métodos de prueba correspondientes. La toma de la muestra problema que será analizada en el laboratorio se recolectará de acuerdo a los objetivos programados, en el caso de requerir alguno de los conservadores o (preservadores de la muestra), de acuerdo al método de prueba, se deben seguir las indicaciones establecidas en el cuadro siguiente:

**Cuadro No. 1 MANEJO Y FORMA DE CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA**

PARÁMETRO	FORMA DE PRESERVACIÓN	FRASCO DE MUESTREO	VOLUMEN MÍNIMO (ml)	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
CIANUROS	NaOH, pH>12, 4°C	P	500	24 días
FENOLES	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , pH<2, 4°C	P	500	24 días
GRASAS Y ACEITES	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2, 4°C	V boca ancha	1000	26 días
ARSÉNICO	HNO <sub>3</sub> , pH <2, 4°C	P	500	6 meses
NITRÓGENO TOTAL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2, 4°C	P	500	7 días
Al, Cd, Cu, Cr <sup>6+</sup> , Co, Hg, Ni, Ag, Pb, Zn.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2 4°C (HNO <sub>3</sub> )	P	1000	7 días

P= plástico      V = Vidrio

## Procedimiento de Preparación de los Conservadores

### **- Cianuros (NaOH 40%)**

Se pesan 400g de NaOH y se diluyen en 1000 ml con agua destilada.

**Forma de preparación:** se pesan los 400g de hidróxido de sodio en un vaso de precipitados de 1000 ml y se agrega lentamente el agua destilada agitando el contenido hasta adición total del agua, se recomienda colocar el vaso en un recipiente con agua fría.

**Medida de seguridad:** de preferencia preparar la solución en la campana de extracción, utilizar guantes especiales para sustancias corrosivas, gafas y bata tener al alcance una solución de bicarbonato de sodio concentrada.

### **- Fenoles (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> utilizar el ácido concentrado)**

**Medida de seguridad:** agregar 5 ml en el frasco de muestreo, con guantes para ácidos, gafas y bata de preferencia preparar el frasco con el conservador en la campana de extracción.

### **- Grasas y Aceites, Nitrógeno Total y Metales (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilizar el ácido concentrado)**

**Medida de Seguridad:** agregar 5 ml en cada uno de los frascos de muestreo, con guantes para ácidos, gafas y bata de preferencia preparar los frascos con el conservador en la campana de extracción.

### **- Arsénico (HNO<sub>3</sub> utilizar el ácido concentrado)**

**Medida de seguridad:** agregar 5 ml en el frasco de muestreo, con guantes para ácidos, gafas y bata de preferencia preparar el frasco con el conservador en la campana de extracción.

## Seguridad de la muestra

Es esencial asegurar la integridad de la muestra, desde su toma hasta la emisión del informe de resultados, así como la eliminación de la misma de la siguiente forma:

- Etiquetado y sellado de la muestra.
- Hoja de campo y/o registro.
- Hoja de petición de análisis de la muestra.
- Recepción y almacenamiento de la muestra.
- Asignación de la muestra para su análisis en el laboratorio.

### **8.3 Determinación de Color (NMX-AA-045-SCFI-2001), Método de cobalto/platino (colorimétrico).**

El agua pura es incolora pero en la naturaleza es frecuente encontrarla coloreada debido a la presencia de sustancias extrañas. Aquella agua cuyo color es especialmente el material suspendido se le denomina **aparente** mientras el color atribuido a los sólidos disueltos que permanecen después de remover el material suspendido se conoce como **color verdadero**, este puede ser determinado por diferentes métodos: 1. Método de comparación visual con una solución preparada de Cobalto-platino, 2. Método espectrofotométrico y 3. Colorímetro de rango 0 a 500 UCo/Pt, estos son utilizados cuando se trata de aguas que no presentan colores intensos.

#### Determinación de COLOR (Método de cloro-platinato de potasio).

Es un método de comparación visual (característica organoléptica) en el cual se emplea una escala arbitraria de una serie de estándares en donde el color de la muestra después de haber sido filtrada, se determina por comparación.

### Reactivos

- Cloro-platinato de potasio ( $K_2PtCl_6$ ) Qp
- Cloruro de cobalto ( $CoCl_2$ ) Qp

### Preparación de la solución de cloro-platinato y de la curva estándar.

1. Solución patrón de cloro-platinato de potasio de 500 unidades: pesar en una balanza analítica 1.245 g de cloro-platinato de potasio y 1.0 g de cloruro de cobalto y disolverlos en 200 o 300 ml de agua destilada, añadir por las paredes del recipiente (matraz erlenmeyer), 100 ml de ácido clorhídrico concentrado y con cuidado colocar la solución en un matraz volumétrico de un litro, agitar lentamente para disolver el sólido y diluir con agua destilada hasta el aforo.

Medida de seguridad: de preferencia preparar la solución en la campana de extracción ya que el ácido clorhídrico se transforma en gas, se deben utilizar guantes especiales para sustancias corrosivas, gafas y bata tener al alcance una solución de bicarbonato de sodio concentrada.

2. Curva estándar: se preparan 14 tubos Nessler con aforo a 50 ml en los cuales se colocaran diferentes concentraciones de la solución patrón de cloro-platinato, se iniciará con la concentración más baja que es: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, hasta la más alta de 7.5 ml, después aforar a 50 ml con agua destilada para obtener la curva estándar.

Medida de seguridad: en la preparación de la curva estándar utilizar guantes y bata y por precaución tener una solución de bicarbonato de sodio concentrada.

### **8.4 Determinación de Conductividad Eléctrica (C. E.) NMX-AA-093-SCFI-2000 y pH NMX-AA-008-2000 (preparación de estándares).**

La medición de pH y conductividad electrolítica es de gran importancia pues da una idea del grado de mineralización de las aguas: natural, potable, residual, residual tratada, de proceso, destilada y deshionizada, para que los equipos puedan obtener resultados de calidad, se requiere que estos sean calibrados con soluciones patrón o estándar.

Solución calibradora del puente de conductividad cloruro de potasio de 0.01M, 0.1M y 1M	Soluciones calibradoras del potenciómetro para determinar pH Solución Buffer pH 4.0 Solución Buffer pH 7.0 Solución Buffer pH 10.0
---	---

Preparación de las soluciones de Cloruro de Potasio (KCl 0.01M, 0.1M y 1M).  
El cloruro de potasio debe estar a peso constante, secarlo en estufa a 105°C durante 2 h y posteriormente realizar los pesos para cada solución.

#### KCl 0.01M

Pesar 0.746g de KCl y colocarlo en un matraz aforado de un litro y adicionar agua destilada hasta disolución del sólido y aforar a un litro si la temperatura del líquido es menor de la que se tiene en el matraz que es 25°C se debe estabilizar antes de aforar. La conductividad eléctrica de dicha solución a 25 °C es de 1.412 mS/cm

#### KCl 0.1M

Pesar 7.46g de KCl y seguir el mismo proceso ya descrito anteriormente. La conductividad eléctrica de dicha solución a 25 °C es de 12.9 mS/cm.

#### KCl 1M

Pesar 74.6g de KCl y seguir el mismo proceso ya descrito anteriormente.

Medida de seguridad: se pueden especificar en la etiqueta del reactivo o utilizar bata, guantes de látex y lentes de seguridad.

#### Preparación de las soluciones calibradoras de pH 4.0, 7.0 y 10.0

Generalmente los equipos traen los estándares, los cuales solo se disuelven en un litro de agua destilada utilizando un matraz aforado.

Medida de seguridad: utilizar bata, guantes de látex y lentes de seguridad.

### **8.5 Determinación de Grasas y Aceites Extracción con equipo Soxhlet (NMX-AA-005-SCFI-2000)**

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, presentan baja solubilidad en el agua y una tendencia a separarse de la fase acuosa, son solubles en solventes orgánicos.

Reactivos: todos los productos químicos usados en este método deben ser grado reactivo, a menos que se indique otro grado.

- Acido clorhídrico concentrado (HCl)
- Hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>)
- Acido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Tierra de diatomeas.
- Aceite de referencia.

#### Preparación de soluciones

1. Suspensión de tierra de diatomeas-sílice o tierra Sílice: se pesan aproximadamente 10 g de tierra de diatomeas y se suspende en un litro de agua destilada, la suspensión se puede hacer en un matraz Erlenmeyer, la tierra de diatomeas no es soluble en el agua y cada que se utilice en el análisis se debe de agitar para obtener la suspensión. En este caso su preparación no es peligrosa ni causa daño a la salud.
2. Ácido clorhídrico (1:1) o Ácido sulfúrico (1:1): mezclar volúmenes iguales de ácido sulfúrico concentrado y agua destilada, colocar el agua destilada en el recipiente y posteriormente adicionar por las paredes el ácido para que se mezcle lentamente, de preferencia que el recipiente sea de material que resista los cambios bruscos de temperatura y colocarlo en un baño maría con agua fría.

Medida de seguridad: se recomienda que la sustancia sea preparada en una campana de extracción, utilizar bata, guantes para ácidos y gafas, tener al alcance una solución de bicarbonato de sodio concentrada.

3. Aceite de referencia: pesar con precisión la cantidad requerida de una mezcla de aceite de referencia (mezcla de aceite mineral SAE20 y aceite vegetal), acorde a la cantidad esperada de grasas y aceites en la muestra problema y agregar a la mezcla un litro de agua. La preparación de esta mezcla no es peligrosa, por lo que no requiere de medidas de seguridad especiales.

#### Indicaciones para la recolección, preparación, preservación y almacenamiento de la muestra.

De la superficie del cuerpo de agua coleccionar un volumen de aproximadamente un litro de muestra en un frasco de vidrio de boca ancha con tapa cubierta de poli-tetra-fluoro-etileno, en frasco de poliamida, PVC, polietileno, ya que pueden ocurrir pérdidas de grasas y aceites por el equipo de muestreo, no se permite la colecta de una muestra compuesta, dado que la muestra entera se ocupa en esta prueba, no se puede tomar

alícuotas de la muestra para realizar otro tipo de análisis. La muestra debe ser acidificada con ácido sulfúrico o clorhídrico 1:1, tener pH menor a 2 y estar en refrigeración a una temperatura de 4°C. El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 28 días.

Medidas de seguridad en el manejo del Hexano: por ser un compuesto orgánico muy volátil se recomienda ser manipulado en la campana de extracción, hasta la fecha no se ha determinada la carcinogenicidad, sin embargo se debe tener las precauciones necesarias y debe tratarse como peligroso potencial a la salud. La exposición a esta sustancia debe reducirse al menor nivel posible. Mientras se trabaje con este solvente deberá usarse bata, mascarilla contra gases o disolventes, lentes de protección y guantes especiales para solventes.

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos. Se debe contemplar el destino final de los residuos generados durante la determinación.

El hexano se puede reciclar o recuperar bajo condiciones de seguridad que el profesor en este caso debe mencionar, las cuales son: 1) Se debe retirar el cartucho de celulosa con el papel que contiene la tierra de diatomeas y colocarlo en un vaso de precipitados seco en la campana de extracción, 2) Continuar calentando el matraz balón con la muestra problema hasta total evaporación del hexano, el cual tiene que ser colocado en un envase el cual posteriormente se puede utilizar en otros ensayos y 3) El hexano debe estar libre de humedad por lo que se debe secar perfectamente el cartucho de celulosa antes de ser colocado en el condensador de extracción. Este residuo no puede ser descargado al sistema de alcantarillado por ser uno de los altamente peligrosos y contaminantes para las aguas. El cartucho con la tierra de diatomeas debe ser colocado en un vaso y puesto en la campana de extracción, hasta la eliminación de los vapores del hexano.

Para la reutilización de los cartuchos de celulosa, el proceso de limpieza será: 1) quitar la tierra de diatomeas de la muestra anterior, 2) eliminar el residuo de grasa que quedo en el cartucho, agregando el solvente hexano en un vaso, colocar durante 10 min el cartucho de celulosa en él líquido y 3) retirar el cartucho y ponerlo a secar eliminando por evaporación el hexano. Todo el proceso anterior debe hacerse en la campana de extracción.

#### Concordancia con Normas Internacionales

Esta norma Mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

### **8.6 Determinación de Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM) (NMX-AA-039-SCFI-2001), colorimétrico.**

Los detergentes (surfactantes) son compuestos orgánicos que se sintetizan a partir de compuestos químicos del petróleo, actúan como agentes limpiadores al igual que los jabones. Sin embargo la ventaja de los primeros es que no forman natas con el agua dura. En la actualidad los detergentes sintéticos se usan más a menudo que los jabones.

