



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TITULO**

Normas de Bioseguridad para los laboratorios del Centro de Investigación y Estudios  
en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA.

**AUTORES**

Br. Avendaño Hernández Hever Francisco

Br. González Loáysiga Keylin de los Angeles

Br. Mendoza López Elmo Rodrigo

**TUTOR**

Ing. Marbel Evaristo Gutiérrez Martínez

**Managua, 06 de Julio de 2012**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**AVENDAÑO HERNANDEZ HEVER FRANCISCO**

Carne: **2005-21187** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los nueve días del mes de Noviembre del año dos mil once.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
**Secretario de Facultad**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**GONZÁLEZ LOAYSIGA KEYLIN DE LOS ANGELES**

Carne: **2007-21472** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de Octubre del año dos mil once.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
Secretario de Facultad





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**MENDOZA LOPEZ ELMO RODRIGO**

Carne: **2007-22387** Turno **Diurno** Plan de Estudios **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los seis días del mes de Octubre del año dos mil once.

Atentamente

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez  
Secretario de Facultad





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**DECANATURA**


**A:** Brs. Hever Francisco Avendaño Hernández  
Keylin de los Angeles González Loáysiga  
Elmo Rodrigo Mendoza López

**DE:** Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA** Lunes 10 de Octubre de 2011

Por este medio hago constar que su trabajo de Investigación Titulado **“Manuales de Bioseguridad para los Laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA”**. Que Contara con el Ing. Ramón Alberto Morgan Espinoza, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,

  
Ing. Daniel Cuadra Horney  
Decano



Cc: Archivo

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 • Tel.: 2249-6437 • 2248-6879 • 2251 8271 • 2251 8276  
Telefax: 2240 1653 • 2249 0942



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Tecnología de la Industria

**DECANATURA**

**A:** Brs. Hever Francisco Avendaño Hernández  
Keylin de los Angeles González Loáysiga  
Elmo Rodrigo Mendoza López

**DE:** Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA** Lunes 23 de Enero de 2012

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado "**Manuales de Bioseguridad para los Laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA.**". Que contara con el Ing. Ramón Alberto Morgan Espinoza, como profesor guía ha sido aprobado para el lunes 23 de abril de 2012.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Horney  
Decano



Cc: Archivo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Tecnología de la Industria

**DECANATURA**


**A:** Brs. Hever Francisco Avendaño Hernández  
Keylin de los Angeles González Loáysiga  
Elmo Rodrigo Mendoza López

**DE:** Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA** Miércoles 22 de Febrero de 2012

Por este medio hago constar que se ha aceptado cambio de tutor de trabajo de Investigación Titulado **"Manuales de Bioseguridad para los Laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA"**. Que Contara con el Ing. Marbel Gutiérrez Martínez, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,

  
Ing. Daniel Quadra Horney  
Decano



Cc: Archivo





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Tecnología de la Industria

**DECANATURA**


**A:** Brs. Hever Francisco Avendaño Hernández  
Keylin de los Angeles González Loáysiga  
Elmo Rodrigo Mendoza López

**DE:** Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA** Jueves 22 de marzo de 2012

Por este medio hago constar que se ha aprobado el cambio de tema Monográfico titulado **“Manuales de Bioseguridad para los Laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA”**, a Titulado **“Normas de Bioseguridad para los Laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA”**. Que Contara con el Ing. Marbel Evaristo Gutiérrez Martínez, como profesor guía, ha sido aceptado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,

  
Ing. Daniel Cuadra Horney  
Decano



Cc: Archivo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Tecnología de la Industria

**DECANATURA**

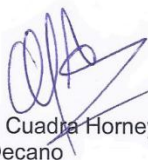
**A:** Brs. Hever Francisco Avendaño Hernández  
Keylin de los Angeles González Loáysiga  
Elmo Rodrigo Mendoza López

**DE:** Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA** Martes 17 de abril de 2012

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Títulado **“Normas de Bioseguridad para los Laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA.”**. Que contara con el Ing. Marbel Gutiérrez Martínez, como profesor guía ha sido aprobado para el viernes 24 de agosto de 2012.

Cordialmente,

  
Ing. Daniel Cuadra Horney  
Decano



Cc: Archivo

Managua, 25 de junio del 2012

Ing. Daniel Cuadra Horney.  
Decano.  
Facultad de Tecnología de la Industria.  
Sus manos.

El motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que he revisado el trabajo monográfico titulado "**Normas de Bioseguridad para los laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA**" el cual considero que cumple con los requisitos solicitados por la facultad y por consiguiente ser presentado y defendido ante el jurado que usted designe.

Los alumnos que estuvieron a cargo de la elaboración de la monografía son:

<b>Br. Avendaño Hernández Hever Francisco</b>	2005-21187
<b>Br. González Loaysiga Keylin de los Angeles</b>	2007-21472
<b>Br. Mendoza López Elmo Rodrigo</b>	2007-22387

Sin más que hacer mención me despido de usted.  
Atentamente.



Msc. Marbel Evaristo Gutiérrez Martínez.

Docente de UNI-FTI

C.c Archivo.

Carta de la empresa que aval la monografía

**Agregar el logo de la empresa e imprimir en hoja membretada**

Ing. Daniel Cuadra Horney

Decano de la Facultad de

Tecnología de la Industria

**Universidad Nacional de Ingeniería**

Sus manos.

Por este medio le comunico que los egresados de la carrera de ingeniería industrial:

Br. Avendaño Hernández Hever Francisco      **2005-21187**

Br. González Loáysiga Keylin de los Angeles      **2007-21472**

Br. Mendoza López Elmo Rodrigo      **2007-22387**

Han elaborado su estudio monográfico en higiene del trabajo delimitado al tema **"Normas de Bioseguridad para los laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA"** Aplicado a esta empresa, durante los meses de octubre del año 2011 a abril del 2012.

Esta monografía representa un aporte significativo para la empresa, ya que nuestro mayor énfasis es resguardar la salud y seguridad de las y los trabajadores y alcanzar estándares de calidad de acuerdo a los parámetros legales vigentes por las instituciones reguladoras de la materia como son **MITRAB** e **INSS**.

Esperando siempre la colaboración de la facultad en las distintas áreas de aportación. Me despido deseando cada día el desarrollo, superación y crecimiento, tanto en aspectos económicos, sociales y morales para dar a nuestro país las alternativas de solución viables para su desarrollo industrial.

---

PhD. Ing. Leonel Plazaola

VRID-UNI

**Cc. Lic. Francisco Ramírez, Coordinador Laboratorios.**

**MsC. Eida Escobar, Rep. Laboratorio de Microbiología**

**MsC. Sagrario Espinal, Secretaria académica**

**Archivo.**

## **Dedicatoria**

### **El presente trabajo es dedicado a**

**Dios:** Que nos ha regalado la vida, salud, Sabiduría, conocimiento, paciencia y perseverancia para iniciar y finalizar nuestra carrera de ingeniería industrial.

**Familia:** Es imprescindible mencionar a nuestros padres y a todos nuestros familiares, porque nos apoyaron no solo económicamente sino también de forma emocional. Nos escucharon, aconsejaron, aportaron ideas y en algunos casos brindaron las alternativas de solución. Estuvieron en momentos de felicidad, tristeza, aflicción y problemas, pero siempre funcionaron como el motor motivador, para lograr alcanzar la meta.

**Personal de CIEMA/PIENSA:** Dirección administrativa de los laboratorios de CIEMA/PIENSA por confiar en nosotros como profesionales para elaborar las normas de bioseguridad en sus laboratorios y a todos los responsables de los laboratorios, analistas y auxiliares, por estar siempre dispuestos a compartir experiencias, información, paciencia para explicar los procedimientos de trabajos y todo lo que técnicamente se necesitaba para el desarrollo del documento.

**Ing. Ramón Alberto Morgan:** Dedicado a la memoria del Ing. Ramón Alberto Morgan (q.e.p.d) quien fue el que consiguió el tema de monografía a través de sus gestiones y contactos con las autoridades de CIEMA/PIENSA, también nos dedicó parte de su tiempo para la revisión del protocolo y orientación en el sucesivo desarrollo de la monografía.

**Ing. Marbel Evaristo Gutiérrez Martínez:** Por haber aceptado ser nuestro tutor, compartir con nosotros sus conocimientos, realizar una revisión exhaustiva de cada capítulo y por exigirnos al máximo para hacer de esta monografía un documento, que sirva de ejemplo a evaluadores químicos y biológicos y a futuros ingenieros industriales desarrollados en este campo.

**Ing. Maribel Medrano:** Quien compartió con nosotros documentación específica sobre evaluación de riesgos químicos, y por el tiempo que dedicó en la revisión de este capítulo.

## Resumen ejecutivo

El Centro de Investigaciones y Estudios de Medio Ambiente CIEMA/PIENSA funciona como una empresa que garantiza los análisis físico, químico y biológico de aguas residuales, naturales y potables con el objetivo de contribuir al desarrollo humano sostenible del país y la región. Una labor específica es el análisis del aire para garantizar la calidad de respiración en los puestos y zonas de trabajo.

El presente documento contiene los resultados del estudio “**Normas de Bioseguridad en los laboratorios del CIEMA/PIENSA**”, el tiempo de recopilación de la información, análisis y observación directa, comprende los meses entre Octubre de año 2011 y Abril de 2012. Se tomó como referencia los inventarios de reactivos, procedimientos normalizados de operación y valoración de la situación actual de los laboratorios.

La identificación de las hojas de seguridad de cada uno de los reactivos químicos presentes en los diferentes laboratorios permitió la clasificación de las sustancias peligrosas e identificación de los peligros químicos.

De las sustancias peligrosas se reconoce la descripción específica, grado de peligrosidad y disposición final para el almacenaje. Se diseñó un **software** que presenta de forma clara y eficiente a los diferentes usuarios de cada laboratorio los **nombres de los reactivos**, el **rombo NFPA** y todos los procedimientos normalizados de operación (**PNO**), utilizados para ejecutar de forma segura y conveniente las actividades concernientes a cada análisis.

A través de la **identificación de peligros** se lograron contabilizar **veintitrés (23) peligros por total**, caracterizándose **veinte (20)** ocasionados **por agentes químicos** y **tres (3)** ocasionados **por agentes biológicos**. La forma de penetración al cuerpo receptor es a través de la **vía dérmica (contacto)** e **inhalación**, los **agentes químicos** subsisten por contaminantes **sólidos**, **líquidos** y **gases**, los **factores biológicos** subsisten por la presencia de **bacterias**.

En la determinación de la estimación del riesgo, se valoró a los procedimientos **aceites y grasas, fósforo total, nitrógeno total, dióxido de nitrógeno, arsénico y extracción de plaguicidas** (organofosforado en agua), como los procedimientos de mayor riesgo químico, debido a la manipulación de reactivos químicos y procesos que permiten el surgimiento del mismo, todos presentan hasta dos peligros asignados a cada análisis.

Por medio de las hojas de seguridad de cada uno de los reactivos químicos presentes en los laboratorios de CIEMA/PIENSA, se identificaron los prejuicios a la salud<sup>1</sup>; de estos se destacan los **peligros químicos** que podrían ocasionar daños al tracto respiratorio, mucosas y pulmones si subsisten por **inhalación**, quemaduras en manos y antebrazos, **contacto** con reactivos químicos corrosivos, inflamables y nocivos.

Los peligros biológicos pueden generar daños al sistema digestivo como diarreas severas y alteración de los coliformes que normalmente posee el cuerpo, las mismas bacterias pueden generar la degradación de la piel si llegasen a albergarse en heridas o poros abiertos (vía parenteral).

Para dar pautas significativas en la prevención, se establecieron, **Normas de bioseguridad para el almacenamiento de reactivos químicos, normas para atenuar los peligros químicos y biológicos y normas según el nivel de bioseguridad asignado.**

Se asignaron los niveles de bioseguridad I y II a los laboratorios de CIEMA/PIENSA. Según los parámetros establecidos los patógenos y bacterias presentes pertenecen al grupo de riesgo I y II, ambos entrañan riesgo individual moderado y riesgo para el colectivo bajo o inexistente. El **laboratorio que más deficiencia presenta** según el nivel I es el laboratorio **Físico-químico**, y en el nivel de bioseguridad II remarca su inconformidad en el parámetro de evaluación "**laboratorio**" para el laboratorio de Microbiología.

---

<sup>1</sup> Ver anexo N°54 resumen de la evaluación de riesgos.

## Introducción

Considerando el potencial riesgo ocupacional al que se expone el personal que trabaja en laboratorios, ya sea por la manipulación de reactivos químicos o de muestras con microorganismos patógenos, se hace indispensable establecer Normas de Bioseguridad dirigidas a prevenir y mantener el control de los factores de riesgos procedentes de agentes químicos y biológicos.

El propósito de esta investigación es que todo el personal que labora en los distintos laboratorios de CIEMA/PIENSA aplique en todo momento las normas de bioseguridad y se apropie de ellas para regir su comportamiento desde el momento en que se toman las muestras<sup>2</sup> en las industrias, plantas de tratamiento, lagos, lagunas, ríos, presas, etc., durante el personal se encuentra en el laboratorio<sup>3</sup> realizando sus procedimientos y hasta la finalización del análisis.

Las normas de bioseguridad inician con el proceso de clasificación de las sustancias peligrosas, posteriormente se lleva a cabo la identificación de riesgos químicos y biológicos presentes en cada procedimiento, y a partir de este reconocimiento se designa las normas y niveles de bioseguridad.

Sin embargo la bioseguridad establece, que deben existir un mínimo de riesgos para disminuir la ocurrencia de accidentes, y por lo tanto, plantea la importancia de la colaboración de todo el personal, en cuánto a cambiar sus hábitos de trabajo y sobre todo que tengan el conocimiento del peligro.

El tema de Bioseguridad se considera tan importante por el conocimiento que brinda sobre los riesgos a los que están sometidos el personal de los laboratorios, lo que permite el desarrollo de una cultura de prevención que es imprescindible para la aplicación exitosa de las normas de bioseguridad.

---

<sup>2</sup> Se aplican las normas de bioseguridad al momento ANTES de la jornada laboral.

<sup>3</sup> Aplican las normas de bioseguridad al momento DURANTE la jornada laboral.



## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Elaborar normas de bioseguridad para los laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar la situación actual de los laboratorios en materia de higiene laboral, enfatizando en los peligros químicos y biológicos.
- Clasificar los reactivos que se utilizan en los laboratorios de CIEMA/PIENSA según sus propiedades peligrosas, estableciendo así normas para el almacenamiento y software para el manejo rápido de documentación.
- Realizar una evaluación de riesgos químicos y biológicos para cada uno de los procedimientos normalizados de operación en el análisis de las muestras en los laboratorios, desarrollando así normas de bioseguridad que disminuyan el peligro.
- Asignar el nivel de bioseguridad correspondiente a cada laboratorio.

## Alcance

Para definir el alcance de esta monografía es necesario especificar que dentro de la bioseguridad se va a realizar una evaluación de riesgos químicos y biológicos para los laboratorios de CIEMA/PIENSA, si están presentes riesgos físicos, ergonómicos y psicosociales pero son analizados en un trabajo aparte.

Debido a las actividades y características propias de los laboratorios de CIEMA/PIENSA los riesgos químicos y biológicos están presentes en mayor medida que los demás, por lo cual es necesario identificar los peligros y tomar medidas dirigidas a reducirlos y eliminarlos para formar un ambiente de trabajo seguro.

La imagen N<sup>o</sup>1 refleja a manera general los riesgos que abarca la bioseguridad, están enmarcados en color rojo, los riesgos que serán estudiados, esto no significa bajo ninguna circunstancia que los puestos de trabajo dentro de CIEMA/PIENSA son libres de los demás riesgos.



Imagen 1. Fuente: Riesgos en operaciones con presencia de gases y vapores de hidrocarburos, elaborado por T.S.U FRANCYS SAEZ.

Para esta monografía es indispensable detallar que para la evaluación de riesgo se apegó a:

- **Evaluación de riesgos impuesta por legislación específica**, en este caso se retoma el acuerdo ministerial JCHG-000-08-09 (**Procedimiento Técnico de Higiene y Seguridad del Trabajo para la Evaluación de Riesgos en los Centros de Trabajo**) estipulado por el MITRAB.
- **Evaluación de riesgos para los que no existe legislación específica pero están establecidas en normas internacionales, europeas nacionales o en guías de organismos oficiales u otras entidades de reconocido prestigio**, en este caso se utiliza la **Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de Riesgos Presentes en los Lugares de Trabajo Relacionados con Agentes Químicos** Real decreto 374/2001 del 6 de Abril, **Guía Técnica para la Prevención y Evaluación de los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos** real decreto 664/1997, de 12 de Mayo.

## **Limitantes**

Se presenta una evaluación de riesgos químicos y biológicos desde el punto de vista cualitativo y el juicio a manera de analista, tomando en cuenta las características peligrosas de los reactivos según su hoja de seguridad, el tipo de análisis a realizar, incidentes y accidentes ocurridos en el laboratorio.

En ningún momento se realizó mediciones para conocer el nivel de exposición de los analistas a un reactivo en específico, en el caso de que exista exposición de inhalación, no se especifican los valores límites ambientales (VLA).

En todo caso los valores medibles serían Valor Límite Ambiental para la Exposición Diaria (VLA-ED), Valor Límite Ambiental para Exposiciones de Corta Duración (VLA-ECD), Valor Límite Biológico (VLB), esto no se llevó a cabo por los altos costos de muestreo, escasos y especificidad de los instrumentos.

## **Justificación**

La presencia de factores de riesgos laborales en el caso particular de riesgos químicos y biológicos supone enfermedades ocupacionales; así como la propagación de las mismas, sin embargo la aplicación de normas de bioseguridad destinadas a controlar los factores de riesgos aseguran que los procedimientos (antes, durante y después) en el laboratorio sean lo suficiente seguros.

Ante las recomendaciones descritas por el INSS y MITRAB en materia de higiene y seguridad para los laboratorios de CIEMA/PIENSA, se estima un plazo de cumplimiento que se extendería hasta Diciembre del año 2011 pero en vista de las circunstancias de trabajo dentro de la institución CIEMA/PIENSA y cantidad considerable de información por procesar, se estipula la ejecución del proyecto normas de bioseguridad, que deberá ser presentado para Junio del año 2012. En conjunto con la Facultad de Tecnología de la Industria para alcanzar la certificación ante estas autoridades.

Se constituyen dos grupos de trabajo asignando a cada uno diferentes tópicos dentro de los cuales se encuentra la elaboración de normas de bioseguridad para los puestos de trabajos en los laboratorios, que tienen por objetivo la construcción y apropiación de una cultura de trabajo seguro dentro del laboratorio, con el fin de evitar los riesgos.

## **Antecedentes**

Por decreto de la Junta de Gobierno del 7 de febrero de 1983 todas las carreras de Ingeniería y Arquitectura que se encontraban dispersas en universidades estatales y privadas, forman la UNI.

Estando como Rector el Ing. Juan Sánchez, se funda (1986) el primer programa especializado en Medio Ambiente denominado Ingeniería Ambiental (INGAM), lo que posteriormente a varias etapas de cambio se constituyó como **Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente (CIEMA)**.

Se inicia con la Maestría en Ingeniería Ambiental, primer postgrado en medio ambiente que se desarrolla en el país, iniciando sus cursos propedéuticos en 1986 y en marzo 1987 la ejecución del primer ciclo académico.

En el marco del Decenio Internacional de Agua y Saneamiento (DIAP) en la década de los años 80' El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) en ese entonces bajo la gestión del Dr. Ottoniel Arguello, motivado por la capacitación especializada en el campo de la ingeniería sanitaria que había estado desarrollando en sus profesionales contratados, diseña el proyecto educativo de la **Maestría en Ingeniería Ambiental** y se encarga del estudio de mercado, diseña el plan de estudio, aprobación ante el CNES<sup>4</sup> y la gestión de la firma del convenio de ejecución con la UNI.

Además aporta aspectos relevantes para definir líneas de investigación y esquema de la estructura necesaria. En éste período fue fundamental el apoyo que brindó el INAA con su personal especializado, así como la asesoría de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

---

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Universidades

En 1986, se concretiza esta idea, se firma convenio con la UNI y el INAA sugiere al MSC. Sergio Vado<sup>5</sup> como Director que estaría a cargo del desarrollo y gestión del postgrado, y la OPS asigna un Master en Ingeniería ambiental como asesor.

La OPS, estando como representante el Dr. Miguel Márquez, financia el fortalecimiento y construcción de toda la infraestructura que funcionara como programa, incluyendo áreas para laboratorio, salas de clase, salas de estudio, sala para profesores e investigadores, cafetería, servicios sanitarios, área para computadoras, centro de documentación y áreas administrativas<sup>6</sup>, etc.

De la UNAN (1985) se traslada un equipo de 4 personas<sup>7</sup>, ubicados en el Laboratorio de agua de la carrera de Ingeniería civil y algunos equipos de laboratorio entre ellos, una incubadora, un contador de colonias, un microscopio, un fotómetro de llama, una balanza, un digestor kjeldall, un equipo de jarras, prácticamente los equipos eran antiguos y en mal estado.

Se unen al esfuerzo de INAA y la OPS, la Universidad Técnica de Delft (Holanda) que dona e instala los laboratorios de Microbiología, Físico-Químico, Procesos Unitarios y Un Cromatógrafo de Gases. A la par, envía un equipo de dos personas de alto nivel para el acompañamiento de la academia.

Posteriormente en el año 1995 se realizan acciones, en el fortalecimiento de Laboratorios, se une Suiza, con el convenio del Proyecto Swiss Contac y se funda el Laboratorio de Aire. En el año 2003 España con el Equipo de Absorción Atómica.

En la actualidad el CIEMA/PIENSA se encuentra en proceso de crecimiento por gestión del personal académico.

Los laboratorios ambientales de CIEMA/PIENSA se dedican a evaluar la calidad **físico química y microbiológica de las aguas naturales y residuales, calidad**

---

<sup>5</sup> Msc. en Ingeniería Sanitaria.

<sup>6</sup> Ver plano en plan de estudio 1997.

<sup>7</sup> Roberto Dávila, Francisco Ramírez, Miguel Bermúdez, Doña Luzmilda (afanadora).

**del aire** en sitios de actividad industrial, comercial y residencial, eficiencia de plantas potabilizadoras y de plantas de tratamientos de **aguas residuales**, así como detectar la presencia de trazas de **contaminantes orgánicos persistentes y metales pesados en aguas y suelos**.<sup>8</sup>

Los servicios proporcionados por estos laboratorios son sumamente delicados y riesgosos producto de la manipulación de reactivos y muestras. Para alcanzar la certificación de sus servicios es necesario, elaboren e implanten programas de seguridad biológica y códigos de prácticas nacionales para la manipulación sin riesgo de microorganismos patógenos y reducir los factores de riesgos propios de su actividad diaria.

Con respecto al tema de higiene y seguridad contenida en la ley 618, estos laboratorios deben de cumplir con distintas recomendaciones, siendo una de estas el tema de bioseguridad en los puestos de trabajo.

Por la naturaleza del trabajo desarrollado en los laboratorios ambientales de CIEMA/PIENSA y en el cumplimiento de las funciones de la dirección de higiene y seguridad industrial el día 18 de Marzo del 2011, se presentó un inspector del instituto de seguridad social (INSS), a realizar una re-inspección en las instalaciones de CIEMA/PIENSA, detectando disposiciones técnicas y organizativas no conformes según la ley 618.

Las autoridades de CIEMA/PIENSA iniciaron a resolver las no conformidades con el objetivo de brindar seguridad a sus trabajadores, visitantes, alumnos, investigadores y entidades lo que ha permitido la elaboración de esta monografía.

---

<sup>8</sup> Laboratorios ambientales CIEMA/PIENSA. Ensayos, Muestreos, Monitoreo y Diagnósticos: agua, aire, suelo. Ver en Anexo N<sup>o</sup>1. Organigrama CIEMA/PIENSA (Manual de Cargos y Funciones Laboratorios Ambientales).



## **Marco teórico**

El trabajo en laboratorios químicos por su naturaleza permite la presencia de elementos nocivos o potencialmente peligrosos proveniente de los reactivos químicos que se utilizan para poder llevar a cabo los procedimientos correspondientes a las diferentes especialidades y tipos de análisis.

Los productos químicos pueden provocar diferentes tipos de efectos: explosiones, incendios, enfermedades, contaminar la atmósfera, etc. Cada producto puede ser capaz de provocar uno o más efectos. No obstante se pueden clasificar, según su peligro en:<sup>9</sup>

- **Productos que originan accidentes** incluye la siguiente clasificación: Inflamables, Muy inflamables, Comburentes u Oxidantes, Explosivos, Corrosivos.
- **Productos o sustancias que producen daños a la salud** incluye la siguiente clasificación: Tóxicos, Muy tóxicos, Nocivos, Sensibilizantes, Irritantes, Cancerígenos, Mutágenos, Tóxicos para la reproducción, Disruptores endocrinos.
- **Productos o sustancias que dañan el medio ambiente** incluye la siguiente clasificación: Ecotóxicos, Contaminantes de las aguas, Contaminantes de suelos, Contaminantes atmosféricos, Persistentes, Bioacumulativos.

La identificación de los peligros presentes en cada situación de riesgo conlleva a retomar la clasificación de los reactivos químicos pero surge la pregunta ¿cómo obtener esta información?, y la respuesta se encuentra en las hojas o fichas de seguridad (FDS) por sus siglas en español o Material Safety Data Sheets (MSDS) por sus siglas en inglés. Las FDS o MSDS se definen como la piedra angular de la comunicación del riesgo químico, es un documento que indica las

---

<sup>9</sup> Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente de Salud. Riesgo químico. Tipos de peligro y su clasificación

## **Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA**

particularidades y propiedades de una determinada sustancia para su adecuado uso.

Esta hoja o ficha contiene las instrucciones detalladas para su manejo y persigue reducir los riesgos laborales y medioambientales. Está pensada para indicar los procedimientos ordenadamente para trabajar con las sustancias de una manera segura. Las fichas contienen información física del producto como, por ejemplo, su punto de fusión, punto de ebullición, estado físico, propiedades físicas etc.; también incluyen su toxicidad, efectos a la salud, primeros auxilios, reactividad, almacenaje, disposición, protección necesaria y en definitiva, todos aquellos cuidados necesarios para manejar los productos peligrosos con seguridad<sup>10</sup>.

Los principales riesgos de los productos químicos, reactivos, soluciones, se encuentran en la hoja de seguridad bajo una clasificación muy especial que por su importancia merece ser mencionado y cuya importancia es vital para la elaboración de las normas de bioseguridad. La constituyen las **“Frases R”** o Frases de Riesgo y **“Frases S”** o Frases de Seguridad.

Las frases R son breves enunciados, expuestos en la etiqueta de envases que contienen sustancias químicas, y que especifican la naturaleza de los riesgos presentes en las sustancias químicas y preparados peligrosos. El contenido de cada una de las frases R no cambia, siempre es el mismo<sup>11</sup>.

Las frases S son breves enunciados, expuestos en la etiqueta de envases que contienen sustancias químicas, y que exponen consejos de seguridad a ser adoptados frente a los riesgos que pueda presentar la sustancia en cuestión. La etiqueta presente en un envase puede contener tanto frases R como frases S. El contenido de cada una de las frases S no cambia, siempre es el mismo.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Ficha de Datos de Seguridad. Wikipedia

<sup>11</sup> Universidad Politécnica de Valencia. Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales

<sup>12</sup> Idem al <sup>9</sup>

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

La teoría explicada ha identificado dónde están los problemas, cuáles son las sustancias peligrosas implicadas y qué peligros representan, sin embargo, se necesita dar un paso más y definir el tipo de riesgo que se deriva de cada situación, y para esto debemos conocer las circunstancias y condiciones de uso que hacen posible el riesgo, es decir, los **factores de riesgo**.

Según la metodología para el desarrollo de las normas de bioseguridad, es necesario tener la documentación necesaria de los procesos, procedimientos de todos los análisis que se realizan en los laboratorios de CIEMA, de igual forma es indispensable registrar información de las visitas realizadas al laboratorio, entrevistas con los analistas, trabajadores y apoyarse de la valiosa información que proveen las hojas de seguridad, frases de riesgo y frases de seguridad.

En el caso particular de los laboratorios de CIEMA/PIENSA, los riesgos químicos están acompañados de riesgos biológicos producto de la manipulación de muestras con microorganismos contaminados, significando que los análisis en estos laboratorios implican riesgos para la salud de los analistas químicos, personal de limpieza y medio ambiente, razones suficientes para establecer normas de bioseguridad dirigidas a prevenir y controlar la exposición a riesgos químicos y biológicos.

El eje central de esta investigación es la bioseguridad por lo que pueden definirse el conjunto de normas preventivas destinadas a mantener el control de factores de riesgo laboral, procedente de agentes biológicos y químicos, logrando la prevención de impacto nocivo frente a riesgos propios de la actividad diaria. Esto asegura que el desarrollo o producto final de dicho procedimiento no atente contra la seguridad de los responsables, analistas, estudiantes y visitantes<sup>13</sup>.

La bioseguridad requiere el establecimiento de normas para realizar los procedimientos dentro del laboratorio, pero se extiende más allá de establecer,

---

<sup>13</sup> Ministerio de Salud. Dirección General de Servicios de Salud. Guía de Bioseguridad para el Manejo de la Influenza. Mayo 2009. Página 2.

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

sino que conjuga un proceso de integración vertical y horizontal de la dirección general junto con los técnicos de laboratorio, para capacitar a todos los que trabajan en el laboratorio y proporcionar conocimientos necesarios de los procedimientos, equipos, tecnología, riesgos, equipos de protección personal, es decir, es un proceso constante de aprendizaje para construir una cultura de seguridad para la manipulación sin riesgo de los reactivos y muestras.

La profesión que se dedica específicamente a la prevención y control de los riesgos originados por los procesos de trabajo es la higiene industrial. Los objetivos de la higiene industrial son la protección y promoción de la salud de los trabajadores, la protección del medio ambiente y la contribución a un desarrollo seguro y sostenible.

En vista de lo mencionado con anterioridad, esta materia hoy en día ha desarrollado amplios programas como la evaluación de riesgos y que para comprender el trabajo y la logística a seguir en la monografía se deben de comprender los siguientes conceptos según el orden de trabajo solicitado por el MITRAB<sup>14</sup>.

**Evaluación de riesgo:** Es el proceso dirigido a estimar la magnitud de los riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el tomador de decisiones de la empresa adopte las medidas que garanticen por sobre todo la salud y seguridad de los trabajadores.

**Exposición:** Es la presencia de uno o varios contaminantes en un puesto de trabajo bajo cualquier circunstancia y donde no se evita el contacto de éste con el trabajador. La exposición va siempre asociada a la intensidad o concentración de estos contaminantes durante el contacto y su tiempo de exposición.

**Factores de riesgo:** Es el elemento o conjunto de ellos que estando presentes en las condiciones del trabajo puedan desencadenar una disminución en la salud del trabajador o trabajadora e incluso la muerte.

---

<sup>14</sup> Acuerdo ministerial JCHG-000-08-09, procedimiento de higiene y seguridad del trabajo para la evaluación de riesgos en los centros de trabajo.

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

**Enfermedad profesional:** Es todo estado patológico derivado de la acción continua de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador preste sus servicios y que provoque una incapacidad o perturbación física, psíquica o funcional permanente o transitoria, aun cuando la enfermedad se detectare una vez terminada la relación laboral.

**Accidente de trabajo:** Es el suceso eventual o acción que involuntariamente, con ocasión o a consecuencia del trabajo, resulte la muerte del trabajador o le produce una lesión orgánica o perturbación funcional de carácter permanente o transitorio.

**Peligro:** Es la Fuente, acto o situación con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades, daño a la propiedad, daño al ambiente de trabajo o la combinación de ellos.

**Riesgo:** Es la probabilidad o posibilidad de que un trabajador (a) sufra un determinado daño a la salud, instalaciones físicas, máquinas, equipos y medio ambiente.

**Lugar de trabajo:** Es todo lugar en que deban estar presentes o que deban acudir las personas trabajadoras en razón de su trabajo y que se encuentra directa o indirectamente bajo el control del empleador.

**Identificación del peligro:** Es el proceso mediante el cual se identifica una condición o acto, capaz de causar daño a las personas, propiedad, procesos y medio ambiente, tomando en cuenta si existe una fuente de daño, quien puede hacerlo y como puede ocurrir.

**Estimación del riesgo:** Es el resultado de vincular la probabilidad que ocurra determinado daño y la severidad del mismo (consecuencia).

**Valoración del riesgo:** Una vez calificado el grado del riesgo, la valoración nos permite decidir si es necesario adoptar medidas preventivas para sustituirlo, evitarlo o reducirlo y, si lo es, asignar la prioridad relativa con que deben implementarse tales medidas. Es un juicio sobre la aceptabilidad de los riesgos.

**Plan de acción:** Definición de acciones requeridas para, prevenir determinado daño a la salud de los trabajadores.

**Mapa de riesgos:** Caracterización de los riesgos a través de una matriz y un mapa, estos se determinaran del resultado de la estimación de riesgos por áreas y puestos de trabajo de las empresas, donde se encuentre directamente e indirectamente el trabajador en razón de su trabajo.

Definido el concepto de riesgo, se puede detallar los conceptos de riesgos químicos y biológicos los cuales es preciso conocer de forma puntual para la investigación. El riesgo químico incluye aquellos elementos y sustancias que, al entrar en contacto con el organismo, bien sea por inhalación, absorción o ingestión, pueden provocar intoxicación, quemaduras o lesiones sistémicas, según el nivel de concentración y el tiempo de exposición<sup>15</sup>.

No obstante el riesgo biológico puede definirse como polvos orgánicos de distintas fuentes de origen biológico, como virus, bacterias, hongos, proteínas animales o sustancias vegetales, como productos de la degradación de fibras naturales. El agente etiológico puede derivarse de un organismo viable o de contaminantes o constituir un componente específico del polvo. Los peligros biológicos se dividen en agentes infecciosos y no infecciosos. Los peligros no infecciosos pueden dividirse a su vez en organismos viables, toxinas biógenas y alérgenos biógenos<sup>16</sup>.

Hasta el momento queda confirmada la importancia de la higiene industrial y la apropiación de normas de bioseguridad para los laboratorios en toda su extensión, ambas sirven como instrumentos para anticiparse a los accidentes, desarrollar y ejecutar planes que permitan la preservación del recurso más valioso e irrecuperable de cualquier empresa, el ser humano.

---

<sup>15</sup> Idem al <sup>3</sup>

<sup>16</sup> Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Higiene Industrial. Identificación de Peligros. Robert F. Herrick. Linnéa Lillienberg. Página 12

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

En relación a lo expresado en párrafos anteriores la identificación de riesgos es una etapa fundamental en la práctica de la higiene industrial, indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control, así como para el establecimiento de prioridades de acción. Un diseño adecuado de las normas de control requiere, asimismo, la caracterización física de las fuentes contaminantes y de las vías de propagación de los agentes contaminantes.

El enfoque de la higiene industrial constituye la base para elaborar normas de bioseguridad en el laboratorio, constituyendo como primera etapa la identificación de riesgos químicos y biológicos que permiten conocer los agentes, que pueden estar presentes y en qué circunstancias, la naturaleza de los mismos y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar.

La identificación de agentes peligrosos, sus fuentes y las condiciones de exposición requiere un conocimiento exhaustivo y un estudio detenido de los procesos y operaciones de trabajo, las materias primas y las sustancias químicas utilizadas o generadas, los productos finales y los posibles subproductos, así como la eventual formación accidental de sustancias químicas, descomposición de materiales, quema de combustibles o presencia de impurezas<sup>17</sup>.

La determinación de la naturaleza y la magnitud potencial de los efectos biológicos que estos agentes pueden causar si se produce una exposición excesiva, exige el acceso a información toxicológica<sup>18</sup>.

Las principales vías de exposición a los agentes químicos y biológicos son la inhalación y la absorción a través de la piel o por ingestión accidental. La pauta de exposición depende de la frecuencia del contacto con los peligros, la

---

<sup>17</sup> Idem al <sup>12</sup>. Página 4

<sup>18</sup> Idem al <sup>13</sup>. Página 4

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

intensidad de la exposición y la duración de la misma. Asimismo, deben examinarse sistemáticamente las tareas que realizan los trabajadores<sup>19</sup>.

Es importante no limitarse a estudiar los procedimientos de trabajo, sino también lo que realmente sucede en el lugar de trabajo. La exposición puede afectar de forma directa a los trabajadores cuando realizan su trabajo, o de forma indirecta, si están situados en la misma zona general que la fuente de la exposición.

Por tanto una vez que se ha finalizado la identificación de riesgo, las normas de bioseguridad se elaboran adquiriendo la información, tomando como referencia los riesgos, puesto que, las normas deben interrumpir de alguna manera la cadena por la cual el agente peligroso, sustancia química, polvo, fuente de energía, se transmite de la fuente al trabajador<sup>20</sup>.

Los aspectos que deben tenerse en cuenta para seleccionar una estrategia y una tecnología de control adecuadas son el tipo de agente peligroso (naturaleza, estado físico, efectos para la salud, vías de entrada en el organismo), el tipo de fuente(s), la magnitud y las condiciones de la exposición, las características del lugar de trabajo y la ubicación relativa de los puestos de trabajo.

Un aspecto importante para establecer las normas de bioseguridad es establecer el nivel de bioseguridad en el que se encuentra cada laboratorio, las designaciones del nivel de bioseguridad se basan en una combinación de las características de diseño, construcción, medios de contención, equipo, prácticas y procedimientos de operación necesarios para trabajar patógenos de los distintos grupos de riesgo.

Según el Anexo VI de la ley general de higiene y seguridad del trabajo (N<sup>o</sup>618) existen 4 niveles de bioseguridad, a continuación se presenta la definición, alcance y características propias de cada uno de ellos

---

<sup>19</sup> Idem al <sup>14</sup>. Página 4

<sup>20</sup> Idem al <sup>15</sup>. Página 4



## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

- **El Nivel de Bioseguridad 1** es adecuado para trabajos que involucran agentes bien caracterizados que no producen enfermedad en humanos adultos sanos, y que imponen un riesgo potencial mínimo para el personal del laboratorio y el medio ambiente. El trabajo se realiza generalmente sobre mesas de trabajo utilizando prácticas microbiológicas estándar. El personal de laboratorio cuenta con una capacitación específica acerca de los procedimientos realizados.
- **El Nivel de Bioseguridad 2** es similar al Nivel de Bioseguridad 1 y es adecuado para trabajos que involucren agentes de riesgo potencial moderado para el personal y el medio ambiente. El personal del laboratorio cuenta con una capacitación específica en la manipulación de agentes patogénicos y el acceso al laboratorio es limitado cuando se están desarrollando actividades; se deben tomar precauciones extremas con elementos cortantes contaminados.
- **El Nivel de Bioseguridad 3** es aplicable a las instalaciones clínicas, de diagnóstico, enseñanza, investigación o producción en las que se llevan a cabo trabajos con agentes infecciosos o exóticos que pueden producir una enfermedad grave o potencialmente letal como resultado de la exposición por vía de inhalación. El personal de laboratorio recibe instrucción específica en el manejo de agentes patológicos y potencialmente letales, y es supervisado por científicos competentes con experiencia en el trabajo con estos agentes.
- **El Nivel de Bioseguridad 4** debe aplicarse para trabajar con agentes peligrosos y exóticos que poseen un riesgo individual alto de producir infecciones de laboratorio transmitidas por aerosoles y enfermedades mortales. Los agentes que tienen una relación antigénica cercana o idéntica a los agentes del grupo 4 se manipulan en este nivel hasta que se obtienen datos suficientes, ya sea para confirmar la continuación del trabajo en este nivel o para trabajar con ellos en un nivel más bajo.

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

Los miembros del personal de laboratorio deben poseer una capacitación específica y completa para manipular agentes infecciosos extremadamente peligrosos y conocer las funciones de contención primaria y secundaria de las prácticas estándar y especiales. Este personal es supervisado por científicos competentes que poseen capacitación y experiencia para trabajar con estos agentes.

Existe una clasificación de los microorganismos infecciosos por grupos de riesgos a los cuales hacen referencia los 4 niveles de bioseguridad, estos grupos son<sup>21</sup>

- **Grupo de riesgo 1** (riesgo individual escaso o nulo), microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o animales.
- **Grupo de riesgo 2** (riesgo individual moderado, riesgo poblacional bajo), Agentes patógenos que pueden provocar enfermedades humanas o animales pero que tienen pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la población, el ganado o el medio ambiente. La exposición en el laboratorio puede provocar una infección grave, pero existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces y el riesgo de propagación es limitado.
- **Grupo de riesgo 3** (riesgo individual elevado, riesgo poblacional bajo), agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que de ordinario no se propagan de un individuo a otro. Existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.
- **Grupo de riesgo 4** (riesgo individual y poblacional elevado), agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa

---

<sup>21</sup> Manual de Bioseguridad en el Laboratorio. Tercera Edición. OMS. Página 1

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

o indirectamente. Normalmente no existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces.

El desarrollo de la temática sobre las normas de bioseguridad ha explicado las etapas sobre las cuales se debe incidir para lograr obtener la información necesaria para redactarlas para cada laboratorio específico, aunque no se ha mencionado los principios de la bioseguridad los cuales son la **Universalidad**, el **Uso de barreras** y **Medio de eliminación de material contaminado**.

**La Universalidad** expresa que las medidas deben involucrar a todas las personas que constituyen el equipo de trabajo del laboratorio (analistas químicos, responsables de laboratorio, personal de limpieza, auxiliares, administración). Estas personas deben de seguir las normas que se exponen en cada proceso a realizar<sup>22</sup>.

**El Uso de barreras** comprende el concepto de evitar la exposición directa a contaminantes químicos y biológicos, microorganismos infecciosos, mediante la utilización de elementos de protección personal adecuados que se interpongan al contacto de los mismos. La utilización de barreras no evita los accidentes de exposición a los riesgos, pero disminuyen las consecuencias de dicho accidente<sup>23</sup>.

Y finalmente el tercer principio lo constituye el **Medio de eliminación de material contaminado** que por motivos de amplitud de la materia no será abordado en dicho documento, la descontaminación es uno de los principios fundamentales de la bioseguridad, comprende el conjunto de dispositivos y procedimientos adecuados a través los cuales los materiales utilizados en los análisis químicos y biológicos son depositados y eliminados sin riesgo<sup>24</sup>.

---

<sup>22</sup> Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Odontología. Manual y Normas de Bioseguridad. Página 8

<sup>23</sup> Idem al <sup>22</sup>. Página 8

<sup>24</sup> Idem al <sup>22</sup>. Página 9

## ***Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA***

Se refiere por un lado, a la esterilización o destrucción completa de todos los microorganismos incluyendo las esporas bacterianas y, por otro lado, a la desinfección o destrucción y eliminación de tipos precisos de microorganismos<sup>25</sup>.

Es responsabilidad del Director del Laboratorio asegurar que todos los miembros del personal del Laboratorio sean capacitados sobre el tema y, a su vez, es responsabilidad de los miembros del personal de utilizar de manera eficaz los procedimientos y productos de descontaminación cualquiera que sea su uso<sup>26</sup>.

Todas las materias deben ser descontaminadas antes de ser eliminadas o limpiadas antes de una utilización futura. La elección del método es definida por las materias mismas las cuales pueden ser cultivos de laboratorio, cepas de referencias, especímenes clínicos, equipos de laboratorios, objetos cortantes, ropas protectoras o cualquier objeto que estuvo con las materias infecciosas<sup>27</sup>.

Para la bioseguridad en el laboratorio es fundamental disponer de conocimientos básicos sobre la desinfección y la esterilización. Habida cuenta de que los objetos muy sucios no pueden desinfectarse o esterilizarse rápidamente, es igualmente importante comprender los conceptos básicos de la limpieza previa<sup>28</sup>.

La desinfección es el proceso básico para la prevención y control de infecciones, tiene como finalidad destruir los microorganismos patógenos y no patógenos capaces de producir enfermedades infecciosas en huéspedes susceptibles. No destruye los esporos bacterianos, generalmente se usan agentes químicos denominados desinfectantes.

Según la FDA (Food and Drug Association) un desinfectante es la sustancia química capaz de destruir en 10 a 15 minutos, los gérmenes depositados sobre un material inerte o inanimado abarcando todas las formas vegetativas de las bacterias, hongos y virus. Entre los desinfectantes más utilizados se encuentran: Hipoclorito, Agentes Yodados, Glutaraldehído, Formaldehído, Biguanidas.

---

<sup>25</sup> Descontaminación. Página 27

<sup>26</sup> Idem al <sup>25</sup>. Página 27

<sup>27</sup> Idem al <sup>25</sup>. Página 27

<sup>28</sup> Idem al <sup>22</sup>. Página 11

## **Normas de bioseguridad para los laboratorios del CIEMA/PIENSA**

La esterilización es el procedimiento en el cual se utilizan métodos químicos o físicos para eliminar toda posibilidad de vida microbiana, incluidas esporas y bacterias altamente termo resistente<sup>29</sup>.