#### Reactivos y preparación de soluciones

- Cloroformo (CHCl<sub>3</sub>)
- Sulfonato de alquilbenceno lineal (SAL)
- Azul de metileno

- Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ )
  - Fosfato de Sodio di-ácido monohidratado monobásico
  - Fenolftaleína
  - Fibra de vidrio (pre-lavada con cloroformo)
  - Hidróxido de sodio (NaOH)
  - Alcohol etílico
- Solución madre de sulfonato de alquibenceno lineal (LAS) 1.0 ml= 1.0 mg/SAL; (1 mg/ml): pesar 1.00 g de SAL en base activa del 100%, colocar el sólido en un matraz aforado de 1000 ml, disolver en 100 ml de agua destilada y después aforar a un litro con más agua destilada (mantener en refrigeración para que no varíe su concentración, por precaución y para obtener mejores resultados en la calibración de la curva, de preferencia preparar cada semana esta solución). Para no tirar la solución por la degradación que puede tener se recomienda preparar solo 50 ml que sería 0.05g de LAS.
- Solución patrón de SAL o LAS (10 ug/ml). De la solución concentrada tomar 10 ml y diluirla a un litro con agua destilada, teniendo una concentración de 0.01 mg en esta nueva solución (preparar diariamente).
- Solución indicadora de fenolftaleína: disolver 0.5g de fenolftaleína en 50 ml de alcohol etílico, aforar a 100 ml con agua y mezclar.
- Solución de Hidróxido de sodio 1N: colocar 40 g de NaOH QP en un matraz aforado de un litro, agregar lentamente agua destilada para disolver el hidróxido de sodio el matraz con el líquido se calienta ya que se efectúa una reacción exotérmica enfriar por fuera del matraz y seguir agregando agua destilada hasta 5 cm antes del aforo, dejar que la temperatura se regularice a 25°C y terminar de aforar a un litro. Recordar las precauciones de manejo ya que es una sustancia altamente corrosiva.
- Solución de ácido sulfúrico 1N: colocar en un matraz aforado 200 ml de agua destilada y por las paredes del matraz agregar lentamente 28 ml de ácido sulfúrico concentrado (con una densidad de 1.84), enfriar el matraz y continuar agregando agua destilada, dejar 5 cm antes de llegar al aforo y estabilizar la temperatura a 25°C para aforar a un litro. Tener las mismas precauciones de manejo que se mencionaron anteriormente en la preparación de soluciones corrosivas ácidas.
- Reactivo de azul de metileno: colocar 0.1g de cristales de azul de metileno en un matraz aforado de 100ml y adicionar agua destilada a su disolución total, transferir 30 ml de la solución preparada a un matraz volumétrico de 1L añadir 500 ml de agua destilada, 6.8 ml de ácido sulfúrico concentrado resbalando por las paredes y 50 g de fosfato de sodio di-ácido monohidratado monobásico, agitar hasta disolución y llevar a volumen de aforo de 1L siempre y cuando la temperatura sea de 25°C.
- Solución de lavado de fosfatos: en un matraz volumétrico de 1L colocar 500 ml de agua, agregar 6.8 ml de ácido sulfúrico concentrado y 50 g. de fosfato de sodio monobásico, monohidratado ( $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ ) diluir con agua destilada hasta el aforo, mezclar perfectamente la solución esta debe tener un pH menor de 2 para aforar con agua destilada.

#### Preparar una curva de calibración.

En 10 embudos de separación añadir las siguientes concentraciones de la solución de 0.01mg (0.0, 1.0, 3.0, 5.0, 7.0, 9.0, 11.0, 13.0, 15.0 y 20.0 ml), y adicionar el restante de agua destilada para completar 100ml en cada embudo. Seguir los pasos descritos en el manual de prácticas de **sustancias activas al azul de metileno o detergentes** en el procedimiento (del 1 al 13) para poder preparar la curva patrón o estándar.

No. Matraz	ml estándar (1.0 ml.= 0.01 mg SAL (LAS))	µg SAL (LAS) (por 100 ml de extracto)	mg SAL (LAS) (por 100 ml de extracto)	Abs
1	0.0	0.0	0.0	
2	1.00	10	0.01	
3	3.00	30	0.03	
4	5.00	50	0.05	
5	7.00	70	0.07	
6	9.00	90	0.09	
7	12.00	120	0.12	
8	15.00	150	0.15	
9	18.00	180	0.18	
10	20.00	200	0.20	

**NOTA:** recordar que 1 mg = 1000 µg

Utilizar los datos de absorbancia obtenidos para trazar la curva tipo en mg de SAL de LAS e interpolar el dato del problema en absorbancia y obtener la concentración.

Medidas de seguridad en el manejo del Cloroformo: por ser un compuesto orgánico muy tóxico se recomienda ser manipulado en la campana de extracción, hasta la fecha no se ha determinado los posibles efectos en la salud, sin embargo se debe tener las precauciones necesarias y debe tratarse como peligroso potencial. La exposición a esta sustancia debe reducirse al menor nivel posible. Mientras se trabaje con este reactivo deberá usarse bata, mascarilla contra gases o disolventes, lentes de protección y guantes especiales para este componente.

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos. Se debe contemplar el destino final de los residuos generados durante la determinación.

El cloroformo se puede reutilizar al recuperarse bajo condiciones de seguridad que el profesor en este caso debe mencionar, las cuales son: a) el cloroformo contaminado no debe contener agua ya que esto dificulta su recuperación e utilización, b) debe ser guardado en un frasco de boca ancha, agregar para un litro de una a dos cucharadas de carbón activado dependiendo de la tonalidad del residuo, c) dejar actuar el carbón activado durante 24 hrs y d) filtrar el contenido del frasco en un papel filtro de calibre fino e impedir que las partículas pequeñas de carbón activado pasen en la filtración ya que esto se puede reflejar cuando se utilice el cloroformo en otra muestra problema. Todo el proceso de recuperación se debe hacer en la campana de extracción y con las medidas de protección personales necesarias.

La solución de lavado, contiene componentes que generan acides en el agua por desechar, por lo que, esta debe ser neutralizada como medida de precaución para ser vertida a las aguas del drenaje.

### **8.7 Determinación de demanda bioquímica de oxígeno (DQO) (NMX-AA-030-SCFI-2001)**

La contaminación orgánica es un parámetro de especial interés en la caracterización de Aguas Residuales que corresponde tanto a los compuestos orgánicos provenientes de los desechos domésticos, agrícolas e industriales así como a los componentes biológicos (bacterias, virus, algas, etc.). Existen diversos tipos de análisis para evaluar la concentración y la composición general de la materia orgánica presente en los

suministros de agua sin depurar, en las aguas residuales, en los efluentes tratados y en las aguas receptoras o cuerpos de agua natural.

La presencia de cloruros en la muestra de agua, interfieren con la determinación de DQO, ya que los cloruros también son oxidados por el dicromato, pero esta interferencia se evita adicionando sulfato mercurico ( $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ ), **que también es utilizado como catalizador.**

#### Reactivos y preparación de soluciones

Dicromato de potasio G.R\*. ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )  
Acido Sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  
Sulfato mercurico G.R. ( $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ )  
Sulfato amónico ferroso G.R.  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$   
Sulfato de plata ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ )  
1,10 Fenantrolina  
Sulfato ferroso-hepta-hidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

#### Preparación de soluciones:

Solución standar de dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 0.25N: disolver 12.259 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  secado previamente a  $105^\circ\text{C} \pm$  durante 2hs. Posteriormente colocar el polvo en un matraz aforado de 1000 ml, y disolver totalmente con agua destilada, aforar a la temperatura marcada en el matraz. La precaución de preparación es utilizar guantes ya que la formula contiene un metal pesado altamente tóxico para el ser humano como es el cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ).

Solución de ácido sulfúrico-sulfato de plata: añadir sulfato de plata ( $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ) G.R. en ácido sulfúrico concentrado, en una relación de 5.5g  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ /Un kg de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ., dejar reposar de uno a dos días, para disolver el sulfato de plata. La preparación de este reactivo es altamente peligrosa, por lo que se deben tener precauciones extremas en cuanto a las medidas de seguridad del área de trabajo y de tipo personal, en este caso utilizar guantes para ácidos, babero para ácidos y careta de protección.

Solución indicadora de ferroina: pesar 1.485g de 1,10 fenantrolina y 0.695g de sulfato ferroso heptahidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), colocar ambas sustancias en un matraz aforado de 100ml y disolver con agua destilada hasta aforo.

Solución patrón de sulfato amónico ferroso (SAF) 0.25 M: pesar 98 g de  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y colocarlos en un matraz aforado de 1000ml, añadir 20ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, para evitar la oxidación del hierro, posteriormente agregar lentamente agua destilada por las paredes del matraz hasta disolución total, aforar siempre y cuando la temperatura sea de  $25^\circ\text{C}$  si es mayor enfriar el matraz y aforar posteriormente, si esta operación no se realiza el volumen disminuye por el calor y la solución marcaría error en la concentración.

Normalizar la solución de (SAF), cada vez que se utilice tomando una alícuota de 10 ml de la solución estándar de dicromato de potasio. Diluir con agua hasta 100 ml, añadir 30 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, enfriar y valorar con solución de sulfato amónico ferroso (SAF) utilizando de 3 a 5 gotas de indicador de ferroina, hasta el cambio de color azul verdoso a café rojizo

$$N_{(\text{SAF})} = \frac{V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \cdot 0.417 \text{ M (ml)} \times 0.25}{V_{\text{SAF. ut. para la titulación}}}$$

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de

identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos. Se debe contemplar el destino final de los residuos generados durante la determinación.

El residuo obtenido es altamente ácido por lo que debe ser tratado por medio de una neutralización o diluido hasta obtener un pH ligeramente ácido de 6.8, en el caso del cromo hexavalente metal pesado considerado como tóxico, este es reducido a cromita que ya no es tan tóxica. Los otros metales mercurio y plata pueden ser precipitados y posteriormente filtrar para ser retirados y guardados en un frasco etiquetado como residuo peligroso indicando los metales que contiene.

En esta práctica se requiere para tratar los residuos, utilizar medidas de seguridad de protección personal bata, guantes para ácidos, babero y careta.

### **8.8 Determinación de demanda Bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), NMX-AA-028-SCFI-2001**

La demanda bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) es una estimación de la Cantidad de Oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de 5 días y es una de las determinaciones más importantes en el Control de la Contaminación del Agua, así como en estudios dirigidos a evaluar la capacidad de purificación de un cuerpo receptor.

El método se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana, para la degradación de la materia orgánica presente, durante un periodo de cinco días, a una temperatura de 20°C. Se determina midiendo la cantidad de oxígeno disuelto inicial (antes de la incubación) y la cantidad de oxígeno final (al término de la incubación).

#### Reactivos y preparación de soluciones

##### Reactivos

Todos los productos químicos deben ser grado reactivo, a menos que se indique otro grado:

1. Sulfato manganoso con 4 moléculas de agua (MgSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O)
2. Álcali yoduro-azida (NaOH o KOH, NaI o KI)
3. Ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
4. Almidón
5. Tiosulfato sódico (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
6. Biyodato potásico KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>
7. Fluoruro potásico (KF.2H<sub>2</sub>O)
8. Fosfato monobásico de potásio (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)
9. Fosfato dibásico de potásio (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>)
10. Fosfato dibásico de sodio hepta-hidratado (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O)
11. Cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl)
12. Sulfato de magnesio hepta-hidratado (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O)
13. Cloruro de calcio anhidro (CaCl<sub>2</sub>)
14. Cloruro férrico hexa-hidratado (FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O)
15. Sulfito de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)
16. 2-cloro-6 (triclorometil) piridina
17. Glucosa grado patrón primario (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)
18. Ácido glutámico grado patrón primario (C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>4</sub>)

### Preparación de Soluciones (agua de nutrientes o agua de dilución):

A.-	Solución amortiguadora de fosfatos.	1.- Pesar 8.5 g de fosfato monobásico de potasio. 2.- Pesar 21.75 g de fosfato dibásico. 3.- Pesar 33.4 g de fosfato dibásico de sodio heptahidratado. 4.- Pesar 1.7 g de cloruro de amonio. 5.- Disolver (1 al 4) en 500ml de agua destilada y aforar a 1L. 6.- Medir pH, debe ser de 7.2
B.-	Solución de sulfato de magnesio.	1.- Pesar 22.5 g de sulfato de magnesio heptahidratado. 2.- Disolver en un poco de agua y aforar a 1L.
C.-	Solución de cloruro de calcio.	1.- Pesar 27.5 g de cloruro de calcio anhidro. 2.- Disolver en un poco de agua y aforar a 1L
D.-	Solución de cloruro férrico.	1.- Pesar 0.25 g de cloruro férrico hexahidratado. 2.- Disolver en un poco de agua y aforar a 1L.
E.-	Solución de ácido sulfúrico 0.1N.	1.- En un matraz aforado de 1L agregar 500 ml de agua destilada. 2.- Adicionar 2.8 ml. de ácido sulfúrico concentrado. 3.- Mezclar y aforar a 1L con agua destilada.
F.-	Solución de NaOH 0.1 N.	1.- Pesar 4.0 g de hidróxido de sodio. 2.- Disolver en un poco de agua y aforar a 1L.
G.-	Solución de sulfito de sodio	1.- Pesar 1.575 g de sulfito de sodio 2.- Disolver en un poco de agua y aforar a 1L. OJO: Esta solución NO es estable; debe prepararse diariamente, (en todo caso se puede prescindir de ella).
H.-	Solución patrón de glucosa-ácido glutámico	1.- Secar glucosa y ácido glutámico a 103 °C/1 hr. 2.- Enfriar en desecador. 3.- Pesar 150mg de glucosa y 150mg de ácido glutámico. 4.- Disolver en un poco de agua y aforar a 1L. OJO. Preparar inmediatamente antes de usarse.
I.-	Solución de cloruro de amonio	1.- Pesar 1.15 de cloruro de amonio 2.- Disolver en 500ml de agua, ajustar pH a 7.2 y aforar a 1L

Las soluciones anteriores de la (A – I) van hacer utilizadas para preparar la solución de nutrientes, la cual será aplicada para obtener un mejor desarrollo de las poblaciones que se encuentran en el agua problema. De cada solución se obtiene un mililitro y se mezcla en un litro de agua destilada.

La precaución en la preparación de cualquiera de ellas debe ser con guantes, gafas, bata blanca y mantener más cuidado en la preparación de las soluciones de ácido sulfúrico, hidróxido de sodio y cloruro de amonio, el espacio de preparación debe ser la campana de extracción.

### Determinación de Oxígeno Disuelto

La determinación de **oxígeno disuelto** tanto **inicial** como **final** se realiza por medio del método yodométrico de azida modificado o por el método electrométrico, ambos, establecidos en la norma mexicana **NMX-AA-012-SCFI-2001**.

## Modificación de la azida

Utilícese la modificación de azida para la mayoría de aguas residuales, diluyentes y muestras de corrientes, especialmente si contienen más de 50 µg NO<sub>2</sub> y no más de 1 mg de hierro ferroso/litro. Deben estar ausentes otros agentes reductores u oxidantes. Si se añade un mililitro de solución KF antes de acidificar la muestra y no se retrasa la titulación, el método es aplicable en presencia de 100 a 200 mg de hierro férrico/L.

### Reactivos

- a) Solución de sulfato manganoso: disuélvase 480 g de sulfato manganoso con cuatro moléculas de agua (MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O), 400 g de sulfato manganoso con dos moléculas de agua (MnSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) o 364 g si se utiliza el sulfato manganoso con una molécula de agua (MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O) en agua destilada, fíltrese y dilúyase a 1 L. La solución no debe dar color con el almidón cuando se añade a una solución acidificada de yoduro potásico (KI).
- b) Reactivo de álcali-yoduro-azida: se aplica en muestras saturadas o con menor saturación.
  1. Disuélvase 500 g NaOH: se puede utilizar también para preparar esta solución hidróxido de potasio en este caso se agregarán 700 g KOH, mezclar el primero con 135 g NaI y el segundo con 150 g KI en agua destilada y diluir a 1 L. Añadense 10 g NaN<sub>3</sub> disueltos en 40 ml de agua destilada. Las sales de potasio y sodio pueden intercambiarse. Este reactivo no debe dar color con la solución de almidón cuando se diluya y acidifique.
  2. Para muestras sobre saturadas: disuélvase 10 g NaN, en 500 ml de agua destilada. Añádase 480 g de NaOH y 750 g de NaI, y agítese hasta disolución. Se producirá una turbidez blanca debido al carbonato de sodio Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pero esto no interviene en la reacción.

Precaución: No acidificar esta solución porque se puede producir humos de ácido hidrozóico, para la preparación utilizar guantes, bata, lentes, máscara contra gases y debe ser preparada en la campana de extracción.

- c) Ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado 1 ml es equivalente a 3 ml de reactivo álcali-yoduro-azida.
- d) Almidón: Utilícese una solución acuosa o mezclas solubles de polvo de almidón. Para preparar una solución acuosa, disuélvase 2 g de almidón soluble calidad laboratorio y 0.2 g de ácido salicílico, como conservador, en 100 ml de agua destilada caliente.
- e) Titulante de tiosulfato de sódico patrón: Disuélvase 6.205 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O en agua destilada se tendrá una normalidad de 0.025N. Añadir 1.5 ml de NaOH o 0.4 g NaOH sólido y dilúyase a 1000 ml. Estandarícese con solución de biyodato.
- f) Solución patrón de biyodato potásico, 0.0021 M: disuélvase 812.4 mg KH(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> en agua destilada y dilúyase a 1000 ml.

Estandarización: Disuélvase aproximadamente 2 g de KI, exento de yodato, en un erlenmeyer con 100 a 150 ml de agua destilada. Añádase 1 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6N o unas gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y 20.0 ml de solución patrón de biyodato. Dilúyanse a 200 ml y titúlese el yodo liberado con tiosulfato, añadiendo almidón hacia el final de la titulación, cuando se produzca un color paja pálido. Cuando las soluciones tengan igual concentración, se necesitará 20.0 ml de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.025 M.

- g) Solución de Fluoruro potásico: Disuélvase 40 g  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  en agua destilada y dilúyase a 100 ml.

#### Preparación de dicromato de potasio

##### Solución primaria (desechar)

Disolver 14.709 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  secado previamente a  $105^\circ\text{C} \pm$  durante 2hs. Posteriormente colocar el polvo en un matraz aforado de 1000 ml, y disolver totalmente con agua destilada, aforar a la temperatura marcada en el matraz. La precaución de preparación es utilizar guantes ya que la fórmula contiene un metal pesado altamente tóxico para el ser humano como es el cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ). La solución es inestable con la luz por lo que debe ser colocada posteriormente en un frasco color ámbar.

$$\text{Masa molecular } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \frac{294.181 \text{ g}}{2} = p \text{ eq} = 147.09 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 147.09 \text{ g} - 1\text{N} - 1000 \text{ ml} \\ 14.709 \text{ g} - 0.1\text{N} - 1000 \text{ ml} \\ X - 0.025\text{N} - 1000 \text{ ml} \end{array}$$

#### Preparación de tiosulfato de sodio

Preparación de 1000 ml de solución de tiosulfato 0.1N, se pesan 24.8 g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  los que se disuelven en un matraz aforado con agua destilada.

$$\begin{array}{l} \text{Masa molecular } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 248.2 \text{ g} - 1\text{N} - 1000 \text{ ml} \\ 24.8 \text{ g} - 0.1\text{N} - 1000 \text{ ml} \\ X - 0.025\text{N} - 1000\text{ml} \end{array}$$

Valoración de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  solución patrón dicromato de potasio, indicador solución de almidón al 0.2 % si se colocan alícuotas de 10 ml de solución de dicromato de potasio, se le agrega agua hasta completar 50 ml. Se le añade aproximadamente 1 g de KI y 5 ml de ácido acético glacial o HCl concentrado para que se libere el yodo. El cual se valora con la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  la solución anterior quedará de un color café oscuro al ir titulando, se irá aclarando el color, posteriormente se agregará 1 ml de solución de almidón, se seguirá titulando hasta aparición de un color azul verdoso que es el punto de equivalencia.

#### CALCULOS

$$\text{Volumen del } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 10 ml } 0.025 \text{ N } V_1 = 10 \text{ ml } \text{ y } N_1 = 0.025\text{N}$$

$$\text{Volumen del } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ 10.1 (XN) ml } V_2 = 10.1 \text{ ml } N_2 = X$$

$$\text{Fórmula para el cálculo de la normalidad del } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O } N_2 = \frac{N_1 \times V_1}{V_2}$$

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos. Se debe contemplar el destino final de los residuos generados durante la determinación.

El residuo obtenido es altamente ácido por lo que debe ser tratado por medio de una neutralización o diluido hasta obtener un pH ligeramente ácido de 6.8 o neutro de 7.0, en el caso del cromo hexavalente metal pesado considerado como tóxico, este es reducido a cromita que ya no es tan tóxica, el yoduro y el sulfato manganoso son metales que se encuentran en bajas concentraciones estando dentro de los límites permitidos para ser vertidos en el drenaje urbano. En esta práctica se requiere para

tratar los residuos, utilizar medidas de seguridad de protección personal guantes para ácidos, babero y careta.

### **8.9 Determinación de Cromo Hexavalente método colorimétrico de la Difenil Carbazida (NMX-AA-044-SCFI-2001)**

Las sales de cromo hexavalente Cr (VI) se utilizan ampliamente en procesos de la industria del acero, pinturas, colorantes y cerámicas. Las sales de cromo trivalente se utilizan en la industria textil para colorantes, en la industria de la cerámica y el vidrio, en la industria curtidora y en fotografía. El cromo en sus dos estados de oxidación se utiliza en diversos procesos industriales por tanto puede estar presente en las aguas residuales de dichas empresas.

El método se basa en una reacción de óxido reducción donde el cromo hexavalente Cr (VI) reacciona con la 1,5-difenilcarbazida en medio ácido para dar cromita ( $\text{Cr}^{3+}$ ) y 1,5-difenilcarbazona de color violeta que se lee espectrofotométricamente a longitud de 540 nm. La intensidad de color es directamente proporcional a la concentración de cromo hexavalente.

#### **Reactivos y preparación de soluciones**

##### **Reactivos**

Todos los productos químicos usados en este método deben ser grado reactivo analítico, a menos que se indique otro grado.

El agua utilizada para preparar las soluciones debe tener las siguientes características: Resistividad, megohm-cm a 25°C 0,2 min y Conductividad,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25°C 5,0 máxima, el pH 5,0 a 8,0, también puede ser utilizada agua desionizada que es la indicada para la determinación de metales pesados como el cromo.

##### **Reactivos**

- Acetona ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ )
- Ácido nítrico concentrado ( $\text{HNO}_3$ )
- Ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- Dicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )
- Difenilcarbazida ( $\text{C}_{13}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}$ )

##### **Preparación de Soluciones**

**Disolución de difenilcarbazida (5 mg/ml):** Pesar aproximadamente y con precisión 250 mg de difenilcarbazida y disolver en 50 ml de acetona. Almacenar en frascos de color ámbar con tapa con recubierta de teflón; esta disolución es transparente al momento de prepararla, después toma un color amarillo claro, en ese momento descartar la disolución, debe conservarse en refrigeración a 4°C.

**Disolución madre de cromo (500 mg/l):** Secar aproximadamente 2g de dicromato de potasio en horno a 105°C por 2 h enfriar en el desecador. Pesar aproximadamente y con precisión 141.4 mg de dicromato de potasio, disolver con agua y aforar a 100 ml, 1 ml de esta disolución es equivalente a 500 mg de  $\text{Cr}^{6+}$ .

**Disolución estándar de cromo de (5  $\mu\text{g}/100\text{ml}$ ):** Adicionar una alícuota de 1 ml de la disolución madre de cromo hexavalente de 500mg, a un matraz volumétrico de 100 ml y aforar con agua destilada o desionizada. 1 ml de esta disolución equivale a 5.0  $\mu\text{g}$  de  $\text{Cr}^{6+}$ . El manejo para la preparación de esta solución es en la campana de extracción, manipular con guantes ya que contiene un metal pesado altamente tóxico para los humanos.

Disolución de ácido sulfúrico 0.2 N: Agregar 5.6 ml de ácido sulfúrico concentrado a un matraz aforado que contenga 500 ml de agua destilada, mezcle y deje enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente diluya con agua destilada y afora a un litro. Esta solución debe ser valorada para verificar su normalidad, esto se realizara por medio de una solución preparada de una base de la misma concentración, que puede ser Hidróxido de sodio el cual tiene que ser preparado como se especifica en párrafos anteriores.

Las medidas de seguridad para manipular las soluciones son las siguientes: personales guantes para ácidos y bases fuertes, careta y preparar las soluciones de preferencia en la campana de extracción.

Recolección, preservación y almacenamiento de la muestra.