El calor es el agente físico más utilizado para la descontaminación de patógenos. La cocción no necesariamente mata todos los microorganismos o patógenos, pero puede utilizarse como tratamiento mínimo de desinfección cuando no puedan aplicarse o no estén disponibles otros métodos, como la desinfección o descontaminación química, o el tratamiento en autoclave<sup>30</sup>.

La esterilización puede llevarse a cabo por dos métodos uno de ellos es el **tratamiento en autoclave**, que consiste en aplicar vapor de agua saturado a presión, se realiza en autoclave a una atmósfera de presión durante 15 a 20 minutos. Es indispensable que el instrumental a esterilizar esté debidamente acondicionado según el método de esterilización a utilizar<sup>31</sup>.

El otro método a utilizar es la **incineración**, un método útil para eliminar del laboratorio los cadáveres de animales y los desechos anatómicos y de otro tipo, con o sin descontaminación previa, utilizando la estufa u horno de Pupinel. Se realiza en un tiempo de 1 hora manteniendo 180° C o 2 horas a 160°C<sup>32</sup>.

La incineración de material infeccioso sólo sustituye al tratamiento en autoclave si el incinerador está sometido a control del laboratorio.

---

<sup>29</sup> Idem al <sup>22</sup>. Página 14

<sup>30</sup> Manual de Bioseguridad OMS. Desinfección y esterilización por calor. Página 98

<sup>31</sup> Idem al <sup>30</sup>. Página 98

<sup>32</sup> Idem al <sup>30</sup>. Página 98

## CAPÍTULO I: DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA.





## **I.1 Generalidades del CIEMA/PIENSA**

**I.1.1 Misión:** El Centro de Investigación y Estudios del Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de Ingeniería, es un centro autónomo de la UNI, que tiene como propósito el generar, transferir y divulgar conocimientos y tecnologías en Medio Ambiente, contribuyendo al desarrollo humano sostenible del país y de la región<sup>33</sup>.

**I.1.2 Visión:** El CIEMA, como centro universitario especializado de la UNI, en Medio Ambiente, pretende en el mediano plazo: Ser un centro líder de investigación, de formación postgraduada, y transferencia tecnológica, cuyos procesos y metodologías estén debidamente acreditados y con el reconocimiento de organismos académicos y de investigaciones nacionales y regionales. Contribuir tanto al desarrollo sostenible del centro, como el mejoramiento permanente de su calidad y prestigio.

**I.1.3 Actividades:** Los Laboratorios de Calidad Ambiental del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente desempeñan tres funciones: Servicios, investigación y docencia<sup>34</sup>.

El CIEMA desarrolla maestrías en Ingeniería Ambiental y en Ciencias Ambientales, tiene la Especialidad de Agua y Saneamiento Rural, realiza investigaciones en temas ambientales pertinentes al contenido de sus maestrías, brinda servicios de laboratorios ambientales, realiza extensión principalmente a municipalidades en temas de gestión de residuos sólidos y líquidos y mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano.

El personal de laboratorios cuenta con los medios de transporte, equipamiento y técnicas recomendadas por organismos internacionales pertinentes para realizar muestreos en agua, aire y suelos y determinar sustancias y organismos presentes en ellos, para evaluar su calidad conforme parámetros nacionales e internacionales.

---

<sup>33</sup> URL disponible en <http://www.ciema.uni.edu.ni/paginas/quienes.php#mis>

<sup>34</sup> URL disponible en <http://www.ciema.uni.edu.ni/paginas/laboratorios.php>



Los servicios de laboratorio son continuamente solicitados por empresas, instituciones y consultores privados para obtener valores confiables de los diferentes parámetros utilizados para evaluar la calidad de aguas para consumo humano, calidad del aire en sitios de actividad industrial, eficiencias de plantas potabilizadoras y de plantas de tratamiento de aguas residuales, así como para detectar la presencia de trazas de compuestos orgánicos persistentes, inorgánicos y pesticidas en aguas y suelos.

Los Laboratorios existentes, ubicados en el Recinto Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería, son seis y cada uno cuenta con el personal independiente y procedimientos normalizados de operación para la realización de los análisis.

**I.1.4 Localización:** Los laboratorios de **CIEMA/PIENSA** se encuentran ubicados en las instalaciones de la universidad Nacional de Ingeniería **UNI** que cita de la rotonda Rubén Darío dos cuadras abajo, frente a la escuela de danza.

Universidad Nacional de Ingeniería

Recinto Simón Bolívar

**Tel.** (505)2278 1462

**Tel.** (505)2270 5613

**Telefax:** (505)22781462

**Email:** ciema@uni.edu.ni

Maestrías Tel 22705613

Cel. 88666702

**Email:** maestrias@ciema.uni.edu.ni

Atención al Cliente Tel 22701517


Cel. 88666705

**Email:** laboratoriosambientales@piensa.uni.edu.ni



**I.1.5 Servicios:** Análisis de las aguas, aire y suelo en lo delimitado a los análisis presentados en la **TablaN<sup>0</sup>1**.

**Tabla N<sup>0</sup>1 Servicios ofertados por los laboratorios del CIEMA/PIENSA.**

				
Análisis realizados en los laboratorios de CIEMA/PIENSA				
Categoría	Análisis	Categoría	Análisis	
<b>Físicos</b>	Alcalinidad total	<b>Metales</b>	Aluminio	
	Amonio		Cadmio	
	Bicarbonato		Calcio	
	Carbonato		Cobalto	
	Cianuro libre		Cobre	
	Cloro residual		Cromo	
	Cloruro		Hierro total	
	Color UNT		Magnesio	
	Conductividad		Magnesio	
	DBO5		Mercurio	
	DQO		Plata	
	Dureza total		Plomo	
	Dureza cálcica		Potasio	
	Fluoruro		Sodio	
	Fosfato (fosforo total)		Zinc	
	Nitrato		<b>Microbiología</b>	Coliforme total
	Nitrito			Coliforme fecal
	Nitrógeno total			E. coli
	Oxígeno disuelto			Heterótrofos
	PH	<b>Aire</b>	PTS	
Solidos totales	PM10			
Solidos disueltos	NO <sub>2</sub>			
Solidos suspendidos	Nitrógeno amoniacal			
Solidos sedimentables	Hidrocarburos			
Sulfato	Sulfuro de hidrogeno			
Turbiedad	Sulfuro			
Temperatura	Sulfito			
<b>Orgánicos</b>	Aceites y grasas	<b>Otros</b>	Níquel	
	BTEX		Antimonio	
	Detergentes		Solidos volátiles	
	Fenoles		Solidos flotantes	
	PCBS		Cromo hexavalente	
	Organoclorados PEST		Aceites y grasas minerales	
	Organofosforado ESt		Sustancias activas de azul de metileno	
	Carbamatos		Tasa de absorción de sodio	
	Herbicidas		Material flotante	
	Piritoceidas pest		Antibióticos	
	VOCs		Humedad	
	<b>Metales</b>		Arsénico	Salmonella

**Fuente:** Elaboración propia. Tomando como punto de referencia las bitácoras utilizadas en los laboratorios.

**I.1.6 Procesos:** En el centro de investigaciones y estudios de medio ambiente existen procesos, pasos a seguir, equipos, reactivos e instrumentación distinta; que va a depender de cada uno de los análisis realizados. Para ello existen documentos llamados procedimientos normalizados de operación, que especifican los lineamientos, medidas y orden de las actividades según la forma lógica, para generar datos fiables y reales.

No es una rutina específica, si existe una demanda alta para algunos análisis, pero las actividades del día no se sujetan a un patrón preestablecido, los procesos a ejecutar se sujetan estrictamente a los servicios solicitados por los clientes.

Para la visualización clara de los procedimientos que más se ejecutan, se presentara la cantidad de análisis realizados durante el año dos mil once, teniendo un patrón de referencia del comportamiento de la demanda.

Lo que se requiere es tener una base de los análisis que más realizan y puntualizar en el aumento de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes producto de los peligros que se identificaran en los procesos. Mientras más se ejecute un procedimiento que presenta peligro, mayor será la probabilidad de ocurrencia del accidente o daños adversos a la salud de los trabajadores.

Los procedimientos que más se ejecutan dentro de los laboratorios del CIEMA/PIENSA son: PH, DBO, DQO, aceites y grasas, conductividad y coliformes totales. Como los más destacados.

## **I.2 Personal de trabajo y sus funciones**

### **I.2.1 Descripción de los responsables de laboratorios.**

**Responsable:** Vela por el funcionamiento adecuado de las actividades dentro del laboratorio que está a cargo, describe y especifica los procesos de trabajo, participa en momento de inducción de los analistas.

#### **Funciones de los responsables**

##### **Actividades específicas:**

1. Planear y dirigir las actividades de los laboratorios.
2. Realizar análisis si la demanda es creciente y los analistas no dan abasto.
3. Velar por el cumplimiento de las PNO.
4. Escribir los informes de todos los análisis efectuados por los analistas, con firma y sello de autorización.
5. Establecer los parámetros a tomar en cuenta en el muestreo.
6. Mantener el stock óptimo de materiales, instrumentos y cristalería.
7. Realizar informes anuales de costos generados por las actividades dentro del laboratorio.
8. Realizar presupuestos de las prestaciones otorgadas a los trabajadores.
9. Responder al coordinador de los a laboratorios y todas las autoridades superiores a cargo del CIEMA/PIENSA en cuanto a costos, buen funcionamiento y progreso del laboratorio.



### **Actividades generales:**

1. Realizar actividades propias del puesto.
2. Apoyar a los analistas cuando la actividad lo requiera.
3. Participar en las actividades de capacitación y formación en materia de seguridad e higiene del trabajo.
4. Comunicar los accidentes e incidentes de trabajo se cual fuere la razón o motivo, así como informar de los riesgos presentes en el ambiente de trabajo.
5. Participar en la investigación de accidentes si se miró involucrado o si está presente mientras ocurrió el incidente.
6. Generar propuestas de mejoras para las actividades que realiza en los laboratorios y suministrarlas al coordinador de los laboratorios.

### **Complementaria**

- ↪ Analista físico químico instrumental.
- ↪ Analista microbiológico si está a cargo del laboratorio de microbiología.
- ↪ Auxiliar de laboratorio.
- ↪ Analista de las aguas residuales.
- ↪ Manejo de los programas básicos de Microsoft.

### **Formación información**

Tres años de experiencia como mínimo, en puestos similares

### **Relaciones de dependencia**

Coordinador de los laboratorios y autoridades administrativas superiores.



## Conocimientos

**Conocimientos específicos y técnicos:** Los mismos que los analistas, se agrega manejo de inventarios, presupuestos y manejo de programas de computadora con énfasis administrativo.

### I.2.2 Descripción de Analistas

**Analista del laboratorio de aguas residuales:** Realizar ensayos y análisis físicos químicos y orgánicos de las aguas estrictamente de origen residual, siguiendo los procedimientos, normativas y principios de buenas prácticas de laboratorio para la prevención de riesgos y protección del medio ambiente.

**Analista del laboratorio de calidad del aire:** Realizar ensayos y análisis. Bajo estricto cumplimiento de la categoría aire; siguiendo los procedimientos, normativas y principios de buenas prácticas, de laboratorio para la prevención de riesgos y protección del medio ambiente.

**Analista del laboratorio de Físico químico de Aguas Naturales:** Realizar análisis y ensayos físicos químicos de las aguas específicamente naturales (Ríos, Lagos, Lagunas, Mantos acuíferos, etc.). En la determinación de metales, conductividad, temperatura, PH, dureza, entre otros. Siguiendo los procedimientos, normativas y principios de buenas prácticas de laboratorio para la prevención de riesgos y protección del medio ambiente. Los procedimientos se sujetan al estándar método, actualizado y publicado en inglés.

**Analista del laboratorio de Micropoluentes:** Realizar análisis y ensayos de la categoría orgánicos de las aguas y los suelos. Las aguas pueden ser de origen natural, potable o residual y suelos de cualquier índole. Siguiendo los procedimientos, normativas y principios de buenas prácticas de laboratorio para la prevención de riesgos y protección del medio ambiente.



**Analista del laboratorio de Microbiología:** Realizar análisis y ensayos microbiológicos de las aguas y los suelos. Las aguas pueden ser natural, potable o residual y los suelos de cualquier índole. Siguiendo los procedimientos, normativas y principios de buenas prácticas de laboratorio para la prevención de riesgos y protección del medio ambiente.

**Analista del laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios:** Realizar análisis, ensayos y simulación de los procesos de potabilización. Se trabaja con agua natural, potable y residual. Siguiendo los procedimientos, normativas y principios de buenas prácticas de laboratorio para la prevención de riesgos y protección del medio ambiente.

### **Funciones de los analistas**

#### **Actividades específicas:**

1. Elabora fichas de mantenimiento y control de equipos e instrumentos.
2. Confecciona fichas de seguridad de los reactivos presentes en el laboratorio.
3. Maneja aparatos e instrumentos siguiendo las instrucciones de fabricación y manuales suministrados por el proveedor.
4. Realiza inventarios de reactivos, cristalería, equipos y materiales utilizados dentro del laboratorio.
5. Efectúa las actividades de toma de muestras, preparación y puesta en marcha de los equipos y utilización adecuada de instrumentos para la realización del análisis.
6. Proporciona datos cualitativos y cuantitativos al responsable de laboratorio para la realización de los informes.
7. Aplicación de técnicas instrumentales seguras en la ejecución de las PNO.



8. Conoce y práctica las normativas de buenas prácticas de laboratorio.
9. Coordinar actividades con el resto de los compañeros.

### **Actividades generales:**

1. Realizar actividades propias al puesto.
2. Participar en las actividades de capacitación y formación en materia de seguridad e higiene del trabajo.
3. Comunicar los accidentes e incidentes de trabajo se cual fuere la razón o motivo, así como informar de los riesgos presentes en el ambiente de trabajo.
4. Participar en la investigación de accidentes si se miró involucrado o si está presente mientras ocurrió el incidente.
5. Generar propuestas de mejoras para los análisis y actividades en los laboratorios y suministrarlas al responsable inmediato.

### **Complementaria**

- ↪ Analista físico químico instrumental.
- ↪ Analista microbiológico.
- ↪ Auxiliar de laboratorio.
- ↪ Analista de las aguas residuales.
- ↪ Manejo de los programas básicos de Microsoft.

### **Formación información**

Dos años de experiencia como mínimo en trabajos relacionados y específicos para el laboratorio en el cual se desempeñara.

## **Conocimientos**

**Conocimientos específicos:** Técnicas analíticas de laboratorio, elementos de estadística, técnicas de análisis, técnicas de calibrado, equilibrios químicos, métodos gravimétricos y volumétricos, teoría redox, electroanálisis, valoraciones amperométricas, electrodeposición, procedimientos de muestreo, química analítica, manejo de reactivos, ley de acción de masas, electrolitos, técnicas ópticas, espectroscopia, técnicas analíticas de separación, principios de la cromatografía de gases y líquidos, técnicas instrumentales, controles de esterilidad, medios de cultivo, método de muestreo aleatorio.

**Conocimientos técnicos:** Agitadores de vibración para tubos, agitadores magnéticos con calefacción, balanza analítica de precisión, baño de arena, baño de ultrasonidos, baño termostático, batería de mantas calefactoras, bomba de vacío, cabina de flujo laminar, contador de colonias, centrífuga de cabezales intercambiables, destilador de agua, equipo lava-pipetas, equipo para filtración de aguas, equipo de purificación de agua, equipo KJELDAHL para determinación de nitrógeno, estufas de cultivos, estufas de esterilización, espectrofotómetro de absorción atómica, frigorífico con congelador, homogeneizador stomacher, horno de mufla eléctrico, horno microondas, jarra de cultivos anaerobios, lupa binocular, microscopios ópticos, polarímetro digital, refractómetro ASEE con iluminación, rota-vapor con equipo de vidrio, termo-balanza, cálculo de humedad, triturador – homogeneizador de sólidos, ordenador con impresora, etc.

## **Relaciones de dependencia**

Responsables de laboratorio y coordinador de los laboratorios.

## **Otras características**

Este puesto de trabajo requiere un alto grado de protección, por ello las instalaciones deberán estar dotadas de campana extractora de gases, ducha de disparo rápido con lavaojos, dispensadores automáticos para ácidos y botiquín





completo con productos y preparados específicos. Igualmente el analista deberá ir dotado de medios de protección de seguridad e higiene, tales como: bata, guantes de látex, guantes de amianto y gafas de protección.

### **I.2.3 Descripción de auxiliares**

**Auxiliar:** Realiza el muestreo, para todos los clientes que soliciten el servicio, cualquiera que sea el análisis a realizar. Destaca en la limpieza de toda la cristalería y mantenimiento de los equipos básicos.

#### **Funciones de los auxiliares**

##### **Actividades específicas:**

1. Realizar muestreos en aguas donde lo solicite el cliente.
2. Pasar el informe de la situación del punto de muestreo.
3. Mantener la cristalería en condiciones óptimas y desinfección adecuada para que no existe alteración en los análisis.
4. Mantener limpias todas las áreas de trabajo. A excepción de los pisos.
5. Mantener agua destilada en los galones contenedores.
6. Dar mantenimiento a los destiladores de modo que puedan quitar las impurezas del agua que normalmente sale del grifo.
7. Disponer los desechos en el lugar apropiado.

##### **Actividades generales:**

1. Realizar actividades propias del puesto.
2. Apoyar a los analistas cuando la actividad lo requiera.
3. Verificar el estado de normalidad de los equipos, así como su funcionamiento adecuado.



4. Participar en las actividades de capacitación y formación en materia de seguridad e higiene del trabajo.
5. Comunicar los accidentes e incidentes de trabajo se cual fuere la razón o motivo, así como informar de los riesgos presentes en el ambiente de trabajo.
6. Participar en la investigación de accidentes si se miró involucrado o si está presente mientras ocurrió el incidente.
7. Generar propuestas de mejoras para las actividades que realiza en los laboratorios y suministrarlas al responsable inmediato.

### **Complementaria**

- ↪ Tipos de cristalería.
- ↪ Lavados de los tipos de cristalerías según el análisis realizado.
- ↪ Clasificación de los reactivos.

### **Formación información**

Cursos de lavado de cristalería, manejo de la misma en cuanto a la manipulación y mantenimiento.

Cursos de toma de muestra para los diferentes tipos de agua y según los parámetros a estudiar.

Seis meses de experiencia en trabajos o prácticas similares.

### **Relaciones de dependencia**

Responsables de laboratorio y coordinador de los laboratorios.

### **I.3 Descripción de las áreas de trabajo**

Para efectos de distribución y categorización de las áreas, se trabajara con la distribución física actual de la infraestructura, sabiendo que cada área practica procedimientos distintos en la ejecución de actividades.

**I.3.1 Laboratorio de Aguas Residuales:** Se determinan la eficiencia de remoción de materia orgánica (DBO, DQO) por plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y agro industriales así como la evaluación de la calidad del efluente y de las aguas residuales vertidas al ambiente según lo indicado en el Decreto 33-95 “Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias” (nutrientes, sólidos sedimentables, aceites y grasas, y otros).

Tiene construido reactores aerobios y anaerobios para determinar los parámetros de operación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

#### **Análisis que se realizan en este laboratorio**

- Determinación de aceites y grasas
- Determinación demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Determinación demanda química de oxígeno (DQO)
- Determinación de Fósforo Total
- Determinación de nitrógeno amoniacal
- Determinación de nitrógeno total
- Determinación de sólidos suspendidos totales

#### **Puestos existentes**

En este laboratorio existen cuatro puestos de trabajos. Responsable, analista1, analista2 y auxiliar.

En este laboratorio se trabaja con el decreto 33-95 del ambiente y los recursos naturales MARENA, Manual sobre las regulaciones de la calidad ambiental y con



el estándar métodos (FORT HE EXAMINATION OF WATER & WASTE WATER).

**Áreas que existen:**

1. Escritorio y computadora
2. Demanda química de oxígeno.
3. Área de DBO (demanda biológica de oxígeno).
4. Área de sólidos suspendidos.
5. Campana extractora de gas.
6. Muestras digestivas de nitrógeno.
7. Lavado y almacenamiento de botellas plásticas portadoras de muestras.
8. Lavado de cristalería
9. Almacenamiento de botellas plásticas.

**Uso de EPP:**

1. Guantes
2. Gabachas
3. Mascarillas
4. Gorros

Es necesario mencionar que las mascarillas no las utilizan, no son las apropiadas y no se han adaptado a ellas. Los gorros no los utilizan.

**Tabla N°2. Condiciones de trabajo para el laboratorio de Aguas Residuales**

<b>Laboratorio de Aguas Residuales</b>	
<b>Condiciones de trabajo</b>	<b>Factores de riesgo</b>
1. Existen procedimientos de trabajo para la ejecución de los análisis.	<b>Agentes Químicos</b>
2. Las áreas cuentan con la adecuada separación física.	
3. Existe señalización de los equipos y áreas más riesgosos.	
4. Las paredes tienen buena apariencia y están en buenas condiciones al igual que el piso.	
5. Los equipos que utilizan están en buenas condiciones.	<b>Agentes Biológicos</b>
6. Equipos en mal estado son almacenados dentro del laboratorio.	➤ Manipulación de muestras contaminadas, aguas residuales.
7. Presencia de un extintor ABC, certificados y llenados para la fecha actual.	
8. La puerta de entrada y salida se maneja muy reducida ya que una de los pliegos lo mantiene fijos.	➤ En el momento del muestreo existe contacto directo con aguas residuales.
9. Espectrofotómetro y balanzas digitales no están provistos para el laboratorio por lo que provoca salir con reactivos y muestras en proceso de análisis fuera del laboratorio, pasar por pasillo e ingresar u otro laboratorio.	
10. No existe depósitos de residuos diferenciados.	
11. El área de laboratorio permite la limpieza y movilidad de los analistas y personal de laboratorio.	
12. El área del responsable de laboratorio no presenta separaciones físicas.	
13. Existencia de aire acondicionado pero con recirculación de aire.	
14. Estantes para el almacén de reactivos inapropiado.	
15. Reactivos químicos sin clasificación, almacenados de forma incorrecta.	
16. Gestión de los inventarios de reactivos inadecuada.	
17. Existe una cocina eléctrica que genera altas temperaturas. Peligro de quemadura.	