- Se debe tomar un mínimo de 300 mL de muestra en frascos de vidrio.
- Para determinar el Cr (VI) disuelto, es necesario filtrar la muestra con papel filtro de poro fino. Después de la filtración se debe acidificar con ácido nítrico concentrado (HNO<sub>3</sub>) hasta un pH < 2.
- Todas las muestras deben refrigerarse a una temperatura de 4°C hasta su análisis.
- Cuando se sospecha la presencia de hipobromito, persulfato o cloruros, las muestras deben ser analizadas inmediatamente.
- El tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 24 h.

Preparación de Curva de Calibración

Medir volúmenes de disolución estándar de Cr<sup>6+</sup> 5.0 µg/100 ml aproximadamente entre 2.0 y 20.0 ml de esta disolución con un mínimo de 5 disoluciones para obtener estándares en el intervalo de 10 µg a 100 µg de Cr<sup>6+</sup>, en matraces aforados de 100 ml después transferir a matraces erlenmeyer de 250 ml; agregar ácido sulfúrico 0.2N hasta pH de 1,0 ± 0,3 y seguir el procedimiento que se indica a la muestra para el desarrollo de color.

Transferir una alícuota de cada estándar a la celda de absorción de 1 cm y medir su absorbancia a 540 nm con otra celda ajustar a cero con agua.

Medir la disolución de calibración comenzando con la de menor concentración. Construir una curva de calibración, graficando la absorbancia leída contra los µg de Cr<sup>6+</sup>, evaluar la calidad de la curva obtenida Graficar en papel milimétrico colocando en el eje de las abcisas la concentración en µg de Cr<sup>6+</sup>, y en el eje de las ordenadas la absorbancia.

ml. de sol estándar	ml de agua destilada	µg de Cr <sup>6+</sup>	Abs
0	100	0	
2	98	10	
5	95	25	
10	90	50	
15	85	75	
20	80	100	

**NOTA.-** Para compensar las posibles pérdidas de Cr (VI) durante las operaciones analíticas se debe seguir el mismo procedimiento a las disoluciones estándar de Cr (VI) que el que se realiza a la muestra problema.

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos. Se debe contemplar el destino final de los residuos generados durante la determinación.

El residuo obtenido es altamente ácido por lo que debe ser tratado por medio de una neutralización o diluido hasta obtener un pH ligeramente ácido de 6.8 o neutro de 7.0, en el caso del cromo hexavalente metal pesado considerado como tóxico, este es reducido a cromita que ya no es tan tóxica al ser analizado el residuo la concentración se encuentra dentro de los límites permisibles especificados por la norma de descargas en el alcantarillado.

### Interferencias

- Interfieren el vanadio, titanio y hierro en concentraciones mayores de 5 mg/l, reduciendo la recuperación del cromo del 10-30 %. El hierro en su estado de oxidación bivalente reduce al Cr (VI) en una relación molar teórica de 3 moles de Fe (II) por un mol de Cr (VI), en pH ácido se favorece la reacción.
- El Cobre en concentraciones mayores de 100 mg/l, reduce de un 20-30 % la recuperación del cromo.
- La reacción con la difenilcarbazida es prácticamente específica para el Cr (VI). Las sales de molibdeno hexavalente y de mercurio reaccionarán para formar color con el reactivo, pero las intensidades son mucho más bajas que para el cromo al pH especificado. Pueden tolerarse concentraciones de hasta 200 mg de Mo/l o Hg/l.
- El molibdeno, vanadio y cobre en la muestra pueden causar interferencias. El vanadio interfiere fuertemente, sin embargo en concentraciones de hasta 10 veces las del Cr (VI) no causará problemas.
- El Permanganato genera interferencias y el Fe (III) en concentraciones mayores a 1 mg/l puede producir un color amarillo.
- Las concentraciones de nitritos mayores a 10 mg/L dan resultados bajos de Cr (VI).
- Los sulfitos reducen al Cr (VI) en un medio ácido dando bajos resultados.
- Se han identificado muestras de matrices diferentes, las cuales producen un complejo de color amarillo-naranja que interfiere con la determinación. En este caso el analista debe evaluar el efecto de la matriz con muestras adicionadas.
- Las muestras con contenido orgánico pueden reducir el cromo (VI) a cromo (III).
- Las interferencias de color y turbiedad pueden contrarrestarse con un blanco de muestra. Este debe prepararse igual que la muestra pero sin adicionar la 1,5 difenilcarbazida, la absorbancia del blanco de muestra se resta al de la muestra.

### **8.10 Análisis Microbiológico de las aguas naturales, residuales y residuales tratadas (NMX-AA-042-SCFI-2005)**

El agua que en su mayoría las comunidades utilizan como agua potable proviene de fuentes superficiales como: ríos, corrientes y lagos. Estos tipos de fuentes naturales en particular las corrientes y los ríos se contaminan con algunos desechos domésticos e industriales, llamadas aguas residuales. Debido al crecimiento de las poblaciones los problemas de contaminación se han incrementado notablemente, cada vez se requiere en mayor cantidad de agua potable y la usada debe ser desechada, generalmente regresándola a los cuerpos receptores que a su vez son fuente de suministro de otra comunidad.

Para determinar la calidad de las aguas se aplica diferente procedimiento que determina el Número Más Probable de Poblaciones Microbiológicas (NMP), que pueden ser coliformes fecales (termotolerantes) y escherichia coli con las siguientes pruebas:

- a) Cuenta estándar en placa para determinar el número de bacterias coliformes totales y fecales: este método es aplicado para determinar la eficiencia de los procesos de las operaciones unitarias de sedimentación, filtración y cloración, las cuales se deben realizar antes y después del tratamiento.

En este caso se utiliza un medio selectivo sólido que es: agar eosina-azul de metileno, el cual es preparado de acuerdo a las especificaciones señaladas en la etiqueta del frasco de medio de cultivo.

Las medidas de seguridad de tipo personal en la preparación del medio de crecimiento son: guantes de látex, cubre bocas, bata blanca y cofia.

- b) Prueba presuntiva determina Coliformes Totales y Fecales: como su nombre lo indica solo señalará la presencia de estas poblaciones por medio de la formación de gas en el medio de desarrollo.

El medio de crecimiento de las poblaciones en este caso es líquido y su nombre es caldo lactosa o caldo lauril triptosa, al igual que la cuenta en placa el medio de crecimiento es preparado de acuerdo a las especificaciones señaladas en el frasco de reactivo y las medidas de seguridad también aplican en este caso.

- c) Prueba confirmativa de poblaciones Coliformes: en este caso se realiza una resiembra de la prueba anterior de aquellos tubos que dieron positivo para Escherichia Coli (EC), incubar  $45.5 \pm 0.5$  °C durante  $24 \pm 2$  hrs los tubos con caldo EC en baño maría y caldo lactosa bilis verde brillante (BVB) Incubar a  $35 \pm 0.5$  °C durante 24 hrs, los tubos con caldo lactosa (BVB)

#### Reactivos para preparar Caldo Lauril Triptosa

Triptosa 40.0g  
Lactosa 10.0g  
Cloruro de sodio (NaCl) 10.0g  
Fosfato monobásico de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 5.5G  
Fosfato dibásico de potasio ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) 5.5g  
Lauril sulfato de sodio 0.2g  
Agua destilada para aforar a un litro

#### Preparación de medio de cultivo de Caldo Lauril Triptosa (CLT), medio de doble concentración.

Añadir la triptosa y el cloruro de sodio al agua, calentar para disolver y añadir el lauril sulfato de sodio. Disolver el resto de los componentes por separado y agregarlos a los anteriores mezclando suavemente para evitar la formación de espuma. Ajustar a pH 6.8, preparar medio de simple concentración diluyendo el medio de doble concentración con un volumen igual de agua. Distribuir el medio de simple concentración en volúmenes de 53 cm<sup>3</sup> y el medio de doble concentración en volúmenes de 10 y 50 cm<sup>3</sup>. Cada tubo o matraz debe contener un tubo de fermentación invertido, colocar en autoclave a 15 lb/pg<sup>2</sup> (115°C) durante 10 min.

#### Reactivos para preparar Caldo Lactosa

Peptona 10.0g  
Lactosa 10.0g  
Extracto de carne 6.0g

Agua para aforar a un litro

Preparación del Caldo Lactosa, medio de doble concentración.

Disolver los componentes en agua hirviendo. Si es necesario ajustar el pH de modo que al terminar la esterilización sea de 6.7, preparar el medio de simple concentración diluyendo el medio de doble concentración con un volumen igual de agua.

Distribuir el medio de simple concentración en volúmenes de 5 cm<sup>3</sup> y la doble concentración en volúmenes de 10 y 50 cm<sup>3</sup>, Cada tubo o matraz debe contener un tubo de fermentación invertido (Durham). Esterilizar en autoclave a 15 lb/pg<sup>2</sup> (121 ± 1°C) durante 15 min.

Estos dos medios son de uso común en numerosos países la selectividad depende respectivamente de la presencia de sales biliares y del agente de superficie activo, el lauril-sulfato. El caldo lactosa no es un medio selectivo.

Utilizar uno o más de los siguientes medios confirmativos:

Medios para la producción de gas:

- Caldo bilis lactosa verde brillante.

Peptona 10.0g  
Lactosa 10.0g  
Bilis de buey (deshidratada) 20.0g  
Verde brillante (1% m/m en solución acuosa) 13 cm<sup>3</sup>  
Agua para llevar a 1000 cm<sup>3</sup>

Disolver la peptona en 500 cm<sup>3</sup> de agua. Añadir los 20g de bilis de buey deshidratada disueltos en 200 cm<sup>3</sup> de agua; la solución debe tener un pH entre 7.0 y 7.5 disolver con agua hasta un volumen aproximado de 975 cm<sup>3</sup>. Añadir la lactosa y ajustar el pH a 7.4, añadir la solución verde brillante y aforar a 1000 cm<sup>3</sup> con agua.

Distribuir volúmenes de 5 cm<sup>3</sup> en tubos de ensaye conteniendo tubos de fermentación invertidos (Durham) y colocar en autoclave a 15 lb/pg<sup>2</sup> (115°C) durante 10 min.

- Medio EC.

Triptosa o tripticasa 20.0g  
Lactosa 5.0g  
Mezcla de sales biliares 1.5g  
Fosfato dibásico de potasio (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 4.0g  
Fosfato monobásico de potasio (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 1.5g  
Cloruro de sodio (NaCl) 5.0g  
Agua para llevar a 1000 cm<sup>3</sup>

Disolver los componentes por separado y agregarles agitando suavemente. El pH debe ser de 6.9 después de la esterilización. Antes de esterilizar, distribuir en tubos de fermentación con suficiente medio para que el tubo invertido quede cubierto cuando menos parcialmente. Después de la esterilización.

Como medio confirmativo para coliformes totales, el más generalizado es el caldo de bilis lactosa verde brillante (BLVB). Para confirmar la presencia de coliformes fecales se utilizan tanto el BLVB como el caldo EC.

Medios para la producción de indol:

- Agua de triptona.

Triptona 20.0g  
Cloruro de sodio (NaCl) 5.0g  
Agua para llevar a 1000 cm<sup>3</sup>

Disolver los componentes en agua y ajustar a pH. 7.5 distribuir en volúmenes de 5 cm<sup>3</sup> y colocar en autoclave a 15 lb/pg<sup>2</sup> (115°C) durante 10 min.

- Reactivo de Kovacs para indol.
- 1,4 dimetilaminobenzaldehído (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>[H(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]CHO) 5.0 g.
- Alcohol amílico (CH<sub>3</sub> (CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>CH) libre de bases orgánicas 75 cm<sup>3</sup>.
- Ácido clorhídrico concentrado (HCL) 85 cm<sup>3</sup>.

Disolver el aldehído en el alcohol. Añadir el ácido concentrado con cuidado. Proteger de la luz y almacenar a (4°C).

#### Reactivo de oxidasa para la prueba de oxidasa.

- Clorhidrato de tetrametil-p-fenilendiamina 0.1g 10 cm<sup>3</sup>.

Este reactivo no es estable y debe prepararse para usarse en pequeñas cantidades cada vez que sea necesario.

#### Diluyentes.

- Diluyente de peptona (0.1%).

Peptona  
Agua para llevar a:

Disolver la peptona en aproximadamente 950 cm<sup>3</sup> de agua. Ajustar el pH con solución de hidróxido de sodio 1 mol/L o ácido clorhídrico 1 mol/L de modo que después de la esterilización sea de 7.0±0.1. Llevar a 1000 cm<sup>3</sup> con agua, distribuir en volúmenes convenientes y esterilizar en autoclave a 15 lb/pg<sup>2</sup> (121±1°C).

- Solución salina de peptona.

Peptona 1.0g  
Cloruro de sodio (NaCl) 8.5g  
Agua para llevar a 1000 cm<sup>3</sup>

Disolver los componentes hirviéndolos en aproximadamente 950 cm<sup>3</sup> de agua. Ajustar el pH con solución de hidróxido de sodio 1 mol/L o ácido clorhídrico 1 mol/L de modo que después de la esterilización sea de 7.0±0.1. Llevar a 1000 cm<sup>3</sup> con agua, distribuir en volúmenes convenientes y esterilizar en autoclave a 394±1K (121±1°C) durante 15 min.

- Solución de Ringer.

Cloruro de sodio (NaCl) 2.25g  
Cloruro de potasio (KCL) 0.105g  
Cloruro de calcio anhidro (CaCl<sub>2</sub>) 0.12g  
Bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) 0.05g  
Agua para llevar a 1000 cm<sup>3</sup>.

Disolver los componentes y dividirlos en volúmenes convenientes. Esterilizar en autoclave a 15 lb/pg<sup>2</sup> (181°C) durante 15min.

- Solución amortiguadora de fosfato.

Fosfato monobásico de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 42.5mg  
Cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2$ ) 190.0mg  
Agua para llevar a 1000  $\text{cm}^3$ .

Solución de fosfato.

Disolver 34g de fosfato en 500  $\text{cm}^3$  de agua. Ajustar a pH  $7.2 \pm 0.5$  con solución de hidróxido de sodio 1mol/L y aforar a 1000  $\text{cm}^3$  con agua.

Solución de cloruro de magnesio.

Disolver 38g de cloruro de magnesio en 1000  $\text{cm}^3$  de agua.  
Para usarla, añadir 1.25  $\text{cm}^3$  de solución de fosfato (6.5.4.1) y 5.0  $\text{cm}^3$  de solución de cloruro de magnesio a 1000  $\text{cm}^3$  de agua. Distribuir en volúmenes convenientes y esterilizar en autoclave a 15 lb/pg<sup>2</sup> ( $121 \pm 1^\circ\text{C}$ ) durante 15 min.

Medio para la Cuenta Standard en Placa:

- Agar Eosina – azul de metileno. Este se prepara como se indica en la etiqueta del frasco.

Agua de Dilución:

- Disolver 34.0g de fosfato monobásico de potasio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) en 500 ml de agua destilada y ajustar el pH a  $7.2 \pm 0.5$  con NaOH y diluir a 1000 ml con agua destilada. De esta solución tomar 1.25 ml y verterlos en un matraz volumétrico de 1000 ml, añadir 5 ml de una solución de cloruro de magnesio.
- Solución de cloruro de magnesio 38 g de ( $\text{MgCl}_2$ ) y aforar a un litro con agua destilada.
- Distribuir 9 ml de agua de dilución en tubos de ensaye.
- Esterilizar a  $121^\circ\text{C}$ , 15 lb/pg<sup>2</sup> de presión durante 15 min.

**NOTA:** Los medios de cultivo, así como el agua de dilución una vez preparados y esterilizados deberán mantenerse en refrigeración mientras no sean utilizados.

Procedimiento.

Pruebas presuntivas.

- Preparación de la muestra e inoculación del medio:

Antes del examen, mezclar perfectamente la muestra agitándola vigorosamente para lograr una distribución uniforme de los microorganismos y, dependiendo de la naturaleza del agua y el contenido bacteriano esperado, hacer las diluciones necesarias en esta etapa.

Utilizar series que constan de por lo menos tres diluciones: 10.0  $\text{cm}^3$ , 1.0  $\text{cm}^3$  y 0.1  $\text{cm}^3$  o bien 1.0  $\text{cm}^3$ , y 0.01  $\text{cm}^3$ . Por cada dilución debe haber 3 o 5 tubos.

Para diluciones a 10 veces, poner 90 o 9  $\text{cm}^3$  del diluyente en matraces o tubos de dilución esterilizados. Alternativamente, usar volúmenes de diluyente pre-esterilizado en botellas de tapón de rosca. Hacer una o más diluciones a 10 veces transfiriendo un volumen de la muestra de agua a 9 volúmenes de diluyente. Repetir estos pasos cuantas veces sea necesario. Preparar suficiente cantidad de cada dilución para todas las pruebas que se vayan a llevar a cabo con la muestra. Para diluciones diferentes a 10 veces ajustar el volumen de diluyente a la porción de prueba. Inocular los tubos conteniendo medios de aislamiento de doble concentración con porciones de prueba de un volumen mínimo de 5  $\text{cm}^3$ .

- Incubación de los tubos:

Incubar los tubos inoculados ya sea a  $(35 \pm 1^\circ\text{C})$  o  $(37 \pm 1^\circ\text{C})$  durante 48 horas.

- Examen de los tubos:

Examinar los cultivos de los tubos después de un período de incubación de 18 a 24 horas y considerar como resultados positivos a aquellos que muestren turbidez debida al crecimiento bacteriano y formación de gas en los tubos internos invertidos (Durham) junto con producción de ácido si el medio de aislamiento contiene un indicador de pH. Re-incubar aquellos tubos que no muestran alguno o todos estos cambios y examinarlos nuevamente para detectar reacciones positivas a las 48 horas.

#### Pruebas confirmativas.

- Inoculación del medio.

Resembrar a partir de cada tubo de medio de aislamiento que muestro un resultado positivo en uno o más tubos de medio confirmativo para detectar la producción de gas e indol.

- Incubación y examen.

Para confirmar la presencia de organismos coliformes, incubar un tubo con Caldo Lactosa Verde Brillante o Caldo EC a  $(37^\circ\text{C})$  y examinarlo para ver si hay producción de gas dentro de un período de 48 horas.

Para confirmar la presencia de organismos coliformes termotolerantes, incubar otro tubo con Caldo Bilis Lactosa Verde Brillante o Caldo EC a  $(44^\circ\text{C})$  durante 24 horas para ver si hay producción de gas.

Para confirmar la presencia de E. coli. Presuntiva, incubar un tubo que contenga agua de triptona para detectar la formación de indol a  $(44^\circ\text{C})$  durante 24 horas. Después añadir de 0.2 a 0.3 cm<sup>3</sup> de reactivo de Kovacs, el tubo de agua de triptona; El desarrollo de un anillo de color rojo después de agitar suavemente de note la presencia de indol.

#### Prueba de oxidasa.

Algunas bacterias existentes en el agua pueden conformarse a la definición de organismos coliformes en muchos aspectos, pero son capaces de producir gas a partir de lactosa solamente a temperaturas inferiores a  $(37^\circ\text{C})$ . Por consiguientes dan resultados negativos a las pruebas confirmativas estándar para organismos coliformes y su presencia en agua usualmente no se considera significativa. Las especies de Aeromonas, que se encuentran naturalmente en el agua, tienen una temperatura óptima de crecimiento en el rango  $(30$  a  $35^\circ\text{C})$ , pero a pesar de ello son capaces de producir ácido y gas a partir de lactosa a  $(37^\circ\text{C})$ . Tienen poco significado para efectos sanitarios y se distinguen del grupo de los coliformes por una reacción de oxidasa positiva.

- Llevar a cabo la prueba con sub-cultivos puros de los organismos fermentadores de lactosa, crecidos en medio nutriente de agar, como sigue:

Colocar de 2 a 3 gotas de reactivo de oxidasa recientemente preparado (6.4) en un papel filtro en una caja de Petri.

Con una barra de vidrio o un asa de alambre de platino (no de nicromel), colocar parte del cultivo en el papel filtro preparado.

Considerar la aparición de un color azul marino púrpuro en un lapso de 10 segundos como una reacción positiva.

#### Técnica de Filtración por Membrana (Millipore):

- Se coloca la membrana en la unidad de filtración previamente esterilizada.
- Se hace pasar un volumen de agua con ayuda de vacío.
- Se retira el disco filtrante o membrana y se coloca sobre una almohadilla absorbente que previamente se ha saturado con el medio de cultivo adecuado.
- Se acomoda en cajas pétri de tamaño especial y se incuban a 35°C durante 20 hrs.
- Las colonias desarrolladas corresponden al volumen de muestra tomada para la determinación.

#### Técnica de Cuenta Estándar en Placa:

- Este Método es útil para determinar la **EFICACIA DE LAS OPERACIONES PARA ELEMENAR MICROORGANISMOS** como la **SEDIMENTACIÓN, FILTRACIÓN Y CLORACIÓN**. Las cuentas se deben hacer antes y después del tratamiento específico y los resultados indicarán la medida en que ha sido reducido la población microbiana.
- Se prepara el medio de cultivo específico para el desarrollo de las bacterias (selectivo de acuerdo a la cantidad indicada en el frasco de reactivo).
- Preparar las diluciones de la muestra problema (1:10, 1:100, 1:1000 y 1:10000), colocar una alícuota de cada una de las diluciones en cajas pétri estériles, añadir el medio de cultivo que se ha seleccionado y mantenido a temperatura de 42-45°C, suficiente para formar una capa con altura de 0.5 mm.
- Mezclar en forma circular para distribuir uniformemente la muestra en el medio de cultivo.
- Dejar solidificar a temperatura ambiente e incubar durante 24 horas a una temperatura de  $35 \pm 0.5$  °C.
- Con ayuda de un cuenta colonias contar el número de colonias desarrolladas (cada una de las colonias provienen de una célula).
- Relacionar el número de colonias, número de células viables y el número de colonias /ml de muestra.

Las medidas para preparar los diferentes medios de crecimiento de los microorganismos estudiados, son las utilizadas en bacteriología, en donde se utilizan condiciones estériles y como medidas de seguridad personal se debe portar bata blanca, guantes de látex, cubre bocas, cofia y lentes. El equipo utilizado en este caso es una campana de flujo laminar para trabajar en condiciones de esterilidad eficiente, sin embargo si no se cuenta con ella se debe tener un mechero que de un rango de seguridad de treinta centímetros de diámetro para obtener las condiciones deseadas y no se tenga contaminación con otros microorganismos.

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos biológico infecciosos. Se debe contemplar el destino final de los residuos generados durante el desecho de los cultivos.

Las muestras de desecho deben ser esterilizadas para eliminar las poblaciones patógenas en una autoclave, posteriormente deben ser diluidas en concentraciones mínimas y posteriormente eliminadas. Hacer pruebas de confirmación de poblaciones peligrosas, de acuerdo a la norma de residuos peligrosos Biológico Infecciosos.

### **8.11 Determinación de Nitrógeno como exceso de nutriente en las aguas tratadas por el método de Kjeldahl (NMX-AA-026-SCFI-2001)**

En aguas naturales y residuales las formas de nitrógeno de mayor interés son, en orden decreciente de estado de oxidación nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico. Todas estas formas de nitrógeno, así como el nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ) son bioquímicamente inter-convertibles y son componentes del ciclo del nitrógeno.

#### **Reactivos**

- Sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ )
- Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ )
- Oxido de mercurio ( $Hg_2O$ ) o sulfato de mercurio ( $Hg_2SO_4$ )
- Ácido bórico ( $H_3BO_3$ )
- Mezcla de indicadores (rojo de metilo y azul de metileno)
- Etanol
- Hidróxido de sodio en lentejas o escamas (NaOH)
- Tiosulfato

#### **Preparación de soluciones:**

- A. **Solución digestora:** 134 g de sulfato de potasio, 200 ml de ácido sulfúrico concentrado, 2 g de óxido mercúrico se disuelven en un litro de agua destilada.
- B. **Solución receptora del destilado:** 20 g de ácido bórico, 10 ml de mezcla de indicadores (rojo de metilo 200 mg/100 ml de etanol; azul de metileno 100 mg/50 ml de etanol). Mezclar ambas soluciones y diluir a un litro con agua destilada.
- C. **Solución de hidróxido de sodio – tiosulfato:** disolver 500 g de hidróxido de sodio y 25 g de tiosulfato de sodio pentahidratado en agua destilada y aforar a un litro (previamente se disuelven 25 ml de ácido sulfúrico 6N).

Las medidas de seguridad para la preparación de las soluciones son las señaladas en la preparación de ácidos y bases, utilizar en este caso la campana de extracción.

**Manejo de residuos:** es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

Las reacciones realizadas en la determinación generan neutralización en el producto, en el caso del catalizador que es un metal pesado altamente contaminante se encuentra en concentración permisible ya que de acuerdo a la norma es de 0.2 mg/L y el contenido es de 0.01 mg/L en las muestras problema.