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla N°3. Lista de equipos utilizados en el laboratorio de Aguas residuales**

Nombre del Equipo	Nombre del Equipo
Bloque de destrucción para DQO	pH metro portable WTW
Bloque de destrucción para DQO	Oxigenometro portable
Bloque de destrucción para DQO	Digestor Kjeldahl
Campana Extractora de Gases	Pistola para medir temperatura
Incubadora para DBO5	Agitador Magnético
Baño María	Agitador Magnético Fisher Scientific
Mufla	Agitador Magnético Fisher Scient
Horno mediano (Heraeus)	Digestor de Aluminio
Horno grande (Ehrt)	Digestor de Aluminio
Espectrofotometro visible	Digestor de Aluminio
Bomba de aireación	Digestor Acrílico
Rotovapor	Digestor Acrílico
Conductivimetro	Destilador(condensador/serpentín)
pH metro portable	

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados de inventarios físicos laboratorio de aguas residuales informe 2011.

**Tabla N°4. Estadísticas de análisis realizados año 2011 (Aguas residuales)**

<b>Análisis realizados en el laboratorio de Aguas Residuales periodo 2011</b>	
<b>Análisis realizados</b>	<b>Cantidad de Análisis 2011</b>
Determinación de aceites y grasas	206
Determinación demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	221
Determinación demanda química de oxígeno (DQO)	239
Determinación de nitrógeno amoniacal	28
Determinación de nitrógeno total	130
Determinación de sólidos totales	55
Determinación de sólidos disueltos	25
Determinación de sólidos suspendidos	190
Determinación de sólidos sedimentables	129

**Fuente:** Elaboración propia

**I.3.2 Laboratorio de Calidad del Aire:** Se realiza el muestreo y determinación de Gases, Partículas Suspendidas (PTS), Partículas de Fracción Respirable (PM10) en calidad del aire. También se realizan mediciones de niveles de ruido que afecta la calidad de vida de las personas expuestas a este contaminante

sonoro. Finalmente se realiza muestreo y determinación de PM10 para Salud Ocupacional. Se cuenta con equipos fijos y móviles para determinar los parámetros señalados. Por varios años se ha realizado un monitoreo de la Calidad del Aire en algunos puntos de la ciudad de Managua en lo referente a PTS y PM10 y otros, así como un diagnóstico de contaminación acústica en la empresas de Managua.

### **Análisis que se realizan en este laboratorio**

- Determinación de Dióxido de Azufre (Ver anexo N<sup>o</sup>24).
- Determinación de Dióxido de Nitrógeno por método de difusión pasiva.
- Determinación de Monóxido de Carbono (Ver anexo N<sup>o</sup>26).
- Monitoreo análisis y cálculo de Partículas Menores de 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>) (Ver anexo N<sup>o</sup>27).
- Muestreo análisis y cálculo de PTS (Ver anexo N<sup>o</sup>28).

### **Puestos existentes**

Los puestos existentes son dos responsable del laboratorio y analista. El responsable está asignado para verificar, dirigir y planear de forma adecuada las actividades dentro del laboratorio. El analista se encarga de pesar las muestras, limpiar instrumentación, preparación de equipos, realizar análisis.

### **Áreas de trabajo**

1. Escritorio y computadora
2. Horno de 300<sup>o</sup>c
3. Archivero
4. Almacenamiento de reactivos líquidos
5. Almacenamiento de reactivos solidos

**Tabla N°5. Condiciones de trabajo para el laboratorio de Calidad del Aire**

<b>Laboratorio de Calidad del aire</b>	
<b>Condiciones de trabajo</b>	<b>Factores de riesgos</b>
1. Existen procedimientos de trabajo para la ejecución de los análisis.	<p style="text-align: center;"><b>Agentes Químicos</b></p> <p>➤ Presencia de reactivos químicos con características de peligrosidad. Para ello verificar los procedimientos normalizados de operación. En específico para el análisis NO<sub>2</sub>.</p>
2. Áreas con adecuada separación física.	
3. Las paredes tienen buena apariencia al igual que el piso.	
4. Saturación de los estantes con materiales y equipos no están señalizados ni almacenados en orden.	
5. Existe un extintor ABC certificados y llenados para la fecha actual.	
6. Puerta de entrada y salida libre de obstáculo.	
7. Espectrofotómetro y balanzas digitales no están provistos para el laboratorio por lo que provoca salir con reactivos y muestras en proceso de análisis fuera del laboratorio, pasar por pasillo e ingresar u otro laboratorio.	
8. No hay generación de residuos peligrosos, más que papelería, guantes y filtros.	
9. Presencia de tanques con líquido inflamable sin tapas de seguridad.	
10. El área del responsable de laboratorio no presenta separaciones físicas.	
11. No utilizan mascarillas para la protección de las vías respiratorias al realizar el análisis de NO <sub>2</sub> .	
12. Cuando los equipos están en el laboratorio la movilidad se torna difícil, obstáculos en el suelo.	
13. Estantes para el almacén de reactivos inapropiado.	
14. Reactivos químicos sin clasificación, almacenados de forma incorrecta.	
15. Gestión de los inventarios de reactivos inadecuada.	

**Fuente: Elaboración propia**



**Tabla N<sup>o</sup>6. Lista de equipos utilizados en el laboratorio de Calidad del Aire**

Nombre del Equipo	Observaciones	Nombre del Equipo	Observaciones
Equipo para muestreo PM10	Mal Estado	Equipo Universal de Muestreo SKC	
Equipo para muestreo PM10		Barómetro	En mal estado
Equipo para muestreo PM10		Brujula	
Porta filtro para PM10		Rotámetro	
Porta filtro para PM10		Rotámetro	
Porta filtro para PM10	Fuera de Uso	Rotámetro	
Horno p/ secado de muestras		Muestreador de CO <sub>2</sub>	
Balanza Analítica		Estabilizador de corriente con timer	
Peachimetro		Estabilizador de corriente con timer	
Espectrofotometro	Mal Estado	Estabilizador de corriente con timer	
Equipo para medicion de CO	Mal Estado	Estabilizador de corriente sin timer	
Equipo ORSAT para medicion de gases	Fuera de Uso	Estabilizador de corriente sin timer	
Hot Plate		Equipo meteorologico portatil	Fuera de Uso
Muestreador de CO (Pac III), Draguer		Kit para determinacionde Pb en gasolina	
Muestreador de SO <sub>2</sub> (Pac III), Draguer		Sonometro	
Medidor de alto volumen para particulas		Barometro-Termometro Digital	
Medidor de alto volumen para particulas		Pipeta Serológica de 10-100 microlitros	
Bomba de Vacio		Pipeta Serológica de 100-1000 microlitros	
KIT de calibracion PTS		Pipeta Serológica de 500-2500 microlitros	
Equipo para medicion de particulas	Mal Estado	Sling Psychrometer	
Gasometro	Fuera de Uso	Pipeta Manual 0-80 microlitros	
Gasometro	Fuera de Uso	Tanque de Monóxido de carbono (CO)	
Gasometro		Tanque de Monóxido de carbono (CO)	
KIT para muestreo de suelo		MiniRegulador de presión	
Equipo Universal de Muestreo SKC			

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados de inventarios físicos laboratorio de aguas residuales informe 2011.

**Tabla N<sup>o</sup>7. Estadísticas de análisis realizados año 2011 (Calidad del aire)**

<b>Análisis realizados en el laboratorio de Calidad del Aire periodo 2011</b>	
<b>Análisis realizados</b>	<b>Cantidad de Análisis 2011</b>
Determinación de Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono.	86
Determinación de Dióxido de Nitrógeno por método de difusión pasiva.	82
Partículas de Fracción Respirables	22
Monitoreo análisis y cálculo de Partículas Menores de 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> ).	90
Muestreo análisis y cálculo de Partículas Totales Suspendidas (PTS).	83

**Fuente:** Elaboración propia

**I.3.3 Laboratorio de Físico químico de Aguas Naturales:** Se determinan los parámetros organolépticos (color, turbiedad), físico-químicos (pH, cloruros, dureza, calcio, magnesio, sodio, potasio, sulfatos, STD) y de sustancias no deseadas (nitratos, nitritos, hierro, fluoruros) según las Normas Regionales de Calidad de Agua para el Consumo Humano, CAPRE emitidas en 1993 y revisadas en 1994.

#### **Análisis que se realizan en este laboratorio**

- Alcalinidad total
- Bicarbonatos
- Calcio
- Carbonatos
- Cianuro
- Color
- Conductividad eléctrica
- Dureza total y cálcica
- Flúor
- Hierro Total
- Magnesio
- Manganeso
- N-Nitrato
- N-Nitrito
- pH
- Potasio
- Sodio
- Sulfato
- Turbiedad

#### **Puestos de trabajo**

Responsable y analista. Los puestos de responsable y analista para cada laboratorio difieren según las tareas, procedimientos y operaciones propias para cada laboratorio. En la actualidad el (Lic. Francisco Ramírez) responsable de este laboratorio también tiene bajo su tutela la coordinación de todos los laboratorios del CIEMA/PIENSA.

Según lo que expresa la analista no se utilizan reactivos concentrados ya que son disoluciones.

### **Áreas que existen**

1. Escritorio y computadora
2. Almacenamiento de reactivos solidos
3. Cristalería
4. Balanzas o pesado
5. Caliente
6. Campana extractora
7. Equipos de medición directa
8. Área de lavado
9. Área de destilación
10. Equipos inutilizados no sirven
11. Bodega y refrigerador donde se guardan las muestras

### **Uso EPP**

1. Gabacha
2. Guantes
3. Gafas
4. Mascarillas

**Tabla N°8. Condiciones de trabajo para el laboratorio Físico Químico de Aguas Naturales.**

<b>Laboratorio Físico Químico de Aguas Naturales</b>	
<b>Condiciones de trabajo</b>	<b>Factores de riesgo</b>
1. Procedimientos de trabajo adaptados a los análisis ejecutados en el laboratorio según el estándar método.	<p style="text-align: center;"><b>Agentes Químicos</b></p> <p>➤ Presencia de reactivos químicos con características de peligrosidad. Para ello verificar los procedimientos normalizados de operación.</p>
2. Las áreas cuentan con la adecuada separación física.	
3. Existe señalización de los equipos y áreas más riesgosos.	
4. Las paredes tienen buena apariencia y están en buenas condiciones al igual que el piso.	
5. Los equipos que utilizan están en buenas condiciones.	
6. Equipos en mal estado son almacenados dentro del laboratorio.	
7. Presencia de un extintor ABC, certificados y llenados para la fecha actual.	
8. Puerta de entrada y salida libre de obstáculo.	
9. Todos los materiales y equipos son propios del laboratorio. A excepción de la cocina de resistencia.	
12. El área del responsable de laboratorio no presenta separaciones físicas.	
13. Estantes de documentos mal fijados y con excesivo peso.	
14. Existencia de aire acondicionado pero con recirculación de aire.	
15. Estantes para el almacén de reactivos apropiado uno de los más destacados.	
16. Reactivos químicos sin clasificación, almacenados de forma incorrecta.	
17. Gestión de los inventarios de reactivos inadecuada.	
18. botellas de vidrio con residuos de reactivos y vacías sobre el piso.	
19. posible riesgo eléctrico.	

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla N<sup>o</sup>9. Lista de equipos utilizados en el laboratorio Físico Químico de Aguas Naturales.**

Nombre del Equipo	Nombre del Equipo
Campana Extractora de Gases	pH metro portable WTW
Baño María	Oxigenometro portable
Muffa	Pistola para medir temperatura
Balanzas digitales	Agitador Magnético
Conductímetro	Agitador Magnético Fisher Scientific
Turbilímetro	Agitador Magnético Fisher Scient
Destilador	Digestor de Aluminio
Espectrofotometro	Digestor Acrílico
Bomba de aireación	Titulador
Rotovapor	Conductivímetro
pH metro portable	

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados de inventarios físicos laboratorio de aguas residuales informe 2011.

**Tabla N<sup>o</sup>10. Estadísticas de análisis realizados año 2011(Físico Químico)**

<b>Análisis realizados en el laboratorio Físico químico de Aguas Naturales periodo 2011</b>	
<b>Análisis realizados</b>	<b>Cantidad de Análisis 2011</b>
Alcalinidad total	158
Bicarbonatos	166
Calcio	219
Carbonatos	150
Cianuro	41
Color	168
Conductividad eléctrica	205
Dureza total	160
Dureza cálcica	144
Flúor	151
Hierro Total	173
Magnesio	236
Manganeso	150
N-Nitrato	202
N-Nitrito	205
pH	263
Potasio	204
Sodio	160
Sulfato	170
Turbiedad	160

**Fuente:** Elaboración propia

**I.3.4 Laboratorio de Micropoluentes:** Se determinan por medio de equipo y técnicas muy especializadas la presencia de sustancias inorgánicas (metales pesados), orgánicas (fenoles, hidrocarburos) y pesticidas (carbamatos, organoclorados, organofosforados) de significado para la salud, según lo indicado por las Normas Regionales de Calidad de Agua para el Consumo Humano, CAPRE 1994.

#### **Análisis que se realizan en este laboratorio**

- Análisis de Arsénico
- Análisis de Policlorados Bifenilos.
- Análisis de Plaguicidas el cual se divide en 4 tipos de análisis dentro de los cuales están
  - Análisis Organoclorados en H<sub>2</sub>O por agitación (n-hexano) C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>
  - Análisis Organofosforado en H<sub>2</sub>O Diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)
  - Análisis Organoclorados en suelo por agitación (n-hexano) C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>
  - Análisis Organofosforado en suelo Diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)
- Cromo hexano: Se realiza sólo para prueba, está en adaptación.
- Fenoles a diferentes condiciones en la hora de la lectura.

#### **Puestos de trabajo**

Solo existe un puesto de trabajo es encargada de realizar el análisis como tal, hacer la emisión de certificación, informes y levantamiento de muestras.

#### **Áreas de trabajo**

1. Escritorio y computadora
2. Equipo de absorción atómica (sin funcionamiento)
3. Lavado
4. Mesa de trabajo
5. Almacenamiento de cristalería

6. Almacenamiento de reactivos
7. Muestras y reactivos

### Uso EPP

- |            |                |
|------------|----------------|
| 1. Gabacha | 3. Gafas       |
| 2. Guantes | 4. Mascarillas |

**Tabla N°11. Condiciones de trabajo para el laboratorio de Micropoluentes.**

<b>Laboratorio de Micropoluentes</b>	
<b>Condiciones de trabajo</b>	<b>Factores de riesgo</b>
1. Existen procedimientos de trabajo para la ejecución de los análisis.	<b>Agentes Químicos</b>
2. Las áreas cuentan con la adecuada separación física.	
3. Existe señalización de los equipos y áreas más riesgosos.	
4. Las paredes tienen buena apariencia y están en buenas condiciones al igual que el piso.	
5. algunos de los equipos que utilizan no están en buenas condiciones (cromatografía).	<b>Agentes Biológicos</b>
6. Equipos en mal estado son almacenados dentro del laboratorio.	➤ Manipulación de muestras contaminadas, aguas residuales.
7. Presencia de un extintor ABC, certificados y llenados para la fecha actual.	
8. Espacio despejado para la limpieza.	➤ En el momento del muestreo existe contacto directo con aguas residuales.
9. Espectrofotómetro y balanzas digitales no están provistos para el laboratorio por lo que provoca salir con reactivos y muestras en proceso de análisis fuera del laboratorio, pasar por pasillo e ingresar u otro laboratorio.	
10. No existe depósitos de residuos diferenciados.	
11. El área de laboratorio permite la movilidad de los analistas y personal de laboratorio.	
12. El área del responsable de laboratorio no presenta separaciones físicas.	
13. Existencia de aire acondicionado pero con recirculación de aire.	
14. Estantes para el almacén de reactivos apropiado.	
15. Reactivos químicos sin clasificación, almacenados de forma incorrecta.	
16. Gestión de los inventarios de reactivos inadecuada.	
17. Mascarilla de protección respiratoria inadecuada.	

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla N<sup>o</sup>12. Lista de equipos utilizados en el laboratorio de Micropoluentes.**

Nombre del Equipo	Nombre del Equipo
Cromatógrafo de Gas, dañado completamente	Generador de Hidruro
Generador de Nitrógeno, dañado completamente	CPU de Absorción Atómica
Generador de Hidrógeno, dañado completamente	Impresora de Absorción Atómica
Extractor de fase sólida	Monitor de Absorción Atómica
Bomba de vacío	Batería UPS
Bomba de vacío	Tanque de agua de enfriamiento y suministro para destilador
Hot plate	Tanque de agua abastecimiento de los Laboratorios
Hot plate	Bomba PERIPHEAL
Compresor de nitrógeno	Bomba suministro agua Labs
Generador de Aire	ROTAVAPOR II
Manta Eléctrica	Refrigeradora
Espectrómetro de Absorción atómica	Compresor
Autosampler técnica de llama	Bomba
Autosampler técnica de Horno Grafito	Aire Acondicionado classic

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados de inventarios físicos laboratorio de aguas residuales informe 2011.

**Tabla N<sup>o</sup>13. Estadísticas de análisis realizados año 2011 (Micropoluentes)**

<b>Análisis realizados en el laboratorio Micropoluentes periodo 2011</b>	
<b>Análisis realizados</b>	<b>Cantidad de Análisis 2011</b>
Análisis de Arsénico	113
Análisis de Policlorados Bifenilos.	5
Análisis Organoclorados en H <sub>2</sub> O por agitación (n-hexano) C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> y suelo	14
Análisis Organofosforado en H <sub>2</sub> O Diclorometano (CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	14
Cromo hexano: Análisis que se realiza sólo para prueba, está en proceso de adaptación.	34
Fenoles a diferentes condiciones en la hora de la lectura.	10

**Fuente:** Elaboración propia

**I.3.5 Laboratorio de Microbiología:** Se determinan, por medio de diferentes ensayos los parámetros biológicos y microbiológicos indicados en las Normas Regionales de Calidad de Agua para el Consumo Humano, CAPRE 1994 como son coliformes totales y fecales. Además se realizan ensayos para determinar calidad bacteriológica de aguas residuales según las indicaciones del Decreto 33-95, así como la determinación de mesófilos en suelo y agua y de otros microorganismos presentes en procesos de estabilización de materia orgánica.





### **Análisis que se realizan en este laboratorio**

- Determinación de coliformes fecales y E.coli por el método de tubos múltiples.
- Determinación de coliformes totales por el método de tubos múltiples.
- Recuento de mesófilos en agua por el método de sedimentación de placas.

### **Puestos de trabajo**

1. Responsable de laboratorio planea dirige y controla las actividades efectuadas en el laboratorio.
2. Analista es la encargada de llevar acabo los análisis como tal, poniendo en marcha los procedimientos y operaciones requeridas.
3. Existe una tercer persona encargada de lavar la cristalería no es propia asignada para el laboratorio ella es encargada de la limpieza del CIEMA/PIENSA, pero realiza esta actividad o al menos eso es lo que se ha constatado.

### **Áreas que existen**

1. Escritorio y computadora
2. Área de auto clave
3. Almacenamiento
4. Medios de cultivo y agua de dilución
5. Lavamanos y derrame
6. Baño maría
7. Mesa de trabajo
8. Almacenamiento de instrumentos

### **Uso de EPP**

9. Guantes
10. Gabachas
11. Mascarillas

**Tabla N°14. Condiciones de trabajo para el laboratorio de Microbiología.**

<b>Laboratorio de Microbiología</b>	
<b>Condiciones de trabajo</b>	<b>Factores de riesgo</b>
1. Existen procedimientos de trabajo para la ejecución de los análisis.	<b>Agentes Químicos</b>
2. Existe señalización de los equipos y áreas más riesgosos.	
3. Las paredes tienen buena apariencia y están en buenas condiciones al igual que el piso.	
4. Los equipos que utilizan están en buenas condiciones.	
5. Equipos en mal estado son almacenados dentro del laboratorio.	<b>Agentes Biológicos</b>
6. Presencia de un extintor ABC, certificados y llenados para la fecha actual.	
7. Espacio no despejado para la limpieza.	
8. Espectrofotómetro y balanzas digitales no están provistos para el laboratorio por lo que provoca salir con reactivos y muestras en proceso de análisis fuera del laboratorio, pasar por pasillo e ingresar u otro laboratorio.	
9. No existe depósitos de residuos diferenciados.	
10. El área de laboratorio presenta pasillos reducidos.	
11. El área del responsable de laboratorio no presenta separaciones físicas.	
12. Existencia de aire acondicionado pero con recirculación de aire.	
13. Estantes para el almacén de reactivos apropiado.	
14. Reactivos químicos sin clasificación, almacenados de forma incorrecta.	
15. Gestión de los inventarios de reactivos inadecuada.	
16. Mascarilla de protección respiratoria inadecuada.	
17. Escape de salida de gases para el autoclave no provista.	

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla N<sup>o</sup>15. Lista de equipos utilizados en el laboratorio de Microbiología.**

Nombre del Equipo	Nombre del Equipo
Autoclave	Hot Plate
Baño Maria	Horno
Bomba al vacio	Lampara UV
Camara para Microscopio	Licuada
Cabinas Esteriles por Flujo Laminar Vertical	Homogenizador Múltiple
Control de Autoclave	Microscopio
Cuenta Colonia	Microscopio
Cuenta Colonia	Microscopio
Esterilizador Infrarojo	Microscopio
Estufa	Microscopio
Encubadora	Refrigeradora
Esteroscopio	Vortex
Esteroscopio	Autoclave
Esteroscopio	Termómetro NIST
Hot Plate	

**Fuente:** Elaboración propia, datos tomados de inventarios físicos laboratorio de aguas residuales informe 2011.

**Tabla N<sup>o</sup>16. Estadísticas de análisis realizados año 2011(Microbiología)**

<b>Análisis realizados en el laboratorio Microbiología periodo 2011</b>	
<b>Análisis realizados</b>	<b>Cantidad de Análisis 2011</b>
Determinación de coliformes fecales.	399
Determinación de E.coli.	5
Determinación de coliformes totales por el método de tubos múltiples.	261
Recuento de mesófilos en agua por el método de sedimentación de placas.	0

**Fuente:** Elaboración propia

**I.3.6 Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios:** Es el único de su tipo en Nicaragua. Con su equipamiento se pueden simular procesos de potabilización de aguas superficiales incluyendo floculación, sedimentación y filtración, sin obviar pasos intermedios como la determinación de dosis y pH óptimos, pérdidas de carga por filtración y otros aspectos de este proceso.

### Análisis que se realizan en este laboratorio

- Prueba de jarras (engloba miento de floculación, sedimentación y filtración)

### Puestos de trabajo

En este laboratorio solo trabaja una persona la encargada del laboratorio y ella se encarga de realizar la simulación, análisis como tal y recolección de la muestra.

**Tabla N<sup>o</sup>17. Condiciones de trabajo para el laboratorio de Operaciones y Procesos unitarios.**

<b>Laboratorio de Operaciones y procesos Unitarios</b>	
<b>Condiciones de trabajo</b>	<b>Factores de riesgo</b>
1. Existen procedimientos de trabajo para la ejecución de los análisis.	<b>Agentes Químicos</b>
2. No existe señalización de los equipos y áreas más riesgosos.	
3. Las paredes tienen buena apariencia y están en buenas condiciones al igual que el piso.	
4. Los equipos que utilizan están en buenas condiciones.	
5. Equipos en mal estado son almacenados dentro del laboratorio.	<b>Agentes Biológicos</b>
6. Presencia de un extintor ABC, certificados y llenados para la fecha actual.	
7. Espacio no despejado para la limpieza.	➤ Manipulación de muestras contaminadas, aguas residuales.
8. Espectrofotómetro y balanzas digitales no están provistos para el laboratorio por lo que provoca salir con reactivos y muestras en proceso de análisis fuera del laboratorio, pasar por pasillo e ingresar u otro laboratorio.	
9. No existe depósitos de residuos diferenciados.	➤ En el momento del muestreo existe contacto directo con aguas residuales.
10. El área del responsable de laboratorio no presenta separaciones físicas.	
10. Existencia de aire acondicionado pero con recirculación de aire.	
11. Estantes para el almacén de reactivos inapropiado.	
12. Reactivos químicos sin clasificación, almacenados de forma incorrecta.	
13. Gestión de los inventarios de reactivos inadecuada.	

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla N<sup>o</sup>18. Estadísticas de análisis realizados año 2011(Operaciones y Procesos Unitarios)**

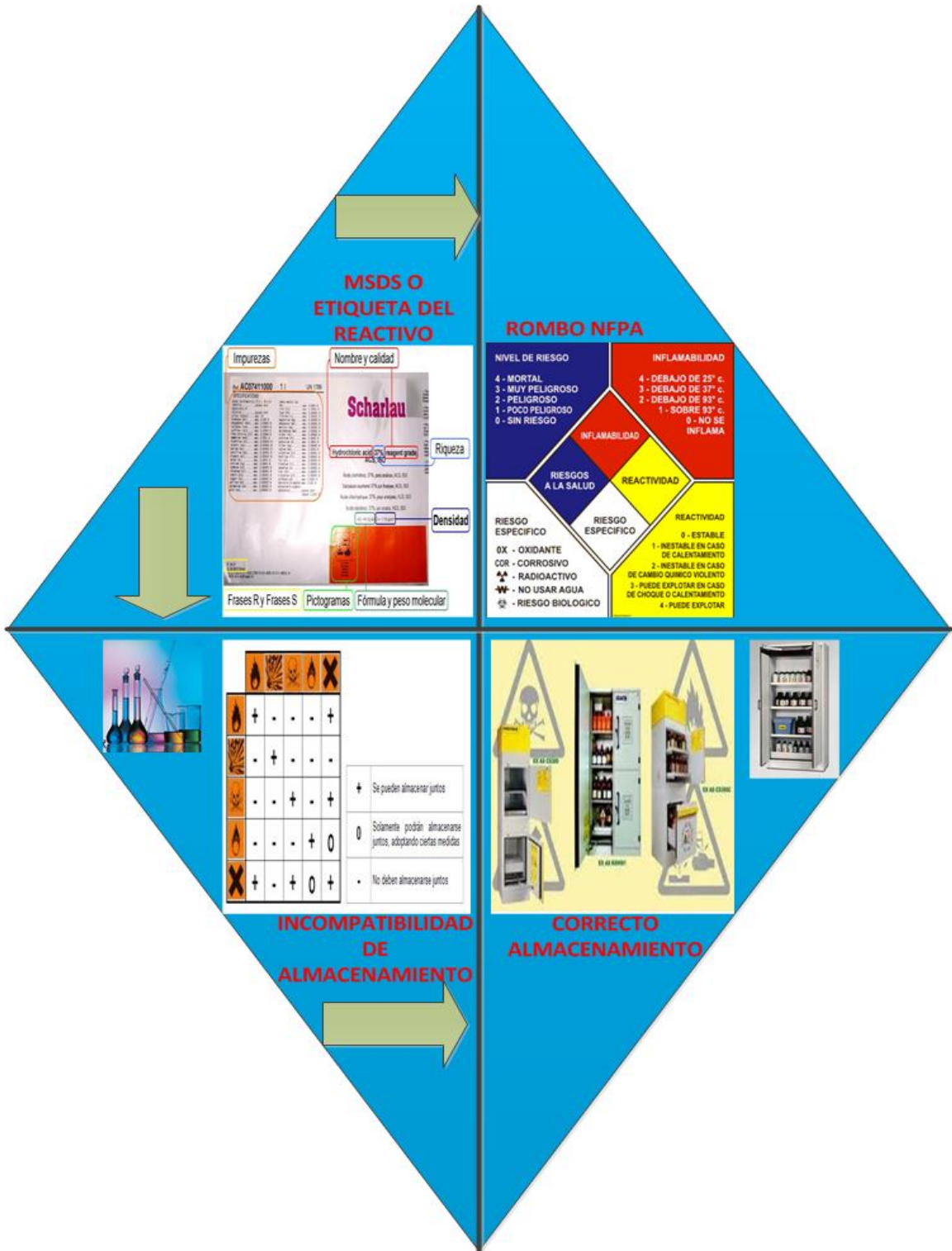
<b>Análisis realizados en el laboratorio Operaciones y Procesos Unitarios periodo 2011</b>	
<b>Análisis realizados</b>	<b>Cantidad de Análisis 2011</b>
Dosis optima	1
Coagulante	5
Concentración optima	4
Optimo de coagulante	4

**Fuente: Elaboración propia**

#### **I.4 Los accidentes registrados de mayor énfasis son:**

- Quemaduras en primer y segundo grado (Ing. Eloísa) por la combinación del ácido y base. Al momento de manipular la pipeta esta contenía residuos de ácidos que al succionar la porción de base produjo una explosión.
- Aparición de manchas en la piel (Ing. Elda escobar) por la manipulación de bacterias y microorganismos vivos.
- Quebradura de cristalería en uso (Ing. shaday) balones puestos en cocina sin tiempo controlado para la evaporación de líquidos los cuales reventaron por altas temperaturas.

## CAPÍTULO II: CLASIFICACIÓN DE REACTIVOS QUIMICOS SEGUN SUS PROPIEDADES PELIGROSAS





## Introducción

El reactivo o reactante es una sustancia que interactúa con otra en una reacción química y que da lugar a otras sustancias de propiedades, características y conformación distintas, denominados productos de reacción<sup>35</sup>. En los laboratorios de CIEMA/PIENSA se utilizan reactivos químicamente puros, sólidos y líquidos; así como en disoluciones preparadas en concentraciones más bajas diluidos en agua destilada.

El manejo de productos químicos es una tarea de alto riesgo con graves consecuencias que se evidencian en los accidentes de trabajo, como lesiones irreversibles en los ojos, miembros superiores y quemaduras, cuya recuperación requiere 90 días o más. Se necesita seguir trabajando para comprender los beneficios de rotular correctamente los productos y mantener su clasificación.

Para poder establecer una buena clasificación se tiene que manejar un **inventario de todos los reactivos utilizados** por los laboratorios, esto no es más que la lista de nombres y cantidades de cada uno los reactivos utilizados. Tomando en consideración este primer paso se procede a la búsqueda de características y cualidades de cada uno, en la ficha técnica u hoja de seguridad.

La ficha técnica de cada reactivo, marca los parámetros necesarios para establecer compatibilidades y grado de manipulación en los diferentes procesos de trabajo, esto como una buena base en la prevención de accidentes.

La clasificación de los reactivos se realizó por cada laboratorio, según los que se presentan en cada uno de ellos, esto porque las características de los mismos son particulares e inherentes para cada reactivo.

Se asigna leyenda de color a cada grupo de reactivos de acuerdo al sistema de identificación de peligros SAF-T-DATA y Código de almacenaje WINKLER. Que son sistemas de identificación que mantienen los estándares y especificaciones para cada reactivo y su grupo a nivel mundial.

---

<sup>35</sup> Artículo **Reactivo**. Wikipedia la enciclopedia libre.



El sistema **SAF-T-DATA** asigna color a las etiquetas de almacenamiento por compatibilidad, el color **verde** para reactivos con mínima peligrosidad, el color **azul** para reactivos tóxicos o peligrosos para la salud o el medio ambiente, el color **amarillo** para reactivos comburentes y de alta reactividad, el color **rojo** para reactivos inflamables, el color blanco para reactivos corrosivos, y rayas oblicuas para reactivos incompatibles del mismo color.

El **código** de almacenaje **Winkler** utiliza el color rojo para reactivos inflamables, el color amarillo para oxidantes, el color blanco para corrosivos, el color azul para tóxicos y el color verde para reactivos que no ofrecen un riesgo importante.

Cada estante deberá contener la señalización correspondiente, para más información ver anexo N<sup>o</sup>37. Cabe destacar que la señalización que se presenta en este trabajo corresponde al nuevo reglamento sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CE) 1272/2008, conocido por su acrónimo en inglés CLP<sup>36</sup>, para facilitar la información en el comercio mundial y asegurar un alto nivel de protección de la salud humana y el medio ambiente a nivel global, según la declaración de principios del propio reglamento.

Una vez identificados los reactivos, clasificación, leyenda y señalización se procede a establecer las incompatibilidades de almacenamiento en los depósitos de estantes. Aquí se toma como punto de apoyo la matriz llamada **Incompatibilidades de almacenamiento de sustancias peligrosas** (ver tabla N<sup>o</sup>20).

Los reactivos químicos son la materia prima de los laboratorios, la base del trabajo es la aplicación de los reactivos de forma adecuada para dar resultados veraces que sirvan al desarrollo ambiental en las industrias y a la prevención definitiva dentro de los puestos laborales.















---

<sup>36</sup> Por sus siglas en inglés: Classification Labelling and Packaging.





Tabla N<sup>o</sup>19. Incompatibilidades de almacenamiento de sustancias peligrosas

	<b>F+</b>  FACILMENTE INFLAMABLE	<b>E</b>  EXPLOSIVO	<b>T</b>  TOXICO	<b>O</b>  COMBURENTE	<b>Xn</b>  NOCIVO	<b>Xi</b>  IRRITANTE	<b>C</b>  CORROSIVO
<b>F+</b>  FACILMENTE INFLAMABLE	+	-	-	-	+	+	+
<b>E</b>  EXPLOSIVO	-	+	-	-	-	-	-
<b>T</b>  TOXICO	-	-	+	-	+	+	+
<b>O</b>  COMBURENTE	-	-	-	+	O	O	O
<b>Xn</b>  NOCIVO	+	-	+	O	+	+	+
<b>Xi</b>  IRRITANTE	+	-	+	O	+	+	+
<b>C</b>  CORROSIVO	+	-	+	O	+	+	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente

- Solamente podrán almacenarse juntas si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención

O No deben almacenarse juntas

Fuente: Guía para la gestión de residuos industriales en Navarra, José Andrés Burguete Torrez.



## II.1 Laboratorio de Aguas Residuales

### II.1.1 Inventario de reactivos

El inventario no es más que la recopilación de todos los reactivos utilizados, la cantidad para el laboratorio de aguas residuales es de cincuenta y seis<sup>37</sup> (56) según lista oficial presentada por la encargada del laboratorio. Se logró identificar para cada uno su hoja de seguridad.

### II.1.2 Clasificación de los reactivos

Según el inventario y manejo de sus **MSDS**, veintiún (21) reactivos no presentan características de peligrosidad, por consiguiente no pertenecen a ningún grupo.

Dentro de la clasificación de reactivos que originan accidentes fueron encontrados diez (10), de los cuales uno (1) pertenece específicamente al grupo **Inflamable**, uno al grupo (1) **Comburente** y ocho (8) pertenecen al grupo **corrosivo**.

Se tendrá que tener sumo cuidado al manipular los reactivos corrosivos con otras sustancias especialmente con las inflamables ya que producen una reacción fuertemente exotérmica. Lo que se puede destacar de los reactivos corrosivos es que presentan una acción destructiva al entrar en contacto con los tejidos vivos.

Dentro de los reactivos que producen **daños para la salud** se encuentran veinte cuatro (24) reactivos por total, haciendo énfasis en el grupo **nocivo, tóxico e irritante**. En menores magnitudes **muy tóxicos**.

Para la clasificación de reactivos que producen **daños al medio ambiente** se encontró uno (1) específicamente bajo el grupo de **contaminantes de las aguas**. La tabla N<sup>o</sup>19 presenta una visión clara de los nombres de los reactivos así como la asignación de colores para el grupo al que pertenece.

---

<sup>37</sup> Anexo N<sup>o</sup>2. Lista de reactivos químicos para el laboratorio de aguas residuales.



**Tabla N°20 Clasificación de reactivos para el laboratorio de aguas residuales**

Nombre químico	Clasificación	Nombre químico	Clasificación
Éter ter-butilmetílico	Inflamable	Sodio tetraborato anhidrido	Tóxico
Potasio dicromato	Comburente	Sodio tetraborato decahidratado (Borax)	Tóxico
Ácido clorhídrico fumante 37%	Corrosivo	Mercurio(II) óxido	Muy tóxico
Ácido nítrico 65%	Corrosivo	Sodio azida	Muy tóxico
Ácido sulfúrico	Corrosivo	Sulfato de Mercurio	Muy tóxico
Hierro(III) sulfato hexahidrato	Corrosivo	Ácido oxálico dihidrato	Nocivo
Plata sulfato	Corrosivo	Ácido salicílico	Nocivo
Potasio hidróxido	Corrosivo	Amonio cloruro	Nocivo
Potasio yodato	Corrosivo	Azul de metileno	Nocivo
Sodio hidróxido (pellet)	Corrosivo	Cinc acetato dihidrato	Nocivo
1,10 Fenantrolina monohidrato	Tóxico	Cloroformo	Nocivo
Ácido bórico	Tóxico	di-Sodio oxalato	Nocivo
Amonio monovadato	Tóxico	Hierro(II) sulfato heptahidrato	Nocivo
Bario cloruro dihidrato	Tóxico	Manganeso (II) sulfato monohidrato	Nocivo
Fenolftaleína	Tóxico	Calcio cloruro	Irritante
Metavanadato de Amonio	Tóxico	Calcio cloruro dihidratado	Irritante
Selenio (polvo)	Tóxico	Sodio carbonato	Irritante
		Rojo de metilo	Peligroso para el medio ambiente

**Fuente: Elaboración propia**

Es de suma importancia explicar que hay reactivos que presentan la cualidad de pertenecer a dos, tres y hasta cuatro grupos a la vez. Un caso específico es el reactivo **potasio dicromato** que es **comburente, muy toxico y peligroso para el medio ambiente**. Para estos casos se toma el grupo de mayor importancia, en cuanto a su nivel de peligrosidad.

### II.1.3 Almacenamiento

El riesgo originado por el almacenamiento de productos químicos no depende únicamente de la cantidad almacenada sino también, de la peligrosidad intrínseca de estos como factores de riesgo a tomar en cuenta para reducir el riesgo potencial de reacciones químicas. Es necesario aplicar el criterio de compatibilidad química si se quiere lograr un almacenamiento seguro.

La realidad del laboratorio de aguas residuales referente al almacenamiento de reactivos es que no cumple con las normas de seguridad, el laboratorio almacena los reactivos en gabinetes de madera que poseen dos depósitos, ubicados en la parte baja de las mesas de trabajo. Además la forma de



almacenamiento no cumple con los estándares. En cuanto agrado de peligrosidad de los reactivos, rombo NFPA, señalización entre otros aspectos.

En la tabla N<sup>o</sup>20 se presenta las incompatibilidades de almacenamiento de sustancias peligrosas, apoyados en esta matriz y en la clasificación de reactivos realizada anteriormente, se darán especificaciones dirigidas a reducir el riesgo que representan actualmente las condiciones de almacenamiento en el laboratorio de aguas residuales.

- El reactivo **comburente** debe almacenarse en el depósito número uno (1), la leyenda debe ser de color amarillo.
- Los tres (3) reactivos **irritantes** deben almacenarse en el depósito número dos (2), de forma adyacente al depósito número uno (1), la leyenda de este depósito será de color verde.
- En el depósito número tres (3), almacenar los nueve (9) reactivos **tóxicos**, la leyenda para este depósito será de color azul.
- En el depósito número cuatro (4) almacenar los tres (3) reactivos **muy tóxicos**. Su leyenda será de color azul.
- En el depósito número cinco (5) almacenar los nueve (9) reactivos **corrosivos**. Su leyenda será de color blanco.
- En el depósito número seis (6) almacenar los nueve (9) reactivos **nocivos**, su leyenda será de color azul.
- En el depósito número siete (7) almacenar el reactivo **inflamable**, su leyenda será de color rojo.
- En el depósito número ocho (8) almacenar once (7) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.
- En el depósito número nueve (9) almacenar diez (7) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.



- En el depósito número diez (10) almacenar diez (7) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.

En el anexo N<sup>0</sup>3, se presenta el diseño propuesto para el almacenamiento de este laboratorio desde la perspectiva 3D.

## II.2 Laboratorio de Calidad del Aire

### II.2.1 Inventario de reactivos

El laboratorio de calidad del aire cuenta con un inventario de treinta y nueve (39<sup>38</sup>) según lista proporcionada por el responsable del laboratorio. Se logró identificar su hoja de seguridad para cada uno de los reactivos. Todos los reactivos permanecen dentro del laboratorio, pero no todos ellos se utilizan. Según el encargado del laboratorio sólo siete (7) reactivos son utilizados para la ejecución de análisis, esto porque los otros análisis son ejecutados en las propias empresas con aparatos especiales ajenos de la utilización de reactivos.

### II.2.2 Clasificación de los reactivos

Doce (13) reactivos no presentan características peligrosas por ende no pertenecen a ningún grupo.

Cabe destacar el Tanque de gas SO<sub>2</sub> para Calibración, no presentan frase **R** ni frase **S**, es clasificado como toxico.

Los **reactivos que causan accidentes** son trece (13), de los cuales se destaca el grupo de reactivos clasificados como **corrosivos** con la mayor cantidad, en este caso ocho (8) y en menor cantidad los **inflamables** y **comburentes**.

De los **reactivos que producen daños a la salud** se encuentran un total de trece (13) reactivos, presentando mayor presencia los del grupo **nocivo** con seis (6). Los otros se distribuyen en cuatro (4) **irritantes** y tres (3) **tóxicos**.

---

<sup>38</sup> Anexo N<sup>0</sup>4. Lista de reactivos químicos para el laboratorio de calidad del aire.



El grupo nocivo, tiene propiedades en su composición natural que causan efectos agudos o crónicos e incluso la muerte, lógicamente al estar expuesto a la acción de inhalación, penetración cutánea y la ingestión.

**Tabla N<sup>o</sup>21 Clasificación de reactivos para el laboratorio calidad de aire**

Nombre químico	Clasificación	Nombre químico	Clasificación
Acetona Certificada	Inflamables	Fuchina	Tóxicos
Acido Acético Glacial	Inflamables	Tanque de gas SO <sub>2</sub> para Calibración	Tóxicos
Acido Nítrico	Comburentes	Pararosaniline Chloride	Tóxicos
Nitrito de Sodio	Comburentes	Cloruro de Cobre (I)	Nocivos
Yodato de Potasio	Comburentes	Ethylen Glycol	Nocivos
Acido Fosfórico	Corrosivos	MBTH	Nocivos
Acido Ortofosfórico 85 %	Corrosivos	Pirogalol	Nocivos
Acido Sulfúrico 70 %	Corrosivos	Sulfito de Sodio	Nocivos
Amonio Hidróxido	Corrosivos	Yodo Resublimado	Nocivos
Etilendiamina 2 HCl	Corrosivos	1-Naftiletildiamina (NEDA)	Irritantes
Formaldehído en solución (37%)	Corrosivos	dihydrochloride 98 % ACS	Irritantes
Hidróxido de Potasio	Corrosivos	Fosfato de Sodio	Irritantes
Hidróxido de Sodio	Corrosivos	Titriplex CDTA-Merck	Irritantes

Fuente: Elaboración propia

### II.2.3 Almacenamiento

Las condiciones actuales de almacenamiento de reactivos en este laboratorio entran en conflicto con las medidas de almacenamiento que orientan trabajar con el mínimo stock. Lo más recomendable es mantener en los estantes los reactivos se utilizan para las actividades del laboratorio. Sin embargo según el inventario presentado por el responsable de este laboratorio se realizó la clasificación de estos resultando las siguientes particularidades.

- Se pueden almacenar juntos los dos (2) reactivos **inflamables** con los cuatro (4) reactivos **irritantes** en el depósito número uno (1). Deberá presentarse la leyenda roja y verde de forma compartida.
- Los ocho (8) reactivos **corrosivos** deben ubicarse en el depósito número dos (2). Su leyenda será de color blanco.
- Los tres (3) reactivos **tóxicos** se pueden almacenar con los seis (6) reactivos **nocivos** en el depósito número tres (3), el cual no debe estar



adyacente al depósito número dos (2) por motivos de seguridad. Su leyenda será de color azul.

- Los tres (3) reactivos **comburente** deben almacenarse en el depósito número cuatro (4). Su leyenda será de color amarillo.
- Para el Tanque de gas SO<sub>2</sub> para Calibración, clasificado como **tóxico** se tomaran medidas específicas de almacenamiento ajenas, no se pueden almacenar dentro del estante.
- En el deposito número cinco (5) se pueden almacenar siete (7) reactivos que no presentan característica de peligrosidad.
- En el deposito número seis (6) se pueden almacenar seis (6) reactivos que no presentan característica de peligrosidad

En el anexo N<sup>0</sup>5, se presenta el diseño propuesto para el almacenamiento de este laboratorio desde la perspectiva 3D.

## II.3 Laboratorio físico químico de aguas naturales

### II.3.1 Inventario de reactivos

El laboratorio cuenta con inventario de doscientos tres (203<sup>39</sup>) reactivos. De estos se logró identificar su hoja de seguridad a todos. Destaca sobre los demás laboratorios en el aspecto de ordenamiento y características propias del estante en el cual almacenan los reactivos. Pero si presenta anomalías en cuanto a la conservación del stock mínimo dentro del laboratorio.

### II.3.2 Clasificación de los reactivos

Ochenta y uno (81) de los reactivos no presentan características de peligrosidad por consiguiente no pertenecen a ninguno de los grupos.