### **8.12 Determinación de fósforo como exceso de nutriente en las aguas tratadas por el método de espectrofotométrico de acuerdo a la norma (NMX-AA-029-SCFI-2001)**

El fósforo se presenta en aguas naturales, residuales y en aguas tratadas como fosfatos. Estos se clasifican como ortofosfatos, fosfatos condensados y compuestos organofosfatados. Estas formas de fosfatos provienen de una gran variedad de fuentes, tales como: productos de limpieza, fertilizantes, procesos biológicos, etc. Pequeñas cantidades de ciertos fosfatos condensados son adicionados a algunos suministros de agua durante el proceso de tratamiento. Las mayores cantidades; de los mismos pueden ser adicionados cuando el agua es usada para lavanderías u otros servicios, estos componentes forman parte de otras preparaciones comerciales. Los fosfatos son usados ampliamente en el tratamiento de aguas de calderas, así como,

los ortofosfatos son los apropiados para el cultivo de la tierra agrícola como fertilizantes los cuales son acarreados por las aguas superficiales y agregados como contaminantes en las mismas, en menor grado los podemos encontrar al derretirse la nieve.

### Reactivos

- Fosfato monobásico de potasio anhidro ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )
- Ácido sulfúrico concentrado ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- Solución indicadora de Fenofaleina
- Glicerol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ )
- Ácido nítrico concentrado ( $\text{HNO}_3$ )
- Solución de hidróxido de sodio NaOH 6N
- Cloruro estañoso dihidratado ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- Molibdato de amonio tetrahidratado ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_2\text{O}_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ )

### Preparación de soluciones:

Solución madre de fosfato: pesar 219.5 mg de ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) anhidro previamente secado a 105 °C durante 2 hrs, aforar con agua destilada a un litro. 1.0 ml = 50 g de fósforo como  $\text{PO}_4^{3-}$ . De esta solución tomar 100 ml transferirlos a un matraz aforado de un litro con agua destilada esta solución contiene 5.0 µg de fósforo/ml

Solución de ácido fuerte: cuidadosamente preparar la siguiente mezcla a 600ml de agua destilada colocada en un vaso de un litro, adicionar por las paredes con mucho cuidado 300 ml de ácido sulfúrico concentrado (**utilizar equipo de protección**). Dejar enfriar y agregar 4 ml de ácido nítrico concentrado y vaciar la mezcla a un matraz aforado de un litro y agregar agua destilada al aforo.

**NOTA:** la preparación de esta mezcla es muy peligrosa tomar todas las medidas de seguridad en su preparación.

Solución de molibdato de amonio: disolver 25 g de molibdato de amonio tetrahidratado en 175 ml de agua destilada. Agregar con mucho cuidado 280 ml de ácido sulfúrico concentrado a 400 ml de agua y dejar enfriar. Añadir la solución de molibdato de amonio.

**NOTA:** nuevamente tener mucho cuidado al preparar la mezcla de ácido sulfúrico con agua.

Solución de cloruro estañoso: disolver 2.5 g de cloruro estañoso dihidratado en 100 ml de glicerol. Asegurándose que el reactivo no haya sufrido alteración o descomposición alguna, usando de preferencia uno nuevo o recientemente abierto.

### Recolección, preservación y almacenamiento de la muestra

Tomar un mínimo de 500 ml de muestra en envases de plástico. Pueden utilizar muestras compuestas o simples. Si la muestra solamente es analizada para determinar fósforo, filtrar la muestra por medio de una membrana de 0.45 µm. conservar en refrigeración a 4 °C. El tiempo máximo de almacenamiento es de 28 días.

### Preparación de curva de calibración o estándar

Preparar las disoluciones patrón en intervalos de 0.3 a 2.0 mg "P"/L en matraces volumétricos de 100 ml y preparar las disoluciones patrón como se indica en la siguiente tabla. Desarrollar el color de los estándares.

Tomar de la solución patrón de 5.0 µg de "P"/ml, alícuotas de acuerdo con la siguiente tabla:

ml de solución patrón de "P"	Aforar a 100 ml con agua destilada	µg de "P"	ABS
0	100	0.0	
5	95	25	
10	90	50	
15	85	75	
20	80	100	
25	75	125	
30	70	150	
35	65	175	
40	60	200	

Elaborar la curva de calibración correspondiente graficando las lecturas de absorbancia en el eje de las abscisas contra las concentraciones de fósforo en µg, en el eje de las ordenadas.

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

Las reacciones realizadas en la determinación obtienen como producto un componente que puede ser suministrado como fertilizante en vegetación deficiente de fósforo, primeramente se debe realizar una neutralización o dilución de la solución, el estaño no ésta clasificado por la norma como metal peligroso y su concentración en la reacción química obtenida es mínima.

### **8.13 Determinación de carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos (CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>=</sup>), en las aguas tratadas.**

Los carbonatos y bicarbonatos se encuentran en las aguas tratadas, combinados con iones como calcio y magnesio principalmente formando compuestos con elementos alcalinotérreos, como carbonatos de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y con el calcio y magnesio, en la dolomita (CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub>).

El contenido de carbonatos y bicarbonatos forma parte de la dureza de las aguas y forman parte de los criterios de calidad de las aguas en conjunto con la concentración de cloruros y sulfatos.

La muestra se trata con ácido diluido, y el ácido residual (no usado por el carbonato) se titula. Los resultados se refieren como "carbonato de calcio equivalente", debido a que la disolución no es selectiva, sólo para la calcita, ya que otros carbonatos como la dolomita pueden estar disueltos en cierto grado.

El ion sulfato (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>) se precipita en medio de ácido acético con cloruro de bario (BaCl<sub>2</sub>) como sulfato de bario (BaSO<sub>4</sub>). La absorbancia de la suspensión de BaSO<sub>4</sub> se mide con un espectrofotómetro y la concentración de SO<sub>4</sub><sup>=</sup> se determina por comparación con una curva estándar.

El color y la materia suspendida podrían causar interferencias. Alguna materia suspendida podría eliminarse por filtración. Si ambas son pequeñas en la comparación

con la concentración de  $\text{SO}_4^{2-}$  la manera de corregir estas interferencias se indica en el método de análisis, la concentración mínima detectable es cercana a 1mg/l de  $\text{SO}_4^{2-}$ .

#### Reactivos para determinar carbonatos y bicarbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ y $\text{HCO}_3^-$ )

- Fenoftaleína 0.1% en etanol al 60%
- Anaranjado de metilo al 1% en agua destilada
- Ácido sulfúrico 0.05N

Preparación de las soluciones: utilizar la información de cómo preparar soluciones porcentuales y soluciones normales de ácidos débiles.

#### Reactivos para la determinación de cloruros ( $\text{Cl}^-$ )

- Cromato de potasio indicador al 5%
- Solución valorada de Nitrato de Plata 0.05N

El ejemplo de cómo preparar y valorar la solución de nitrato de plata se encuentra en la página 7 y 8 de este manual seguir las indicaciones de acuerdo a la concentración que se requiera.

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

Las reacciones realizadas en la determinación obtienen como producto el elemento plata, el cual es considerado como residuo peligroso se diluye obteniendo una concentración de 0.1 mg/L y el límite permisible con base a la norma es de 5.0 mg/L.

#### Método Espectofotométrico para la determinación de sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) como precipitado de sulfato de bario.

#### Reactivos para preparar las soluciones en la determinación de sulfatos.

- Solución buffer A
- Solución buffer B
- Cloruro de bario
- Solución estándar de sulfato
- Cristales de  $\text{BaCl}_2$
- Solución estándar de sulfatos

#### Preparación de reactivos

Solución estándar de sulfatos: Pese 0.1479g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidro y disuelva en agua destilada afora a un litro. Esta solución tiene una concentración de 100 mg/l de  $\text{SO}_4$ .

Solución A: pese 30g de  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 5g de acetato de sodio  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  y un gramo de  $\text{KNO}_3$ . Medir 20ml de ácido acético, disuelva en 500ml de agua destilada y afora a un litro. Esta solución se usara cuando la concentración de sulfato sea mayor de 10mg/l

Solución B: pese 30g de  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 5g de acetato de sodio  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , un gramo de  $\text{KNO}_3$  y 0.111g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Mida 20 ml de ácido acético al 99%. Disuelva en

500ml de agua destilada y afore a un litro. Esta solución se usara cuando la concentración de sulfatos sea menor de 10 mg/l.

### Curva de calibración de los sulfatos

MATRAZ NUMERO	MI DEL PATRÓN DE 100mg/L de SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	ml DE AGUA QUE SE DEBEN AGREGAR PARA AFORAR A 50ml	ml DE SOLUCIÓN (A o B) QUE SE DEBEN AGREGAR	CONCENTRACION FINAL DE SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> mg/l	ABSORBENCIA 420nm
1	0	40	10	0	
2	5	35	10	10	
3	10	30	10	20	
4	15	25	10	30	
5	20	20	10	40	
6	25	15	10	50	

Manejo de residuos: es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos que se refieren al manejo de residuos, principalmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

Las reacciones realizadas en la determinación obtienen como producto una mezcla de elementos como son: magnesio, potasio y nitrógeno los cuales son considerados como elementos nutrientes para las plantas, por lo que pueden ser vertidos en suelos con deficiencia de estos, suministrarlos en el agua de riego.

### **9. Métodos generales de Eliminación o tratamiento controlado de los desechos obtenidos de las reacciones químicas.**

En la actualidad, la utilización de productos químicos se ha extendido a prácticamente a diferentes actividades, de modo que existen riesgos en el trabajo. Se cuentan por millares las sustancias químicas que se utilizan en grandes cantidades y cada año se introducen muchos nuevos productos en el mercado. Por tales razones, constituye una tarea urgente la adopción de un enfoque sistemático de la seguridad en la utilización y manejo de sustancias, materiales y residuos químicos peligrosos.

Para un control efectivo de los riesgos, se requiere contar con un adecuado flujo de información sobre su peligro y las medidas de seguridad que deben tomarse, para que se adopten y se apliquen las medidas necesarias con el fin de proteger a los estudiantes, la población y el medio ambiente.

Caracterización de los residuos: Se caracterizan los residuos que son generados para cada una de las etapas de los procesos, y se identifican y cuantifican de acuerdo a la norma (NOM-052-SEMARNAT-2005) y se consideran los siguientes puntos.

- a) Incompatibilidad de los residuos: Se establece la forma en que se van a recolectar y almacenar los residuos durante el proceso de producción, basados en la norma (NOM-054-SEMARNAT-1993).
- b) Envasado y almacenado de los residuos peligrosos: Los residuos peligrosos deben almacenarse en contenedores de material y capacidad apropiada y llevados a un almacén con características apropiadas según normatividad.
- c) Oportunidades de minimización: Los residuos peligrosos se analizan aplicando la norma (NOM-053-SEMARNAT-1993) y se establecen estrategias que permitan reducir, reutilizar y/o reciclar los residuos, tratando de evitar el siguiente paso en el plan de manejo.
- d) Tratamiento "IN SITU": Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad en el lugar donde se están generando.

Confinamiento controlado "IN SITU": Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones en la salud de la población y los ecosistemas, así como sus elementos.

Para la eliminación de residuos, se requieren de rigurosos requisitos que contemplen las posibles consecuencias penales y civiles tanto para la institución como para las personas. Estas reglas varían según los estados y lugares, y están sujetas a modificaciones; puede ser necesario la obtención de una licencia, un permiso o en su caso ambas.

Es importante disponer de un plan para eliminar con seguridad las sustancias químicas para ello se aplican las Normas NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, así como la NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos especificados en la norma anterior y los residuos biológicos los cuales deben ser manejados de diferente manera y de acuerdo a la norma correspondiente. Este plan debe ser diseñado por el coordinador de seguridad, el cual determinara la manipulación y el método a seguir para eliminar estos productos. Para esto, se instalara sistemas adecuados de toma de las muestras utilizando envases apropiados para su almacenamiento durante el tiempo que se lleve la determinación del método que se utilizara en su adecuación o en su eliminación; para esto se dispondrá de una zona separada y aislada de otras sustancias y de sitios para los que presenten algún riesgo.

Los métodos que se utilizan para la eliminación de residuos son la incineración, el enterramiento, la evaporación, la neutralización, las reacciones químicas para recuperarlos, los tratamientos especiales para obtener compuestos menos tóxicos, la destilación y las técnicas aplicadas por especialistas.