De los **reactivos que originan accidentes** se encontraron cincuenta y uno (51) de los cuales destacan los reactivos **corrosivos** con dieciocho (18) unidades,

---

<sup>39</sup> Anexo N<sup>0</sup>6. Lista de reactivos químicos para el laboratorio físico-químico de aguas naturales.



seguido por los **inflamables** con diecisiete (17) unidades y por último los **comburentes** con dieciséis (16) unidades.

Los **reactivos que causan daños para la salud** son setenta y uno (71), haciendo énfasis en el grupo **nocivo** con veintiocho (28) reactivos, **tóxicos** con veinte cuatro (24) reactivos e **irritantes** con catorce (14) reactivos y en una menor cantidad los **muy tóxicos**.

Para alcanzar una mejor comprensión de la clasificación ver la tabla N<sup>0</sup>22 que contiene un detalle de los reactivos peligrosos.

**Tabla N<sup>0</sup>22 Clasificación de reactivos para el laboratorio físico-químico de aguas naturales**

Nombre químico	Clasificación	Nombre químico	Clasificación
Acetona	Inflamables	Persulfato de amonio	Comburentes
Ácido acético (glacial) 100%	Inflamables	Persulfato de potasio	Comburentes
Bencina de petróleo 40-600c	Inflamables	Yodato de potasio	Comburentes
Dodecilo hidrogeno sulfato sal sódica	Inflamables	Acetato de cobre II	Corrosivos
Etanol 96 %	Inflamables	Ácido clorhídrico 37%	Corrosivos
Etanol absoluto	Inflamables	Ácido orto-fosfórico 85%	Corrosivos
Éter diisopropílico	Inflamables	Ácido sulfúrico 95-97%	Corrosivos
Etilo acetato	Inflamables	Amoniaco	Corrosivos
Hexametenotetramina	Inflamables	Cloramina T trihidratado	Corrosivos
Hexametilentetramina	Inflamables	Cloruro de mercurio II	Corrosivos
Hierro obtenido por reducción	Inflamables	Cloruro de zirconio	Corrosivos
Magnesio metálico cinta (3mm ancho)	Inflamables	Disulfito de sodio	Corrosivos
Manganeso (polvo)	Inflamables	Fenol	Corrosivos
Metanol	Inflamables	Formaldehído en solución 37%	Corrosivos
N-Hexano	Inflamables	Hexacloroplatino de potasio IV	Corrosivos
Piridina	Inflamables	Hidróxido de amonio	Corrosivos
Tolueno	Inflamables	Hidroxido de calcio	Corrosivos
Ácido nítrico	Comburentes	Hidroxido de potasio	Corrosivos
Ácido perclórico	Comburentes	Hidróxido de sodio	Corrosivos
Bromato de potasio	Comburentes	Metasilicato de sodio nonahidratado 98%	Corrosivos
Clorato de potasio	Comburentes	Sulfato de zinc heptahidratado	Corrosivos
Dicromato de potasio	Comburentes	1-10 Fenantrolina monohidrato	Tóxicos
Hidrogeno diyodato de potasio	Comburentes	1-4-fenilendiamina diclorhidrato	Tóxicos
m-Peryodato de potasio	Comburentes	1-Naftilamina	Tóxicos
Nitrato de plata	Comburentes	Acetato de plomo (II) 3 hidrato	Tóxicos
Nitrato de potasio	Comburentes	Ácido mercaptoacético 70%	Tóxicos
Nitrato de sodio	Comburentes	Anaranjado de metilo	Tóxicos
Nitrito de sodio	Comburentes	Clorhidrato de anilina	Tóxicos
Perclorato de magnesio X hidratado	Comburentes	Cloruro de cobalto II hexahidratado	Tóxicos
Permanganato de potasio	Comburentes	Cromato de potasio	Tóxicos





Nombre químico	Clasificación	Nombre químico	Clasificación
Fenoltaleína	Tóxicos	Cloruro de litio	Nocivos
Fluoruro de potasio	Tóxicos	Cloruro de manganeso II	Nocivos
Fluoruro de sodio	Tóxicos	Cloruro stannoso II dihidratado	Nocivos
Hidracinio sulfato	Tóxicos	Diclorometano	Nocivos
Metaarsenito de sodio	Tóxicos	Etilenglicol	Nocivos
Monovadato de amonio	Tóxicos	Mezcla reactiva de selenio	Nocivos
Nitroprusiato de sodio	Tóxicos	N-Hexano	Nocivos
Selenio powder 99.5 +%	Tóxicos	Oxalato de amonio	Nocivos
Sulfato de hidrazina	Tóxicos	Oxalato de disodio	Nocivos
Sulfato de níquel hexahidratado	Tóxicos	Oxalato dipotasio hidrato	Nocivos
Tetraborato de disodio anhidro	Tóxicos	Salicilato de sodio	Nocivos
Tetraborato de sodio decahidratado	Tóxicos	Sulfato de cobre pentahidratado	Nocivos
Tetracloruro de carbono	Tóxicos	Sulfato de hierro II heptahidratado	Nocivos
Tiocetamida	Tóxicos	Sulfato ferroso	Nocivos
Tiosinamina (N-allyltrihoarnstoff)	Tóxicos	Tierra silicea G	Nocivos
Cadmio en polvo	Muy Tóxicos	Tiocianato de potasio	Nocivos
Cianuro de potasio	Muy Tóxicos	Yodo resublimado	Nocivos
Nitrato de mercurio (II) monohidrato	Muy Tóxicos	Ácido cítrico monohidratado	Irritantes
Óxido de mercurio II rojo	Muy Tóxicos	Ácido L(+)-tartárico	Irritantes
Sulfato de mercurio II	Muy Tóxicos	Ácido sulfámico	Irritantes
Acetato de zinc dihidratado	Nocivos	Ácido sulfanílico	Irritantes
Ácido oxálico	Nocivos	Bromuro de potasio	Irritantes
Antimonio potasio tartrato hidratado	Nocivos	Carbonato de potasio	Irritantes
Bisulfito de sodio	Nocivos	Carbonato de sodio anhidro	Irritantes
Carbonato de litio puro	Nocivos	Carbonato de sodio decahidratado	Irritantes
Ciclohexanona	Nocivos	Cloruro de calcio anhidro (polvo puro)	Irritantes
Cloruro de amonio	Nocivos	Cloruro de calcio dihidratado	Irritantes
Cloruro de cobre I	Nocivos	Cloruro de calcio fundido granulado	Irritantes
Cloruro de estaño (II) dihidrato	Nocivos	Ditizona	Irritantes
Cloruro de hidroxilamina	Nocivos	Eriocromo azul SE	Irritantes
Cloruro de hierro III anhidro	Nocivos	Eriocromo negro T	Irritantes

Fuente: Elaboración propia a partir de inventario de reactivos proporcionado por la dirección del laboratorio Físico Químico de Aguas Naturales

### II.3.3 Almacenamiento

Es uno de los laboratorios que más destaca la forma de almacenaje, por tener ordenado con números los estantes que contienen los reactivos químicos. Estos estantes permiten establecer varios depósitos y lograr la separación de los reactivos.

Según la clasificación de reactivos de acuerdo a su peligrosidad se establecen las siguientes especificaciones en cuanto al almacenamiento

- Los diecisiete (17) reactivos **inflamables** deberán almacenarse en un primer depósito. Su leyenda será de color rojo.
- Los catorce (14) reactivos **irritantes** deberán almacenarse en un segundo depósito y puede estar adyacente al depósito número uno. Su leyenda será de color verde.



- Los dieciséis (16) reactivos **comburentes** deben almacenarse en un tercer depósito. Su leyenda será de color amarillo.
- Los dieciocho (18) reactivos **corrosivos** deben almacenarse en un cuarto depósito. Su leyenda será de color blanca.
- Los veinticuatro (24) reactivos **tóxicos** deben almacenarse en un quinto depósito. Su leyenda será de color azul.
- Los cinco (5) reactivos **muy tóxicos** deben almacenarse en un sexto depósito y puede almacenarse de forma adyacente al depósito número cinco. Su leyenda será de color azul.
- Los veintiocho (28) reactivos **nocivos** deben almacenarse en un séptimo depósito. Su leyenda será de color azul.
- En el octavo depósito almacenar quince (15) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.
- En el noveno depósito almacenar quince (15) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.
- En el décimo depósito almacenar quince (15) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.
- En el onceavo depósito almacenar quince (15) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.
- En el doceavo depósito almacenar veintiún (21) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.

En el anexo N<sup>o</sup>7, se presenta el diseño propuesto para el almacenamiento de este laboratorio desde la perspectiva 3D.



## I.4 Laboratorio de Microbiología

### II.4.1 Inventario de reactivos

Este laboratorio manipula un total de cincuenta y dos reactivos<sup>40</sup> (52), se logró encontrar sus hojas de seguridad, pero es necesario mencionar que los reactivos utilizados en el laboratorio no representan mayores riesgos químicos, porque la mayoría son medios deshidratados.

### II.4.2 Clasificación de los reactivos

Treinta y cinco (35) de los reactivos no presentan características de peligrosidad por consiguiente no pertenecen a ninguno de los grupos.

Los **reactivos que producen accidentes** son siete (7) caracterizándose los **inflamables** y **corrosivos**.

Los **reactivos que presentan daños para la salud** son diez (10) con la cantidad de cuatro (4) para cada uno en los grupos **nocivos** e **irritantes** y **tóxicos** y **muy tóxicos** uno (1) para cada uno.

En la tabla N<sup>o</sup>23 se encuentra el detalle de la clasificación de reactivos de acuerdo a su grupo de peligrosidad y características correspondientes.

### II.4.3 Almacenamiento

Tomando en consideración el inventario de reactivos, las propiedades peligrosas y las condiciones de compatibilidad para el almacenamiento de reactivos, resultan las siguientes especificaciones

- En el deposito número siete, almacenar dieciocho (18) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.
- En el deposito número ocho, almacenar diecisiete (17) reactivos que no presenten característica de peligrosidad.

---

<sup>40</sup> Anexo N<sup>o</sup>8. Lista de reactivos químicos para el laboratorio microbiología de aguas.



- Los tres (3) reactivos **inflamables** van almacenarse en el depósito número tres, este depósito deberá tener una leyenda con color rojo.
- Los cuatro (4) reactivos **irritantes** van almacenarse en el depósito número cuatro adyacente al depósito número uno, la leyenda de este estante será color verde.
- Los cuatro (4) reactivos **nocivos** van almacenarse en el depósito número cinco y la leyenda deberá ser de color azul. Se podrá almacenar un reactivo **toxico** y un reactivo **muy toxico**. Se mantendrá la leyenda.
- Los cuatro (4) reactivos **corrosivos** van almacenarse en el depósito número seis, de forma adyacente al depósito donde estén los nocivos, la leyenda de este estante será de color blanco.

En el anexo N<sup>o</sup>9, se presenta el diseño propuesto para el almacenamiento de este laboratorio desde la perspectiva 3D.

**Tabla N<sup>o</sup>23 Clasificación de reactivos para el laboratorio microbiología de aguas**

Nombre químico	Clasificación
2, 3, 5-Trifeniltetrazolo clorhidrato	Inflamables
Ácido Acético (glacial)	Inflamables
Etanol 96%	Inflamables
1- Naftol	Corrosivos
Agar para Coliformes	Corrosivos
Hidróxido de sodio	Corrosivos
Hierro(III) cloruro hexahidrato	Corrosivos
Fucsina	Tóxicos
Sodio Azida para Síntesis	Muy Tóxicos
Agar ECD	Nocivos
Cloruro de Amonio	Nocivos
Verde de malaquita oxalato	Nocivos
Violeta de genciana fenicado en solución	Nocivos
Agar Salmonella-shigella	Irritantes
Agar Triptosa Soya	Irritantes
Base Agar Endo	Irritantes
Carbonato de sodio	Irritantes

Fuente: Elaboración propia



## II.5 Laboratorio de Micropoluentes

### III.5.1 Inventario de reactivos

Los reactivos presentes en el laboratorio son treinta<sup>41</sup> (30), a cada uno de ellos se les encontró su hoja de seguridad.

### II.5.2 Clasificación de los reactivos

Cinco (5) reactivos no presentan característica de peligrosidad por consiguiente no pertenecen a ningún grupo.

De los **reactivos que producen accidentes** se encontraron dieciséis (16) siendo representativos tres grupos los corrosivos, inflamables y comburentes. De los **reactivos que causan daños para la salud** se identificaron nueve (9), siendo representativo los grupos irritantes y cancerígenos.

La tabla N<sup>o</sup>24 presenta la clasificación de reactivos según sus características peligrosas. Esto para una visualización más clara de los nombres y leyendas.

**Tabla N<sup>o</sup>24 Clasificación reactivos laboratorio de Micropoluentes**

Nombre químico	Clasificación	Nombre químico	Clasificación
Acetato de etilo	Inflamable	Amoniaco en solución 25%	Corrosivo
Acetona	Inflamable	Hidróxido de potasio	Corrosivo
Eter de petróleo	Inflamable	Solución estándar de Hg	Corrosivo
Iso Octano	Inflamable	Zn(II) chloride-dihydrat	Corrosivo
Metanol	Inflamable	Solución estándar de Cr	Irritante
Methyl-ter-Buthyl Ether	Inflamable	Solución estándar de Cu	Irritante
N-Hexano	Inflamable	Solución estándar de Fe	Irritante
Ácido Nítrico 65%	Comburente	Solución estándar de Mn	Irritante
Hexahidrato de nitrato de magnesio	Comburente	Solución estándar de Pb	Irritante
Nitrato de Paladio II	Comburente	Solución estándar de Se	Irritante
Ácido Clorhídrico Fumante 37%	Corrosivo	Solución estándar de Zn	Irritante
Ácido sulfúrico 95-97%	Corrosivo	Dicloro metano	Cancerígeno
		Solución estándar de As	Cancerígeno

Fuente: Elaboración propia

<sup>41</sup> Anexo N<sup>o</sup>10. Lista de reactivos químicos para el laboratorio de Micropoluentes.



### II.5.3 Almacenamiento

A partir de la clasificación de los 25 reactivos del laboratorio de Micropoluentes, es posible expresar las siguientes especificaciones de almacenamiento de acuerdo a las normas internacionales de compatibilidad

- Los tres (3) reactivos **comburentes** almacenarse en el depósito número uno, la leyenda debe ser de color amarillo.
- Los siete (7) reactivos **irritantes** almacenarse en el depósito número dos, de forma adyacente al depósito número uno, la leyenda para este estante debe ser de color verde.
- Los siete (7) reactivos **inflamables** almacenarse en el depósito número tres, de forma adyacente al depósito número dos, la leyenda para este estante debe ser de color rojo.
- Los seis (6) reactivos **corrosivos** almacenarse en el depósito número cuatro, la leyenda para este estante debe ser de color blanco.
- Los dos (2) reactivos **cancerígenos** almacenarse en el depósito número cinco, la leyenda para este estante debe ser de color azul.
- En el depósito número seis, almacenar los cinco (5) reactivos que no presentan características de peligrosidad.

En el anexo N<sup>o</sup>11, se presenta el diseño propuesto para el almacenamiento de este laboratorio desde la perspectiva 3D.

## II.6 Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios

### II.6.1 Inventario de reactivos

Los reactivos que actualmente mantiene en inventario son veintinueve<sup>42</sup> (29), ninguno se presenta de forma repetida en la lista y solo a una sustancia no se

---

<sup>42</sup> Anexo N<sup>o</sup>12. Lista de reactivos químicos para el laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios.



encontró su hoja de seguridad, esto porque se prepara dentro del mismo laboratorio.

## II.6.2 Clasificación de los reactivos

Catorce reactivos (13) no presentan característica de peligrosidad, por consiguiente no están incluidos en ninguno de los grupos.

Los **reactivos que originan accidentes** son diez (10), caracterizándose los del grupo **corrosivo**.

Los **reactivos que causan daños a la salud** son cinco (5) caracterizándose el grupo **toxico y nocivo**.

La tabla N<sup>o</sup>25 presenta una visión más clara de los grupos de reactivos y sus respectivos nombres.

**Tabla N<sup>o</sup>25 Clasificación de reactivos laboratorio OPU** (operaciones-procesos-unitarios)

Nombre químico	Clasificación
Etanol absoluto ACS,ISO	Inflamable
Hexano	Inflamable
Indicador mixto rojo/azul/metilo	Inflamable
Ácido nítrico concentrado	Comburente
Dicromato de potasio cristal	Comburente
Nitrato de plata cristal	Comburente
Ácido sulfúrico	Corrosivo
Cloruro de hierro	Corrosivo
Hidróxido de amonio	Corrosivo
Hidróxido de sodio perlas	Corrosivo
Ácido Bórico 2%	Tóxico
Cromato de potasio granular	Tóxico
Cloruro de amonio	Nocivo
Hexano	Nocivo
Cloruro de calcio anhidro	Irritante

Fuente: Elaboración propia



### II.6.3 Almacenamiento

Las condiciones actuales de almacenamiento de este laboratorio consiste en un estante metálico, el cual no cumple con los parámetros internacionales de compatibilidades de almacenamiento, además, la altura de este estante es exagerada para la altura promedio de la responsable de este laboratorio, entre otros aspectos, el estante no posee puertas de contención, que pueden terminar en la caída de alguno de los reactivos.

Sin embargo al establecer la clasificación de reactivos se puede orientar la forma de almacenamiento que mejore vigorosamente las condiciones inseguras actuales.

- Los tres (3) reactivos **comburentes** pueden almacenarse en el depósito número uno, la leyenda debe ser de color amarillo.
- Para el depósito número dos, se va aprovechar la compatibilidad de almacenarse juntos los dos (2) reactivos **tóxicos** y los dos (2) reactivos **nocivos**, la leyenda para este estante debe ser de color azul.
- En el depósito número tres, se va aprovechar la compatibilidad de almacenarse juntos los tres (3) reactivos **inflamables** junto con el reactivo **irritante**, en este caso se deben colocar dos leyendas, una de color rojo para los reactivos inflamables y una de color verde para los irritantes.
- En el depósito número 4 se almacenaran los cuatro (4) reactivos **corrosivos**, la leyenda debe ser de color blanco.

En el anexo N<sup>o</sup>13, se presenta el diseño propuesto para el almacenamiento de este laboratorio desde la perspectiva 3D.





## **II.7 Normas generales para el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas<sup>43</sup>**

### **II.7.1 Condiciones generales**

- Zona adecuadamente iluminada y ventilada.
- Pasillos despejados no usar para almacenamiento.
- Extintores de incendio deben estar vigentes y verificados con licencia de uso.
- No usar campanas extractoras de gases para almacenar reactivos.
- Los reactivos siempre deben mantenerse en sus envases originales.
- Abstenerse de identificar las sustancias por medio de percepciones organolépticas.
- Debe evitarse el ingreso de luz solar que incida directamente sobre las sustancias químicas.
- No guardar reactivos químicos si no conoce su identificación.

### **II.7.2 Estanterías**

- De alta resistencia mecánica o combustible
- Pintadas o recubiertas por material que permita una limpieza rápida, así como la no acumulación de polvo o materiales tóxicos.
- Barrera para evitar la caída de reactivos.
- En estantes inferiores se ubicaran. Envases pesados o voluminosos, ácidos y bases fuertes, aquellos por mayor nivel de riesgo por corrosión o contacto deben estar más bajas.
- Los reactivos sensibles al agua deberán ser alejados de cualquier toma de agua y alejados de material inflamable.
- Emplear frigoríficos anti deflagrantes o de seguridad aumentada para guardar productos inflamables muy volátiles.
- Permitirán la necesaria ventilación interna y la renovación del mismo.

---

<sup>43</sup> Ver anexo N<sup>o</sup>14 y N<sup>o</sup>15



### II.7.3 Recipientes

- Deben ser: De vidrio o inertes e Irrompibles.
- No deben usarse tapones de corcho o goma.
- Si hay formación de peróxidos (formación de cristales), no debe abrirse el recipiente.
- Debe evitarse la fricción y toda forma de impacto.

### II.7.4 Normas específicas

- Comprobar que todos los reactivos están adecuadamente etiquetados. En la etiqueta es donde está la primera información sobre los riesgos de los productos químicos en los pictogramas de riesgo y las frases R, lo cual es una primera información útil para saber cómo hay que almacenar los productos.
- Disponer de su ficha de datos de seguridad (FDS). El apartado 7 sobre la manipulación y almacenamiento del producto químico da información de cómo almacenar el producto.
- Llevar un registro actualizado de la recepción de los productos que permita evitar su envejecimiento.
- Agrupar y clasificar los productos por su riesgo respetando las restricciones de almacenamientos, conjuntos de productos incompatibles, así como las cantidades máximas recomendadas.
- Los materiales inertes pueden utilizarse como elementos de separación entre productos peligrosos. Esta posibilidad está contemplada en el RD 379/ 2001.
- Aislar o confinar ciertos productos, como: Cancerígenos, sustancias de alta toxicidad, Sustancias pestilentes y Sustancias inflamables.
- Limitar el stock de productos y almacenar sistemáticamente la mínima cantidad posible para poder desarrollar cómodamente el trabajo del día a día. Un control de entradas y salidas facilitará su correcta gestión.



- Disponer en el área de trabajo solamente de los productos que se vayan a utilizar y mantener el resto de los productos en un área de almacenamiento.
- Formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos del almacenamiento de productos, como prevenirlos y como protegerse.
- No colocar en estantes elevados recipientes más grandes de medio litro.
- Los recipientes más grandes hay que colocarlos a los niveles más bajos.
- Los productos más peligrosos, especialmente los productos inflamables o muy inflamables y los clasificados como cancerígenos, mutágenos y/o tóxicos para la reproducción es recomendable que estén en armarios.
- No deben almacenarse cerca los ácidos ni catalizadores.
- Las áreas de almacenamiento deben estar: Suficientemente frías para evitar la ignición en el caso de que los vapores se mezclaran con el aire. Ventiladas para evitar la acumulación de vapores.
- Los líquidos inflamables deben separarse en categorías dependiendo de su punto de ignición.
- Separar ácidos oxidantes, ácidos orgánicos y ácidos minerales.
- Separar el Ácido perclórico del resto de ácidos.
- Separar de sustancias cáusticas, cianuros, sulfuros, metales activos.
- Las bases se deberán de segregar de: Ácidos, Metales, Explosivos e Inflamables.



## II.8 Tutorial del sistema de información de riesgos químicos.

El presente software es desarrollado en Access por ser común y de fácil acceso en las diferentes computadoras, ya que por lo general, cuando se instalan los programas siempre es básico la instalación del paquete de Microsoft office, que sin duda alguna incluye a Access.

Lo que se logra es el manejo rápido, ágil y eficiente de documentación necesaria para el enriquecimiento del conocimiento lo cual es básico para la prevención de accidentes. **(Es mejor prevenir antes que lamentar).**

EL software presenta los siguientes aspectos relevantes:

1. Hojas de seguridad de cada reactivo y por laboratorio. Según el inventario manejado y presentado por cada responsable.
2. Frases de riesgos y de seguridad. según la normativa anterior (R y S) y según normativa actual frases (H y P).
3. Clasificación según la característica de peligrosidad.
4. Rombo NFPA, el cual presenta el grado de severidad del reactivo.
5. Procedimientos de trabajos, llamados por los responsables y analistas del CIEMA/PIENSA, como PNO (Procedimientos Normalizados de Operación). Si bien es cierto presenta solo los que fueron facilitados por los responsables, los que aparecen en blanco fue porque no fueron facilitados.



SISTEMA DE INFORMACIÓN  
DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA



Laboratorio de Aguas Residuales
Laboratorio de Calidad de Aire
Laboratorio Física - Química de Aguas Naturales
Laboratorio de Microbiología de Aguas
Laboratorio de Micropontentes
Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios
Cerrar esta pantalla





La primer ventana presenta la lista de los laboratorios existentes en el CIEMA/PIENSA, cada botón que se logra visualizar permite ingresar a información específica del laboratorio.

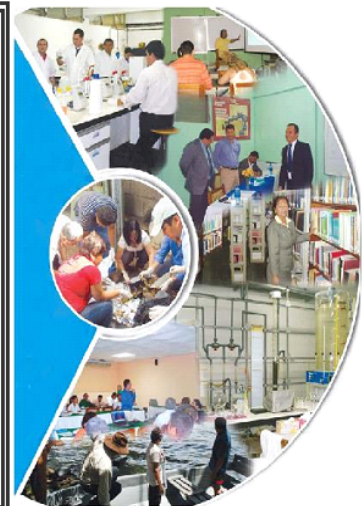
El personal que labora para cada laboratorio en específico, podrá ingresar con una clave de acceso. En la primera celda se escribirá el nombre del analista o responsable y en la segunda celda la clave que será proporcionada por el coordinador de los laboratorios. Sin importar cuál sea la digitación, mayúscula o minúscula el software entenderá la orden.



SISTEMA DE INFORMACIÓN  
DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA



Laboratorio de Aguas Residuales
Laboratorio de Calidad de Aire
Laboratorio Física - Química de Aguas Naturales
Laboratorio de Microbiología de Aguas
Laboratorio de Micropontentes
Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios
Cerrar esta pantalla



Solicitud de Contraseña:

Lab\_AR ID:  
**shadai**

Contraseña:  
\*\*\*\*\*

Atras    Iniciar Sesión

Una vez llenadas las dos celdas se dará un clic en el botón iniciar sesión, lo que permitirá ingresar a la información requerida. Esta ventana presentara dos listas desplegables, la primera presenta los reactivos manejados por el laboratorio y la segunda las PNO.



SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA



Laboratorio de Aguas Residuales

Laboratorio de Calidad de Aire

Laboratorio Física - Química de Aguas Naturales

Laboratorio de Microbiología de Aguas

Laboratorio de Micropontentes

Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios

Cerrar esta pantalla



- 1,10 Fenantrolina monohidrato
- Acido bórico
- Acido clorhídrico fumante 37%**
- Acido nítrico 65%
- Acido oxálico dihidrato
- Ácido salicílico
- Acido sulfúrico
- Almidón
- B Amonio cloruro
- d Amonio heptamolibdato tetrahidrato
- A Amonio monovadato
- Amonio y hierro (II) sulfato hexahidratado
- Azul de metileno
- Bario cloruro dihidrato
- Calcio acetato hidrato

Solicitud de Contraseña:

Lab\_AR ID:

**shadai**

Contraseña:

\*\*\*\*\*

Atras Iniciar Sesión

Archivos PNO:

Atras Buscar

Al seleccionar el nombre de un reactivo y dar clic en el botón buscar, se presentara una ventana que proporciona seis botones superiores que presentan la información de la siguiente forma:



SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA



Laboratorio de Aguas Residuales

Laboratorio de Calidad de Aire

Laboratorio Física - Química de Aguas Naturales

Laboratorio de Microbiología de Aguas

Laboratorio de Micropontentes

Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios

Cerrar esta pantalla

Información del Reactivo:

Nombre del reactivo: **Acido clorhídrico fumante 37%**

Frase R | Frase S | Frase H | Frase P | Clasificación | Rombo NFPA

R34: Provoca quemaduras.  
R37: Irrita las vías respiratorias.

MSDS 1 | MSDS 2 | Atras | Salir

Solicitud de Contraseña:

Lab\_AR ID:

**shadai**

Contraseña:

\*\*\*\*\*

Atras Iniciar Sesión

Opciones de Búsqueda:

**Bienvenido al Sistema de Información de Riesgos Químicos Laboratorio de Aguas Residuales:**

Escriba el nombre del Reactivo:

**Acido clorhídrico fumante 37%**

Archivos PNO:

Atras Buscar



Boton1: Frases de riesgo

Boton2: Frases de seguridad

Boton3: Frases de peligrosidad

Boton4: Frases de prevención

Boton5: Clasificación del reactivo según sus propiedades peligrosas.



SISTEMA DE INFORMACIÓN  
DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA



The screenshot displays three overlapping windows from the 'SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA' application. The background window shows a sidebar menu with options like 'Laboratorio de Agua', 'Laboratorio de Control', 'Laboratorio Física - Química', 'Laboratorio de Microbiología', 'Laboratorio de Muestreo', 'Laboratorio de Operaciones', and 'Cerrar esta Sesión'. The 'Información del Reactivo' window is the central focus, showing the name 'Acido clorhídrico fumante 37%' and tabs for 'Frase R', 'Frase S', 'Frase H', 'Frase P', 'Clasificación', and 'Rombo NFPA'. The 'Clasificación' tab is active, displaying 'Xi: Irritante' and 'C: Corrosivo'. The 'Rombo NFPA' tab is also visible. The 'Solicitud de Contraseña' window shows a login form with 'Lab\_AR ID:' (shadai) and 'Contraseña:' (\*\*\*\*\*). The 'Opciones de Búsqueda' window shows a search interface with 'Bienvenido al Sistema de Información de Riesgos Químicos Laboratorio de Aguas Residuales:' and a search field containing 'Acido clorhídrico fumante 37%'.

Boton6: Rombo NFPA. Este presenta cuatro colores el azul indica peligro a la salud, rojo peligro de inflamabilidad, amarillo peligro de reactividad y blanco un peligro especial. Cada uno presentara números internos que van del 1- 4 donde uno significa peligro leve, y cuatro peligro muy severo.



CIEMA


SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA

PIENSA

Información del Reactivo:

Nombre del reactivo: **Acido clorhidrico fumante 37%**

Frases R | Frase S | Frase H | Frase P | Clasificación | Rombo NFPA



MSDS 1 | MSDS 2 | Atras | Salir

---

Solicitud de Contraseña:

Lab\_AR ID: **shadai**

Contraseña: **\*\*\*\*\***

Atras | Iniciar Sesión

---

Opciones de Búsqueda:

Bienvenido al Sistema de Información de Riesgos Químicos Laboratorio de Aguas Residuales:

Escriba el nombre del Reactivo: **Acido clorhidrico fumante 37%**

Archivos PNO:

Atras | Buscar

Si no presenta ningún número o cero, es porque el peligro para esa clasificación es nulo. Ver imagen N°1 para una mejor comprensión.







Los primeros dos botones inferiores permiten ver las hojas de seguridad del reactivo si alguna no está habilitada es porque solo aparece una sola hoja de seguridad.



## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Fecha de revisión 07.11.2010

Versión 17.14

### 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificador del producto

Artículo número	100317
Denominación	Ácido clorhídrico fumante 37% p.a. EMSURE® ACS, ISO, Reag. Ph Eur
Número de registro REACH	No hay disponible un número de registro para esta sustancia, ya que la sustancia o su uso están exentos del registro; según el artículo 2 de la normativa REACH (CE) núm. 1097/2006, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior.

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados	Análisis químico, Producción química Para informaciones adicionales a usos refiérase al portal Merck Chemicals.
--------------------	--

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía	Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Alemania * Tel: +49 6151 72-0
Departamento Responsable	EQ-RS * e-mail: prodsafe@merck.de

El botón inferior tres, vuelve a la ventana anterior donde se podrá seleccionar cualquier otro reactivo y botón inferior cuatro llamado salir permite volver a la ventana principal.

La siguiente lista desplegable presenta los nombres de los procedimientos normalizados.



CIEMA

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS CIEMA/PIENSA

PIENSA

Laboratorio de Aguas Residuales
Laboratorio de Calidad de Aire
Laboratorio Física - Química de Aguas Naturales
Laboratorio de Microbiología de Aguas
Laboratorio de Micropontentes
Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios
Cerrar esta pantalla



Solicitud de Contraseña:

Lab\_AR ID:  
**shadai**

Contraseña:  
\*\*\*\*\*

Opciones de Búsqueda:

Bienvenido al Sistema de Información de Riesgos Químicos Laboratorio de Aguas Residuales:

Escriba el nombre del Reactivo:  
Acido clorhídrico fumante 37%

Archivos PNO:

- LAB\_AR PNO-DQO.pdf
- LAB\_AR PNO-SST.pdf
- LAB\_AR PNOACEITES Y GRASAS.pdf**
- LAB\_AR PNOfosforo total.pdf
- LAB\_AR PNONHAMONICAL.pdf
- LAB\_AR PNONITROGENOTOTAL.pdf
- PNODOB5.pdf

Al seleccionar cualquier PNO, muestra toda la información referente a dicho procedimiento.

**PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN  
PARA LA DETERMINACION DE  
ACEITES Y GRASAS  
POR METODO DE PARTICION GRAVIMETRICO**

Elaborado por: Eloísa Rodríguez Ramírez

Fecha: 07/11/05

Revisado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_

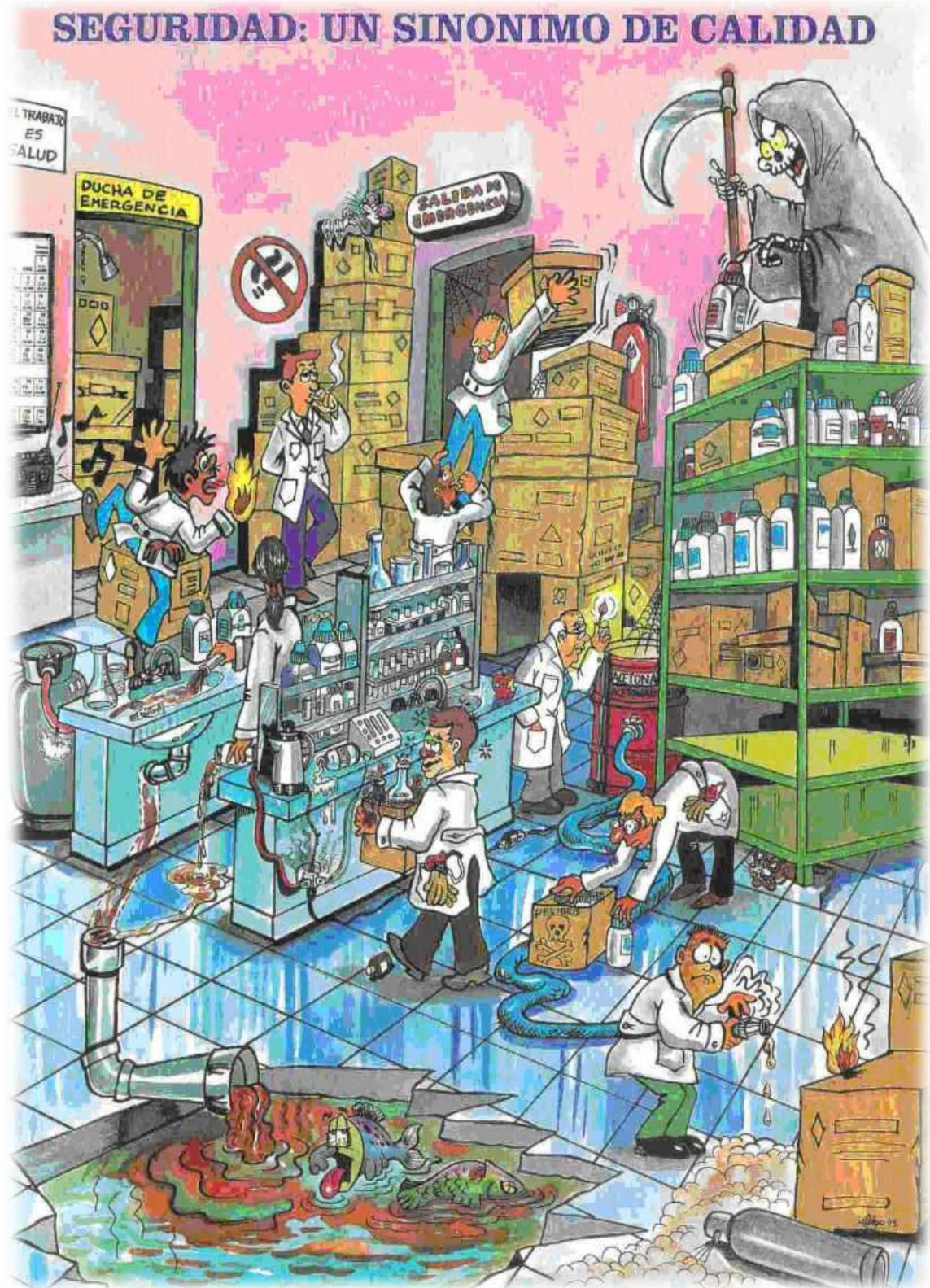
Fecha: \_\_\_\_\_



**Universidad Nacional de Ingeniería  
Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente**

Fecha de Edición: 05/11/05

### CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS



### **III.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS EN LOS LABORATORIOS CIEMA/PIENSA**

#### **Introducción**

El siguiente capítulo consiste en la evaluación de riesgos químicos para los laboratorios de CIEMA/PIENSA, para ello se ha seguido la metodología descrita por el MITRAB específicamente el acuerdo ministerial JCHG-000-08-09 **Procedimiento técnico de higiene y seguridad del trabajo para la evaluación de los riesgos en los centros de trabajo** y la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con **agentes químicos**, fundamentada en el Real Decreto 374/2001, del 06 de abril España.

Lo que se pretende es valorar la magnitud de los riesgos a través de la evaluación que conlleva la identificación, estimación del riesgo, valoración del riesgo o relación dosis respuesta y caracterización del riesgo.

En una exposición de riesgos producto de sustancias químicas, generalmente se examina por los efectos tóxicos potenciales para cada una de las posibles vías de entrada oral (por ingestión), dérmica (por absorción a través de la piel) y por inhalación.

La vía de administración depende de las características físicas de la sustancia en prueba y de la forma típica de exposición en los seres humanos, en este caso se analizan los diferentes procesos de trabajo si hay calentamiento de sustancias en las que se provoque evaporación seguramente estarán expuestos a la vía de entrada por inhalación. Si hay manipulación de sustancias corrosivas lógicamente existirán salpicaduras que provocaran quemaduras. Esto tomando como punto de partida la descripción las sustancias si son realmente tóxicas para producir efectos negativos en la salud.





### **III.1.1 Evaluación de riesgos químicos para los procedimientos normalizados de operación en el laboratorio de Aguas Residuales.**

La presente evaluación pretende la determinación de los riesgos en el laboratorio de aguas residuales, en lo referente a riesgos químicos, se presenta un resumen de los siete procedimientos ejecutados, identificación de los peligros, estimación del riesgo, valoración, caracterización y normas a seguir antes durante y después.

#### **III.1.1.1 Resumen de los procedimientos normalizados**

##### **III.1.1.1.1 Determinación de aceites y grasas por Método de Partición Gravimétrico**

Los aceites y grasas disueltos o emulsionados son extraídos de la matriz por medio de agitación de la muestra con la mezcla de disolvente de n-hexano /éter ter-butilmetílico. Se combinan los extractos a través de un papel de filtro con sulfato de sodio anhídrido en un balón de destilación, previamente secado y pesado. Se destila el disolvente del balón a 85°C, y luego se vuelve a secar y pesar el balón. La ganancia total de peso del balón de destilación representa la cantidad de aceites y grasas presente en la muestra. Según el diagrama de flujo de aceites y grasas por el método de partición (Ver Anexo N<sup>o</sup>16) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación de la muestra, Filtración y Extracción.**

##### **III.1.1.1.2 Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno por método de titulación yodométrico (modificación de azida)**

El método yodométrico es el procedimiento titulométrico más exacto y fiable para analizar Oxígeno Disuelto. Se basa en la adición de solución de manganeso divalente, seguido de álcali fuerte a la muestra contenida en un frasco con tapón de vidrio. El punto final de la titulación se puede detectar visualmente, con un indicador de almidón. Según el diagrama de bloque demanda bioquímica de oxígeno en el método de titulación yodométrico (Ver Anexo N<sup>o</sup>17) existen cinco



etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación del agua de dilución, Preparación de las muestras y los blancos, Adición de reactivos para las muestras y los blancos, Titulación del oxígeno disuelto inicial de las muestras y los blancos, Titulación del oxígeno disuelto final de las muestras y los blancos.**

#### **III.1.1.1.3 Determinación de la demanda química de oxígeno por método de reflujo cerrado**

Para determinar la DQO se prefiere el método de reflujo del Dicromato a los procedimientos que utilizan otros oxidantes, debido a su mayor capacidad oxidante, a su aplicabilidad, a una mayor variedad de muestras y a su fácil manipulación.

El método del Dicromato se basa en agregar la muestra a un exceso de solución ácida de Dicromato y someterla a reflujo durante dos horas, titulando por retroceso el Dicromato sobrante, con un compuesto reductor, en este caso se utiliza el sulfato ferroso amoniacal y ferroín como indicador. Según el diagrama de bloque demanda química de oxígeno método de reflujo cerrado (Ver Anexo N<sup>o</sup>18) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Adición de reactivos, Digestión de materia orgánica y Valoración del exceso de Dicromato.**

#### **III.1.1.1.4 Determinación de fósforo total por método de digestión con ácido sulfúrico-ácido nítrico y determinación colorimétrica del ácido vanadomolibdofosfórico**

En una solución diluida de ortofosfato el molibdato amónico reacciona en condiciones ácidas para formar un heterpoliácido, ácido molibdofosfórico. En presencia de vanadio, se forma ácido vanadomolinfosfórico amarillo. La intensidad del color amarillo es proporcional a la concentración de fosfato. Según el diagrama de bloque de fósforo total (Ver Anexo N<sup>o</sup>19) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Digestión con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + HNO<sub>3</sub>, Ajuste de pH, Eliminación de color, Desarrollo de color y Cálculo.**



**III.1.1.1.5 Determinación de nitrógeno amoniacal por el método de destilación y titulación.** Para la determinación del nitrógeno amoniacal, el pH de una muestra se ajusta a 9.5 con solución tampón de borato, para disminuir la hidrólisis de cianatos y compuestos orgánicos nitrogenados, luego se destila sobre una solución de ácido bórico. El amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) en el destilado se determina volumétricamente con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  estándar y un indicador mixto o un pH metro. Según el diagrama de bloque de nitrógeno amoniacal (Ver Anexo N<sup>0</sup>20) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación del equipo, Preparación y destilación de la muestra y Titulación**

#### **III.1.1.1.6 Determinación de nitrógeno total por el método macro-KJELDAHL**

En presencia de ácido sulfúrico, sulfato de potasio y catalizador de sulfato de mercurio, el nitrógeno amino de muchos materiales orgánicos así como el amoníaco libre y el amonio, se convierten en sulfato de amonio. Durante la digestión de la muestra se forma un complejo de mercurio de amonio el cual es descompuesto por el tiosulfato de sodio. Luego se destila el amoníaco de un medio alcalino y es absorbido en ácido bórico. El amoníaco es determinado por titulación con ácido sulfúrico. Según el diagrama de bloque de nitrógeno total (Ver Anexo N<sup>0</sup>21) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación del equipo, Digestión y destilación de la muestra y Titulación.**

#### **III.1.1.1.7 Determinación de sólidos suspendidos totales por el método gravimétrico.**

El método consiste en hacer pasar una muestra de agua residual previamente agitada, por un filtro de fibra de vidrio, a través de un sistema al vacío para la separación de estos sólidos. Según el diagrama de bloque de sólidos suspendidos totales (Ver Anexo N<sup>0</sup>22) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación del filtro fibra de vidrio, Determinación de sólidos suspendidos y Cálculos.**





### III.1.1.2 Evaluación del riesgo químico

Se realizó una descripción resumida de los procedimientos de trabajos ejecutados en este laboratorio, para cada uno de ellos se va a desarrollar la metodología de la evaluación de riesgo.

#### III.1.1.2.1 Identificación del peligro

**Procedimiento 1:** Al acidificar la muestra existe el peligro de

1. **Manipulación de ácido clorhídrico**, está presente el **riesgo** por **inhalación**<sup>44</sup> con este ácido, el factor de riesgo es la característica corrosiva e irritante del ácido clorhídrico.
2. **Manipulación de ácido clorhídrico**, está presente el **riesgo** por **contacto**<sup>45</sup> con este ácido, el factor de riesgo es la característica corrosiva e irritante del ácido clorhídrico.

El peligro antes descrito atañe directamente a los analistas y el analista ocasiona peligro hacia el medio ambiente al momento de descargar la muestra de agua residual (1 litro) mezclada con ácido clorhídrico (5 ml), el cual es tóxico para los organismos acuáticos.

**Procedimiento 2:** En la adición de reactivos para las muestras y los blancos existe el peligro de

3. **Manipulación de ácido sulfúrico concentrado y la base solución álcali azida**, el **riesgo** presente es **reacción química peligrosa**, el factor de riesgo es la característica explosiva e inestable en reactividad de los reactivos<sup>46</sup>.

El peligro para el medio ambiente resulta de la descarga de los residuos de este análisis, que resultan después de titular el oxígeno inicial y final presente en la

---

<sup>44</sup> Este riesgo provoca irritación de las vías respiratorias.

<sup>45</sup> Este riesgo provoca quemaduras de la piel.

<sup>46</sup> El ácido sulfúrico concentrado es inestable puede reaccionar con agua. La solución álcali azida es explosivo si es golpeado, calentado o mezclado con agua.



muestra de agua residual. La solución sulfato de manganeso y álcali azida son peligrosas para el medio ambiente ambas soluciones se encuentran en un volumen de 1 ml.