Para esto, se debe conseguir una serie de hojas de datos de seguridad en el manejo de materiales, sustancias y residuos peligrosos en donde se incluyan los métodos elegidos para la eliminación de residuos de compuestos orgánicos e inorgánicos especiales.

#### Los residuos químicos

Una vez utilizados, los disolventes pueden ser destilados y recuperados para nuevos usos. Los disolventes no combustibles pueden evaporarse siempre que sus vapores no provoquen problemas ambientales. Cantidades pequeñas de disolventes y productos químicos inflamables pueden quemarse, siempre que se cumplan las normas. Los materiales ácidos y básicos se neutralizan antes de ser eliminados. Algunos materiales solubles no tóxicos pueden diluirse y eliminarlos vertiéndolos al drenaje siempre y cuando no se consideren peligrosos. Otros podrán ser transformados por medio de reacciones químicas u otros procesos, en compuestos inocuos o compuestos utilizables en la industria.

#### Use los siguientes procedimientos generales para neutralizar ácidos minerales concentrados:

Calor y vapores son generados durante este procedimiento. Realizar este procedimiento en una campana de extracción con el apropiado equipo de protección personal. Varias quemaduras podrían resultar si se utiliza inapropiadamente el equipo de protección personal. No neutralizar ácido fluorhídrico usando este método.

- Lentamente diluya el ácido mineral concentrado de 1 a 10 con agua fría, adicionando el ácido en el agua.
- Adicione 30 mg/l de fosfato de sodio o 20 mg/l de fosfato hidrógeno de sodio en el ácido diluido.
- Mientras se agita, lentamente adicione hidróxido de sodio 1 N al ácido mineral diluido hasta que la solución obtenga un pH entre 6.5 y 7.5

Use los siguientes procedimientos generales para neutralizar bases concentradas:

Calor y vapores son generados durante este procedimiento. Realizar este procedimiento en una campana de vapores con el apropiado equipo de protección personal. Varias quemaduras podrían resultar si se utiliza inapropiadamente el equipo de protección personal.

- Lentamente diluya la base concentrada de 1 a 10 con agua fría, adicionando la base en el agua.
- Adicione 30 mg/l de fosfato de sodio o 20 mg/l de fosfato hidrógeno de sodio en la base diluida.
- Mientras se agita, lentamente adicione ácido clorhídrico 1 M a la base diluida hasta que la solución obtenga un pH entre 6.5 y 7.5.

Las soluciones acuosas de ácidos minerales se producen en grandes cantidades a partir de industrias químicas.

Muchas provienen del tratamiento de metales y contienen metales tales como fierro, zinc, cobre, bario, níquel, cromo, cadmio, estaño y plomo. Estos ácidos son extremadamente corrosivos pero pueden ser neutralizados, y usualmente se utiliza cal como el álcali menos costoso en operaciones a gran escala.

Las soluciones alcalinas también se producen en la industria química, pero su composición varía más que en el caso de los ácidos y esto hace su recuperación más difícil. Los residuos alcalinos también vienen de la refinación del petróleo, fabricación de pinturas y limpieza especiales. Aparte de sólidos como arcillas, catalizadores, hidróxidos metálicos, también pueden estar presentes fenolatos, naftenatos, sulfonatos, cianuros, metales pesados, grasas, aceites, resinas naturales y sintéticas, etc. De estos residuos actualmente solo se pueden recuperar los metales. Como soluciones ácidas se pueden usar ácido sulfúrico y ácido clorhídrico. El ácido sulfúrico forma precipitados más insolubles y genera más residuos que el ácido clorhídrico.

#### **a) Incineración**

La incineración es un tratamiento que consiste en destruir los residuos por acción de alta temperatura. (Termo destrucción). La-termo destrucción se realiza en hornos, que poseen en general dos cámaras. La cámara primaria (que se encuentra a 800° C) recibe los residuos y es donde comienza el proceso de combustión en una atmósfera deficiente de oxígeno. La cantidad de aire de combustión es regulada a fin de liberar el Material Volátil y oxidar el Carbón Fijo del residuo. Los gases generados pasan a la cámara secundaria donde se introduce un exceso de aire y la mezcla de aire-gas es sobre calentada a 1200° C con un tiempo de residencia de 2 segundos.

La incineración sirve para destruir principalmente los materiales orgánicos, y aquellos elementos inorgánicos con resto de materiales orgánicos. Existen diversas desventajas asociadas a la incineración de residuos: emisiones contaminantes, tanto al aire como a otros medios; costos económicos y costos laborales; pérdida de

energía; insustentabilidad; e incompatibilidad con otros sistemas de manejo de residuos. Las dioxinas son el contaminante más conocido asociado a los incineradores. Causan una gran variedad de problemas en la salud, incluyendo cáncer, daños al sistema inmunológico, y problemas reproductivos y en el desarrollo. Las dioxinas se biomagnifican, lo que significa que pasan a través de la cadena alimentaria desde la presa al predador, concentrándose en los productos a base de carne y lácteos y, finalmente, en los humanos. Las dioxinas son de particular interés porque están por todas partes presentes en el medio ambiente (y en los humanos) a niveles que han demostrado causar problemas en la salud, lo que implica que la población entera está sufriendo sus efectos ahora. En todo el mundo, los incineradores son la fuente primaria de dioxinas. Los incineradores son también una fuente principal de contaminación con mercurio. El mercurio es una poderosa neurotoxina, que deteriora las funciones motoras, sensoriales y cognitivas, y la contaminación con mercurio está esparcida. Los incineradores son también una fuente significativa de otros metales pesados contaminantes, como el plomo, cadmio, arsénico, cromo y berilio. Otros contaminantes de interés emitidos por los incineradores incluyen a otros hidrocarburos halogenados (que no son las dioxinas); gases ácidos, precursores de la lluvia ácida; efluentes particulados, que deterioran las funciones pulmonares; y gases del efecto invernadero. Sin embargo, la caracterización de las emisiones contaminantes de los incineradores se halla aún incompleta, y muchos compuestos aún no identificados están presentes en las emisiones al aire y en las cenizas.

El Convenio de Estocolmo, si bien no prohíbe la incineración, introduce severas restricciones para su uso. Cuatro de los 12 químicos que el Convenio toma como objetivo son productos no intencionales derivados de la incineración, y el Convenio llama a su continua minimización y eliminación. El Convenio de Estocolmo habla, significativamente, de descargas totales, no sólo emisiones al aire, y llama claramente a los países a prevenir la formación - no sólo la descarga- de estos químicos. Ya que la formación de esos cuatro químicos resulta inevitable en la incineración, esta medida emite una clara señal de que el fin de la incineración está marcando su hora.

#### b) Neutralización

Un sinnúmero de descargas industriales ocurren en condiciones de acidez o alcalinidad que son incompatibles con las normas de descarga o con los procesos biológicos o físico químicos posteriores. En particular, los **Sistemas biológicos requieren un pH entre 6.5 y 8.5 y además Producen CO<sub>2</sub>**.

Para procesos biológicos, el grado de **pre-neutralización** requerido es una función de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y del contenido de alcalinidad o de acidez (capacidad de producción o de consumo de ácido, que es distinto del pH).

#### Procesos típicos de neutralización

Mezclar efluentes ácidos y alcalinos en un equalizador y disponer de alguna capacidad de retención de cargas fuertes en ácido o álcali. Si la actividad industrial del caso genera desechos tanto ácidos como alcalinos, se deben utilizar tanto la acidez como la alcalinidad excedentes para producir un efluente neutro.

**1. Neutralizar ácidos en lechos de caliza**: La caliza se da en forma natural como piedras y tal nombre se refiere al carbonato de calcio; la disolución del carbonato genera alcalinidad. Los lechos pueden ser tanto de flujo ascendente como descendente, la tasa de carga de diseño sin información adicional de laboratorio

es del orden de los  $4 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / (\text{min} \times \text{m}^2)$ ; esta tasa está definida por las constantes de la caliza y por el tiempo de residencia típico de neutralización de caudales ácidos del tipo industrial.

Si hay ácido sulfúrico, la concentración de ácido no debiera exceder un 0.6% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  para no formar una capa excesiva de  $\text{CaSO}_4$  (no reactiva) y se debe vigilar que la evolución de  $\text{CO}_2$  no sea excesiva (pues produce un efecto tampón).

2. Mezcla de ácidos con lodos de cal: Se suele llamar "cal" al hidróxido de calcio, también citado como "cal viva", la "cal apagada" es el óxido de calcio. El grado de neutralización dependerá del tipo de cal utilizada. Si hay una fracción magnésica, la reacción de neutralización es muy rápida y llega a pH bajo 4.2, el diseño depende de la curva de titulación de la cal a utilizar.

La reacción de la cal se acelera como muchas otras por calor y por agitación física. En sistemas altamente reactivos, se requieren unos diez minutos. La cal se utiliza en lodos del 8 a 15 %.

Otros agentes neutralizantes (alcalinos) típicos son el  $\text{NaOH}$ , el  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  o el  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

3. Residuos alcalinos: también llamados *básicos*. Se puede utilizar cualquier ácido fuerte. Por consideraciones prácticas, la elección se limita a considerar el ácido sulfúrico (en la máxima dosis tolerable sin exceder la norma de descarga de sulfatos) y el ácido clorhídrico (para completar la neutralización). La reacción es prácticamente instantánea, pero el grado de mezcla **no es instantáneo**.

Si se dispone de gases de combustión con  $\text{CO}_2$  en el orden del 14%, se puede burbujear este gas en la solución alcalina. El  $\text{CO}_2$  establece un equilibrio con gas carbónico,  $\text{HCO}_3^-$  cuya capacidad ácida se utiliza para neutralizar la carga alcalina. La reacción es naturalmente más lenta que la de los ácidos fuertes en fase líquida pero suele ser de mucho menor costo y aporta aunque mínimamente al abatimiento de la carga atmosférica de gases invernadero.

### c) Evaporación

1. Evaporación-secado: Las operaciones de evaporación y secado de disolventes orgánicos presentan el riesgo de desprendimiento de vapores tóxicos o inflamables. Para su prevención se debe actuar como se indica a continuación: Efectuar la operación en el interior de una vitrina o utilizar un evaporador rotatorio o rotoevaporador. Si el suministro de calor mediante una estufa es indispensable, se utilizará una que esté ventilada, disponga de sistema de aspiración de vapores y se trabajará siempre a temperaturas moderadas, asegurándonos que en ningún punto del interior o exterior de la estufa se pueda sobrepasar el punto de auto inflamación. La evaporación de un producto húmedo de un líquido volátil se puede llevar a cabo en frío.

**Residuos:** Los residuos sólidos o líquidos que se generan en estas operaciones se depositarán en los contenedores de residuos correspondientes.

## 10. Bibliografía

### a) Normas aplicadas en preparación de soluciones, análisis, seguridad y control de los residuos generados

1. NOM-001-STPS-2008: Edificios locales, Instalaciones y Áreas de los centros de trabajo condiciones de seguridad.
2. NOM-010-STPS-2003: Establece las disposiciones de compatibilidad y segregación, para almacenamiento transporte de sustancias, materiales residuos peligrosos.
3. NOM-017-STPS-2001: Relativa al equipo de protección, selección, uso y manejo de los centros de trabajo.
4. NOM-018-STPS-2000: Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
5. NOM-026-STPS-2008: Colores y señalamientos de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
6. NOM-054-SEMARNAT-1993: Establece el procedimiento para determinar la Incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana nom-052-ecol-1993
7. NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las Características, el procedimiento de Identificación, clasificación y los Listados de los residuos peligrosos.
8. NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
9. NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida.
10. NMX-AA-003-1980 Métodos de muestreo de aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
11. NMX-AA-014-1980 Cuerpos Receptores Muestreo.
12. NMX-AA-089/1-1986 Protección al ambiente – Calidad de Agua – Vocabulario.
13. NMX-AA-115-SCFI-2000 Análisis de Agua Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos.
14. Color (NMX-AA-045-SCFI-2001) Determinación de color Platino Cobalto en aguas Naturales, Residuales y Residuales Tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA-045-1981)
15. SE, Norma Mexicana "Análisis de aguas. Determinación de pH – método de prueba". NMX-AA-008-SCFI-2000.
16. SE, Norma Mexicana "Determinación de la conductividad electrolítica - - método de prueba". NMX-AA-093-SCFI-2000.
17. NMX-AA-005-SCFI-2000 Determinación de Grasas y Aceites por el método de Extracción Soxhlet.
18. NMX-AA-039-SCFI-2001 Determinación de SAAM en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas.
19. NMX-AA-028-SCFI-2001; Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en Aguas Naturales, Residuales y Residuales tratadas.
20. NMX-AA-012-SCFI-2001 Determinación de Oxígeno disuelto en aguas naturales, Residuales y Residuales tratadas.
21. NMX-AA-044-SCFI-2001 Análisis de aguas potable, residuales y residuales tratadas métodos de prueba (cancela a la NMX-AA-044-1981) Waters Analisis Determination of Hexavalent Chromium in Natural, Drinking, Wastewaters and Wastewaters Treated Test Method.
22. NORMA Oficial Mexicana. NMX-AA-026-SCFI-2001 "Determinación de Nitrógeno Total Secretaria de Industria y Comercio.

23. NORMA Oficial Mexicana. NMX-AA-029-SCFI-2001 "Determinación de Fósforo. Así como el aviso de la declaratoria de vigencia.
24. NMX-AA-036-1980 para carbonatos, bicarbonatos y los cloruros con la Norma NMX-AA-073-1981.

**b) Documental**

1. Oficina Internacional del Trabajo (OIT). 2000. Seguridad en la utilización de productos químicos en el trabajo. Reporte de recomendaciones prácticas de la OIT. Contribución al programa Internacional PNUMA/OIT/OMS. Alfaomega, S. A. Impreso en Colombia.
2. Navarrete López M., Manrique Javier E. "Aforo y muestreo de Aguas Residuales" Curso Agosto 1996
3. American Health Association. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 14 Edit.
4. Método D 3921 – 85, "Standard Test Method for oil and grease and Petroleum Hydrocarbons in Water", American Society for Testing and Materials, USA, ASTM Committee on Standards, Philadelphia PA, 1994 pp. 58 – 62.
5. Método 5520 E "Soxhlet Extraction Method". Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, USA, American Public Health Association (APHA), Washington, DC20005, 19th Edition 1995, pp 5 – 34.
6. NORMA Oficial Mexicana. "Determinación de la Demanda Química de Oxígeno en el Agua", DGA-AA-BO 1976 (1) Diario Oficial de la federación 1976 poder ejecutivo, Secretaría de Industria y Comercio.
7. APHA-AWWA-WPCF "Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales" Edita. Díaz de Santos S.A. Madrid España 1992.
8. R. S. Ramallo.- Tratamiento de aguas residuales, Edit. Reverte S.A. 1991.
9. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial; Curso MUESTREO Y ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS DE AGUAS RESIDUALES 1992.
10. T.R. Dikson Química Enfoque Ecológico, Edit LIMUSA, 1992.
11. M.A. Pelazar, R.A. Prid y E.C.S. Chan. Edit. Mac Graw Hill 1982.
12. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York "Manual de Tratamiento de Aguas" Edit. LIMUSA 1995.
13. Los sulfatos ( $SO_4$ ) se determinaron con él método gravimétrico y evaluando a él azufre que está contenido en forma de sulfatos.
14. D1126-89 (Reapproved. 1992) Standard test method for hardness in water American Society for Testing and materials, USA ASTN Committee on Standards, Philadelphia P. A. 1994.
15. Seguridad e Higiene del Trabajo, Técnicas de Prevención de riesgos laborales, Cortes Díaz José María, 9ª edición actualizada, Editorial Tébar S.L., ISBN: 978-84-7360-255-6.
16. Tratado de Seguridad e Higiene, Emilio Montes Paños, Universidad Pontificia de Comillas, ISBN: 84-87840-17-5

## **11. Anexos**

**Estrategias de compatibilidad y segregación para el almacenamiento. Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2003.** Establece las disposiciones de compatibilidad y segregación para almacenamiento transporte de sustancias, materiales residuos peligrosos.

**Estrategias de seguridad para determinar incompatibilidad de residuos peligrosos Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993.**

**NOM-054-SEMARNAT-2005:** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, así como la Norma Oficial Mexicana NOM-005-SCT2/1994 que hace referencia a información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

- Formato de Pre-diagnóstico para los Residuos Químicos Generados en los Laboratorios.
- Formato Bitácora para los Residuos Químicos Generados en los Laboratorios.
- Normas más importantes que se aplican en la Seguridad de los Laboratorios.
  - NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de Seguridad.
  - NOM-017-STPS-1993, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
  - NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
  - NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
  - NOM-054-SEMARNAT-1993, Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana 052.



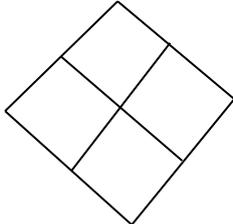
Apéndice A	Nombre de la Sustancia			Punto de Encendido (Flash Point) (°C)	Punto de Ebullición (°C)	Incompatibilidades
	<p><b>YODO (CAS: 7553-56-2)</b> Extremadamente irritante al contacto directo, pudiendo ocasionar quemaduras severas. Los vapores son extremadamente irritantes y corrosivos para los ojos y tracto respiratorio. El yodo causa efectos en el desarrollo fetal de animales. Cristales color violeta, de olor desagradable. Presión de vapor 0.3 mmHg a 20° C. No combustible.</p>	CPT CIPS	0.1 ppm 10ppm		NO COMBUST	185
<p><b>ISOAMÍLICO ALCOHOL (3 METIL 1 BUTANOL) (CAS: 123-51-3)</b> Vapores irritantes para los ojos y tracto respiratorio. Depresor del SNC a altas concentraciones. Líquido incoloro, con olor irritante similar al alcohol. Presión de vapor 2 mmHg a 20° C. Flamable.</p>	CPT CIPS	100 ppm 8,000 ppm		45.1	132	Agentes oxidantes Reductores fuertes Trisulfuro de hidrogeno
<p><b>ISOBUTÍLICO ALCOHOL (2 METIL 1 PROPANOS) (CAS: 78-83-1)</b> Depresor del SNC a altos niveles. Líquido incoloro. Presión de vapor 9 mmHg a 20° C. Flamable.</p>	CPT CIPS	50 ppm 8,000 ppm		27.5	108	Agentes oxidantes. Ácidos inorgánicos y aldehídos. Isocianatos.
<p><b>ISOPROPÍLICO ALCOHOL (ISOPROPANOL , 2 PROPANOL) (CAS: 67-63-0)</b> Los vapores producen leve irritación de ojos y tracto respiratorio. La exposición a altas concentraciones puede producir depresión del SNC. Su olor e irritación son buenas señales de precaución. Presión de vapor 33 mmHg a 20° C. Flamable.</p>	CPT CIPS	400 ppm 12,000 ppm		11.7	82.5	Cloruro de acetilo  Agentes oxidantes
<p><b>METANOL (CAS: 67-56-1)</b> Ligeramente irritante para los ojos y la piel, se absorbe POR CUALQUIER VÍA, PERO principalmente gastrointestinal (ingestión). Los metabólicos tóxicos son formaldehído y formiatos. Depresor del SNC. Produce dolor de cabeza, náusea, dolor abdominal, acidosis metabólica, también puede provocar neuropatía óptica. Líquido incoloro. Flamable.</p>	CPT CIPS	200 ppm 25,000 ppm		12	64.7	Bromo Perclorato de plomo Nitrito mercúrico Oxidantes fuertes Ácidos orgánicos o — minerales fuertes. Bases Fuertes

### 11.3 Contenido de hoja de seguridad.

Ejemplos de Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas (HDS), que deben ser entregadas por las empresas que surten reactivos a los laboratorios.

#### Contenido de Hoja de seguridad de una sustancia química peligrosa: ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

FECHA DE ELABORACIÓN		FECHA DE REVISIÓN		NOMBRE DE LA EMPRESA	
<b>SECCIÓN I: DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUÍMICA</b>					
1. NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR:			2. EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A:		
3. DOMICILIO COMPLETO:					
CALLE	No. EXT.		COLONIA	C.P.	
DELG./MUNICIPIO	LOCALIDAD O POBLACIÓN		ENTIDAD FEDERATIVA		
<b>SECCIÓN II: DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUÍMICA</b>					
1. NOMBRE COMERCIAL			2. NOMBRE QUÍMICO		
3. PESO MOLECULAR			4. FAMILIA QUÍMICA		
5. SINÓNIMO			6. OTROS DATOS Formula:		
<b>SECCIÓN III: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA QUÍMICA O COMPONENTE RIESGOSO</b>					
1. % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES		2. No. CAS	3. No. UN	4. CANCERIGENO O TERATOGENICOS	
5. LIMITE PERMISIBLE DE CONCENTRACIÓN		6. IPVS	7. GRADO DE RIESGO:		
			7.1 SALUD	7.2 INFLAMABILIDAD	7.3 REACTIVIDAD
<b>SECCIÓN IV: PROPIEDADES FÍSICAS</b>					
1. TEMPERATURA DE FUSIÓN, °C:			2. TEMPERATURA DE EBULLICIÓN, °C:		
3. PRESIÓN DE VAPOR, mmHg A 20°C:			4. DENSIDAD RELATIVA:		
5. DENSIDAD DE VAPOR (AIRE=1):			6. SOLUBILIDAD EN AGUA, G/ML:		
7. REACTIVIDAD EN AGUA:			8. ESTADO FÍSICO, COLOR Y OLOR:		
9. VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN (BUTIL ACETONA=1):			10. PUNTO DE INFLAMACIÓN:		
11. TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN (°C):			12. PORCIENTO DE VOLATILIDAD, %:		
13. LIMITE DE INFLAMABILIDAD (%):					
INFERIOR:			SUPERIOR:		
<b>SECCIÓN V: RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSIÓN</b>					
1. MEDIO DE EXTINCIÓN:					
NIEBLA DE AGUA	ESPUMA	HALON	CO <sub>2</sub>	POLVO QUÍMICO SECO	
2. EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCIÓN (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO:					
3. PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO:					
4. CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSIÓN NO USUALES:					
5. PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN:					

SECCIÓN VI: DATOS DE REACTIVIDAD		
1. SUSTANCIA		2. CONDICIONES A EVITAR
ESTABLE	INESTABLE	
3. INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR):		
4. DESCOMPOSICIÓN DE COMPONENTES PELIGROSOS:		
5. POLIMERIZACIÓN PELIGROSA:		6. CONDICIONES A EVITAR:
PUUEDE OCURRIR	NO PUEDE OCURRIR	
SECCIÓN VII: RIESGOS PARA LA SALUD		
VIAS DE ENTRADA	SINTOMAS DEL LESIONADO	PRIMEROS AUXILIOS
1. INGESTIÓN ACCIDENTAL	El producto causa quemaduras y ulceraciones del tracto-gastrointestinal. Puede causar lesiones severas cómo perforación gástrica y peritonitis.	De a ver inmediatamente agua, seguida con leche de magnesia. Solicite atención médica de Inmediato. <b>No induzca el vomito</b> (No se dispone de antídoto específico).
2. CONTACTO CON LOS OJOS	Causa daños irreversibles y posiblemente ceguera. Los vapores o nieblas son extremadamente irritables a los ojos.	Lavar suavemente con agua Corriente durante 15 minutos Abriendo ocasionalmente los párpados. Solicitar atención médica de inmediato.
3. CONTACTO CON LA PIEL	Este producto es extremadamente Irritante para la piel, causa quemaduras y carbonización de la piel y una fuerte y dolorosa reacción exotérmica.	Lavar suavemente con agua Corriente durante 15 minutos al mismo tiempo quitarse la ropa contaminada y calzado. Solicite atención médica.
4. ABSORCIÓN	No identificado	No se dispone de información.
5. INHALACIÓN	Irritación en la vías tracto-respiratorias Puede causar bronconeumonía y Edema pulmonar.	Traslade a un lugar con ventilación adecuada, si respira con dificultad suministrar oxígeno. <b>Si NO</b> respira inicie la respiración artificial. Solicite atención médica.
6. SUSTANCIA QUÍMICA CONSIDERADA COMO CANCERÍGENA: STPS (INST. No. 10) SI _____ NO _____ OTROS _____ SI _____ NO _____ ESPECIFICAR		
SECCIÓN VIII: INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES		
SECCIÓN IX: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		
1. ESPECIFICAR TIPO:		
2. PRACTICAS DE HIGIENE:		
SECCIÓN X: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTACIÓN (de acuerdo con la reglamentación ecológica)		
Material clasificado como:		
UN:		
Envase y embalaje:		
NFPA:		
Referencia:		
SECCIÓN XI: INFORMACIÓN ECOLÓGICA (de acuerdo con los reglamentos ecológicos)		
Eco-toxicidad:		
SECCIÓN XII: PRECAUCIONES ESPECIALES		
1. DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO:		
2. OTRAS:		