**Procedimiento 3:** En la adición de reactivos existe el peligro de

4. **Manipulación de solución de digestión y ácido sulfúrico**, el riesgo presente es **reacción química peligrosa**, el factor de riesgo es la inestabilidad al reaccionar con agua del ácido sulfúrico y la solución de digestión.

El peligro para el medio ambiente resulta de la descarga de los residuos de este análisis, que resultan después del proceso de titulación de oxígeno presente en la muestra de agua residual. La solución sulfato de digestión y solución indicadora de ferroín son peligrosas para el medio ambiente con efectos muy tóxicos para los organismos acuáticos.

**Procedimiento 4:** En la etapa de digestión existe el peligro de

5. **Manipulación de ácido sulfúrico y ácido nítrico**, el riesgo presente es **reacción química peligrosa**, el factor de riesgo en este peligro es la inestabilidad al reaccionar con agua del ácido sulfúrico<sup>47</sup>.
6. **Manipulación de fenolftaleína**, el riesgo se da por **inhalación**, el factor de riesgo para este peligro es la característica cancerígena de la fenolftaleína.

El peligro para el medio ambiente ocurre al descargar los residuos de este análisis los cuales presentan propiedades peligrosas tales como: Corrosivas, Comburentes, Tóxicas e Irritantes.

---

<sup>47</sup> Reactividad grado 2 según rombo NFPA.



**Procedimiento 5:** En la etapa de preparación de la muestra existe el peligro de

7. **Manipulación de hidróxido de sodio, el riesgo es reacción química peligrosa**, el factor de riesgo en este peligro es la inestabilidad del hidróxido de sodio al reaccionar con agua<sup>48</sup>.

El peligro al medio ambiente resulta de la descarga de los residuos del procedimiento, los cuales presentan en su composición propiedades fisicoquímicas y toxicológicas peligrosas.

**Procedimiento 6:** En la etapa de digestión existe el peligro de

8. **Manipulación de reactivo de digestión**<sup>49</sup>, el riesgo está presente por **contacto**, el factor de riesgo es la característica corrosiva del reactivo de digestión.
9. **Manipulación de hidróxido de sodio tiosulfato sódico**, el riesgo se da por **reacción química peligrosa**, el factor de riesgo para el peligro es la inestabilidad al reaccionar con agua del hidróxido de sodio tiosulfato sódico.

El peligro al medio ambiente resulta de la descarga de los residuos del procedimiento, los cuales presentan en su composición propiedades fisicoquímicas y toxicológicas peligrosas.

**Procedimiento 7:** no hay peligro presente inexistencia de reactivos químicos peligrosos.

### III.1.1.2.2 Estimación del riesgo o evaluación de la exposición

Para estimar los riesgos es necesario estimar la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad que ocurra el hecho.

---

<sup>48</sup> Reactividad grado 2 según rombo NFPA.

<sup>49</sup> El reactivo de digestión está formado por: Potasio sulfato, Ácido sulfúrico y Solución sulfato mercúrico.



### **III.1.1.2.2.1 Probabilidad de los factores de riesgo**

Para establecer la probabilidad de daño se evalúan condiciones de probabilidad por cada factor de riesgo en los procedimientos normalizados en análisis. En la tabla N<sup>o</sup>26 se presenta el resultado de las evaluaciones realizadas, para los factores de riesgo.

### **III.1.1.2.2.2 Severidad del daño**

#### **Procedimiento 1**

El riesgo por inhalación tiene una severidad Baja o Ligeramente Dañina por causar irritación de las vías respiratorias, el riesgo por contacto tiene severidad Media o Dañina por causar quemaduras de la piel.

#### **Procedimiento 2**

El contacto/mezcla de ácido sulfúrico concentrado y la base solución álcali azida puede ocasionar una reacción química peligrosa con una severidad de daño Media o Dañina.

#### **Procedimiento 3**

El riesgo de reacción química peligrosa tiene severidad de daño baja por provocar lesiones leves.

#### **Procedimiento 4**

El riesgo de reacción química peligrosa tiene severidad de daño baja por el hecho de provocar quemaduras leves.

El riesgo de inhalación de fenolftaleína como un efecto crónico, presenta una severidad de daño media ya que se trata de una lesión que puede ocasionar enfermedades futuras.



**Tabla N°26 Resultado de las evaluaciones realizadas para los factores de riesgo laboratorio de Aguas Residuales**

Factores de Riesgos →	Manipulación de ácido clorhídrico (característica corrosiva e Irritable, riesgo por inhalación y contacto).		Manipulación de ácido sulfúrico concentrado y la base solución álcali azida (característica explosiva e inestable, riesgo de reacción química peligrosa).		Contacto de sustancias ácido sulfúrico y la solución de digestión (inestables con fuente de calor, riesgo de reacción química peligrosa).		Manipulación de ácido sulfúrico y ácido nítrico (inestabilidad al reaccionar con agua del ácido sulfúrico, riesgo de reacción química peligrosa).		Manipulación de fenoltaleína (presenta características cancerígena, riesgo por inhalación).		Manipulación de hidróxido de sodio (inestabilidad del hidróxido de sodio al reaccionar con agua, riesgo de reacción química peligrosa).		Manipulación de reactivo de digestión (corrosividad del reactivo de digestión, riesgo por contacto).		Manipulación de hidróxido de sodio tiosulfato sódico (inestabilidad al reaccionar con agua, riesgo de reacción química peligrosa).	
	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor
La frecuencia de exposición al riesgo es mayor que media jornada	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Medidas de control ya implantadas son adecuadas	no	10	si	0	si	0	si	0	no	10	si	0	no	10	si	0
Se cumplen los requisitos legales y las recomendaciones de buenas prácticas	si	0	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10
Protección suministrada por los EPP adecuada	no	10	no	10	si	0	si	0	no	10	si	0	no	10	si	0
Tiempo de mantenimiento de los EPP adecuada	no	10	no	10	si	0	si	0	no	10	si	0	no	10	si	0
Condiciones inseguras de trabajo	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Trabajadores sensibles a determinados Riesgos	no	0	si	10	no	0	no	0	si	10	no	0	si	10	no	0
Fallos en los componentes de los equipos, así como en los dispositivos de protección	no	0	si	10	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Actos inseguros de las personas (errores no intencionados o violaciones intencionales de los procedimientos establecidos)	si	10	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Se llevan estadísticas de accidentes de trabajo	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>		<b>60</b>		<b>20</b>		<b>20</b>		<b>60</b>		<b>20</b>		<b>60</b>		<b>20</b>



### **Procedimiento 5**

El riesgo de reacción química peligrosa tiene severidad baja por provocar quemaduras leves.



### **Procedimiento 6**

El riesgo por contacto de la piel con el ácido sulfúrico puede ocasionar quemaduras graves, con una severidad de daño Media o Dañina que resultan en lesiones con bajas previstas en un intervalo superior a 10 días.

El riesgo de inestabilidad del hidróxido de sodio tiosulfato sódico con agua puede ocasionar una reacción química peligrosa con una severidad de daño baja o ligeramente Dañina por el hecho de ocasionar quemaduras leves.

#### **III.1.1.2.3 Valoración del riesgo o relación dosis respuesta**

Se presentan cuatro riesgos moderados por las características de peligrosidad que presentan los diferentes reactivos químicos y porque en los casos citados no se utiliza el equipo de protección personal adecuado, cuatro triviales porque las proporciones de los reactivos son en cantidades pequeñas y uno tolerable por falta de equipo de protección personal adecuado (mascarilla incorrecta).

#### **III.1.1.2.4 Caracterización del riesgo o control de riesgo**

De acuerdo a la valoración de los riesgos queda de manifiesto que el orden de prioridad en la toma de decisiones para las medidas preventivas lo constituye en primer lugar los riesgos valorados como moderados, en segundo lugar el riesgo valorado como tolerable y en tercer lugar los riesgos valorados como triviales.

En la tabla N<sup>o</sup>27 se encuentra el resumen de la evaluación de riesgos químicos para los procedimientos normalizados, ejecutados en el laboratorio de Aguas Residuales.

En el anexo N<sup>o</sup>23 se encuentra el mapa de riesgo para el laboratorio de aguas residuales, el cual comprende los riesgos identificados.



**Tabla N°27 Resumen de la evaluación de riesgos presentes en el laboratorio de Aguas Residuales**

Localización: Laboratorios Aguas Residuales			Evaluación											Medidas preventivas/Peligro identificado	Procedimiento de trabajo, para este peligro	Información/Formación sobre este peligro	Riesgo controlado			
Actividad/Puesto de trabajo: PNO/Analista			Inicial														Seguimiento			
Trabajadores expuestos: 2			Fecha de la evaluación: 16/08/2011																	
Mujeres: 1 Hombres: 1			Fecha de la última evaluación: N/A																	
Nº	Procedimiento	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación de Riesgo					Sí	No					
			B	M	A	LD	D	ED	T	TL	M	IM	IN							
1	Aceites y grasas	Manipulación de ácido clorhídrico (característica corrosiva e irritante, riesgo por inhalación).		✓		✓							✓				No hay Información/Formación		✓	
2		Manipulación de ácido clorhídrico (característica Corrosiva e Irritable, riesgo por contacto).		✓			✓							✓				No hay Información/Formación		✓
3	DBO	Manipulación de ácido sulfúrico concentrado y la base solución álcali azida (característica explosiva e inestable, riesgo de reacción química peligrosa).		✓			✓						✓				No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
4	DQO	Contacto de sustancias ácido sulfúrico y la solución de digestión (inestables con fuente de calor, riesgo de reacción química peligrosa).	✓				✓						✓				No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
5	Fosforo total	Manipulación de ácido sulfúrico y ácido nítrico (inestabilidad al reaccionar con agua del ácido sulfúrico, riesgo de reacción química peligrosa).	✓				✓						✓				No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
6		Manipulación de fenoltaleína (presenta características cancerígena, riesgo por inhalación).	✓				✓						✓				No hay medidas implantadas			✓
7	Nitrogeno amoniacal	Manipulación de hidróxido de sodio (inestabilidad del hidróxido de sodio al reaccionar con agua, riesgo de reacción química peligrosa).	✓				✓						✓				No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
8	Nitrogeno total	Manipulación de reactivo de digestión (corrosividad del reactivo de digestión, riesgo por contacto).		✓			✓						✓				No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
9		Manipulación de hidróxido de sodio tiosulfato sódico (inestabilidad al reaccionar con agua, riesgo de reacción química peligrosa).	✓				✓						✓				No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓







### **III.1.2 Evaluación de riesgos químicos para los procedimientos normalizados de operación del laboratorio de Calidad del Aire.**

De los 5 análisis realizados en dicho laboratorio sólo para el procedimiento “**Determinación de dióxido de nitrógeno por medio de difusión pasiva**” se hace uso de reactivos, por lo tanto, es donde mayor riesgo de exposición existe, razón suficiente para ejecutar la evaluación de riesgo para este procedimiento.

Los demás análisis se realizan por medios de equipos y materiales necesarios. Ver tabla N<sup>o</sup>28 Equipos para realizar monitoreo, muestreo y análisis en el laboratorio de Calidad de Aire.

#### **III.1.2.1 Resumen del procedimiento normalizado**

##### **III.1.2.1.1 Determinación de Dióxido de Nitrógeno por método de difusión pasiva**

Se hace uso de un método de difusión pasiva de contaminantes del aire en un medio absorbente. El absorbente para el Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es **Trietanolamina** con un tiempo de exposición de ocho días. Los tubos expuestos son trasladados al laboratorio donde las redcillas metálicas que contienen el contaminante son colocadas en un vial de vidrio, al cual posteriormente se le agregan 4 ml de **reactivo combinado**.

Al cabo de 15 minutos de desarrollo de color, se lee la muestra en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nm. Con anterioridad a este procedimiento se prepara una curva de calibración con **solución de Nitrito de Sodio** con patrones de: 0.2, 0.4, 0.8, 1.2 y 1.6 µg/4 ml. Según el diagrama de bloque en donde se describe el proceso de este análisis existen cuatro etapas (Ver Anexo N<sup>o</sup>25): **Preparación de tubos para el muestreo, Muestreo, Análisis y Lectura**.



**Tabla N°28 Equipos para realizar monitoreo, muestreo y análisis**

Nombre del Análisis	Equipos
Determinación de dióxido de nitrógeno por método de difusión pasiva.	Tubos colector de polipropileno Passam AG
	Tubos de ensayos con tapa. Capacidad: 5 ml. (vial)
	Balanza analítica
	Espectrofotómetro UV-visible
Determinación de Monóxido de Carbono	Sensor Electroquímico
Determinación Dióxido de Azufre	Sensor Electroquímico
Monitoreo, Análisis y Cálculo de Partículas Menores de 10 Micrómetro(PM10)	Medidor de Bajo Volumen Minivolt
	Estabilizador de corriente con reloj incorporado
	Filtro de Poli TetraFluor Eteno
	Portafiltros Plástico
	Portafiltros metálico
	Termómetro
	Barómetro
	Hojas de datos de campo
	Balanza Analítica
Muestreo, Análisis y Cálculo de Partículas Totales Suspendidas (PTS)	Medidor de Alto Volumen
	Estabilizador de corriente
	Filtro de Fibra de Vidrio
	Kit de Calibración
	Termómetro
	Barómetro
	Hojas de datos de campo
	Balanza Analítica

**Fuente: Elaboración propia.**

### **III.1.2.2 Evaluación del riesgo químico.**

Se realizó una descripción resumida del procedimiento de trabajo ejecutado en este laboratorio, se presenta riesgo químico por la utilización de reactivos peligrosos. Para él se desarrollara la metodología de identificación de riesgo.



### III.1.2.2.1 Identificación del peligro

En la etapa de extracción del dióxido de nitrógeno existe el peligro de

- **Manipulación de ácido fosfórico al 85%** el riesgo es por **contacto**, el factor de riesgo es la presencia de sustancia corrosiva.
- **Manipulación de Naftiletildiamina** el riesgo es por **inhalación**, el factor de riesgo es la presencia de sustancia irritante.

### III.1.2.2.2 Estimación del riesgo o evaluación de la exposición

Para estimar el riesgo es necesario estimar la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad que ocurra el hecho.

#### III.1.2.2.2.1 Probabilidad de los factores de riesgo

Para establecer la probabilidad de daño se evalúan condiciones de probabilidad por cada factor de riesgo en el procedimiento normalizado en análisis. En la tabla N<sup>o</sup>29 se presenta el resultado de la evaluación realizada, para los factores de riesgo.

#### III.1.2.2.2.2 Severidad del daño

Para el riesgo por contacto con sustancia corrosiva la severidad de daño es Media o dañina por provocar acciones destructivas en la piel y reacciones inflamatorias.

El riesgo por inhalación de Naftiletildiamina tiene severidad de daño Baja o ligeramente dañina por provocar irritación de las vías respiratorias.

### III.1.2.2.3 Valoración del riesgo o relación dosis respuesta

Se presentan dos riesgos uno valorado como moderado y el otro valorado como tolerable, en ambos es porque no se utiliza el equipo de protección adecuado para la manipulación de estos reactivos, si las proporciones de los reactivos son bajas proporciones por eso no toman una estimación mayor.



**Tabla N°29 Resultado de la evaluación realizada para los factores de riesgo laboratorio Calidad del Aire**

<b>Factores de Riesgos →</b>	<b>Manipulación de ácido fosfórico al 85% (característica corrosiva, riesgo por contacto).</b>		<b>Manipulación de Naftiletildiamina (características irritable, riesgo de inhalación).</b>	
	<b>Indicador (SI O No)</b>	<b>Valor</b>	<b>Indicador (SI O No)</b>	<b>Valor</b>
La frecuencia de la exposición al riesgo es mayor a la media jornada.	no	0	no	0
Las medidas de control ya implementadas son adecuadas.	no	10	no	10
Se cumplen los requisitos legales y las relaciones de buenas practicas.	no	10	si	0
Protección suministrada por los EPP.	no	10	no	10
Tiempo de mantenimiento de los EPP adecuada.	no	10	no	10
Condiciones inseguras de trabajo.	no	0	no	0
Trabajadores sensibles a determinados riesgos.	no	0	no	0
Fallos en los componentes de los equipos, así como en los dispositivos de protección.	no	0	no	0
Actos inseguros de las personas (errores no intencionados o violaciones intencionales de los procedimientos establecidos).	no	0	no	0
Se llevan estadísticas de los accidentes de trabajo.	no	10	no	10
<b>Total</b>		<b>50</b>		<b>40</b>



### III.1.2.2.4 Caracterización del riesgo o control de riesgo

El riesgo con mayor peligrosidad en este procedimiento según la evaluación realizada es el de contacto con ácido sulfúrico, y según su valoración deben implementarse medidas preventivas.

El riesgo por inhalación valorado como tolerable establece mantener las medidas preventivas y realizar comprobaciones periódicas dirigidas a reducir el peligro o mantenerlo regulado.

En la tabla N<sup>o</sup>30 está contenido el resumen de la evaluación de riesgo químico para el procedimiento determinación de dióxido de nitrógeno.

**Tabla N<sup>o</sup>30. Resumen de la evaluación de riesgos químicos presentes en el laboratorio de Calidad del Aire**

Localización: Laboratorios de Calidad del Aire				Evaluación									Medidas preventivas/Peligro identificado	Procedimiento de trabajo, para este peligro	Información/Formación sobre este peligro	Riesgo controlado		
Actividad/Puesto de trabajo: Dióxido de nitrógeno/Analista				Inicial	✓	Seguimiento						Sí				No		
Trabajadores expuestos: 2				Fecha de la evaluación: 12/09/2011														
Mujeres: 0                      Hombres: 2				Fecha de la última evaluación: N/A														
N <sup>o</sup>	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación de Riesgo										
		B	M	A	LD	D	ED	T	TL	M	IM	IN						
1	Manipulación de ácido fosfórico al 85% (característica corrosiva, riesgo por contacto).		✓			✓								1. Para iniciar el procedimiento el analista debe de usar <b>gabacha</b> (ropa protectora contra ácidos).	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado	No hay Información/Formación		✓
2	Manipulación de Naftiletildiamina (características irritable, riesgo de inhalación).		✓			✓								2. Usar mascarilla para la protección respiratoria	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado	No hay Información/Formación		✓

En el anexo N<sup>o</sup>29 se representa a través de un mapa de riesgos los peligros identificados en este laboratorio.



# Laboratorio Físico-Químico

## Aguas Naturales





### **III.1.3 Evaluación de riesgos químicos para los procedimientos normalizados de operación del laboratorio de Físico-Químico aguas naturales**

Existen análisis que se realizan en este laboratorio que son de medición directa en los cuales no se utilizan reactivos químicos por lo cual no se incluirán en la evaluación ya que no representan ningún peligro químico.

#### **III.1.3.1 Resumen de los procedimientos normalizados**

##### **III.1.3.1.1 Determinación de alcalinidad total por el método titulométrico**

La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar un ácido. La alcalinidad de un agua natural o tratada se debe principalmente a los aniones bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Se determina la alcalinidad de una muestra por titulación, se agrega fenolftaleína para producir la alcalinidad de los iones hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, se utiliza el indicador rojo de metilo, verde de bromocresol y finalmente se titula con ácido sulfúrico 0.02 N. Según el diagrama de bloque de alcalinidad total (Ver Anexo N<sup>o</sup>30) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación de la muestra y Titulación.**

##### **III.1.3.1.2 Determinación de calcio por el método de titulación EDTA<sup>50</sup>**

Cuando el Ácido etilendiaminotetraacético es agregado al agua que contiene calcio y magnesio, se combina primero con el calcio. El calcio puede ser determinado directamente con EDTA cuando el pH de la muestra es lo suficientemente alto que haga que el magnesio se precipite como hidróxido y se utiliza un indicador para que se combine solamente con el calcio. Muchos indicadores producen un cambio de color cuando todo el calcio ha sido captado por el EDTA en un pH de 12 a 13. Según el diagrama de bloque del análisis de calcio (Ver Anexo N<sup>o</sup>31) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación de la muestra y Titulación.**

---

<sup>50</sup> Ácido etilendiaminotetraacético



### **III.1.3.1.3 Determinación de cianuro por el método de ion selectivo**

El cianuro en el destilado alcalino de los procedimientos de tratamiento preliminar puede ser determinado por potenciometría, utilizando un ión selectivo de cianuro en combinación con un electrodo de referencia de doble unión y un medidor de pH, teniendo una escala expandida de milivoltios o un medidor de ión específico. Según el diagrama de bloque del análisis de cianuro (Ver Anexo N<sup>o</sup>32) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Calibración del equipo y Medición de la muestra.**

### **III.1.3.1.4 Determinación de conductividad eléctrica por el método de laboratorio**

La conductividad de una disolución es la medida de su capacidad para conducir la corriente eléctrica y se expresa habitualmente en S/cm.

El método utiliza una célula de conductividad, la cual está constituida por varios electrodos metálicos, estos GLP utilizan células de dos electrodos, normalmente de platino. No existe una célula que permita medir en toda la escala de conductividad con precisión suficiente. Según el diagrama de bloque del análisis de conductividad eléctrica (Ver Anexo N<sup>o</sup>33) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Calibración del método y Análisis de la muestra.**

### **III.1.3.1.5 Determinación de color por el método espectrofotométrico**

El color de una muestra filtrada es expresado en términos que describen la sensación al observar la muestra. El color (rojo, verde, amarillo, etc.) es designado por el término “longitud de onda dominante”, el grado de brillo por “luminancia”, y la saturación (pálida, pastel) por la “pureza”. Estos valores son determinados por las características de la muestra filtrada por medio de un espectrofotómetro. Según el diagrama de bloque del análisis de color (Ver Anexo N<sup>o</sup>34) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación de la muestra y Determinación de color.**





### **III.1.3.1.6 Determinación de dureza total y cálcica por el método de titulación EDTA**

En conformidad con la práctica actual, la dureza total es definida como la suma de la concentración de calcio y magnesio, ambas expresadas como carbonato de calcio en miligramos por litro. El método de titulación EDTA (ácido etilendinitrilotetraacético) mide los iones de calcio y magnesio. Puede ser aplicado con apropiadas modificaciones a cualquier tipo de agua.

Cuando se agrega EDTA y Negro de Eriocromo T a una solución acuosa que contiene iones de calcio y magnesio a un pH de  $10 \pm 0.1$ , la solución toma un color rojo vino.

Si el EDTA es agregado como titulante, el calcio y el magnesio se volverán complejos, y cuando todo estos se vuelven complejos, la solución se torna del color rojo vino a azul, siendo este el punto de referencia para finalizar la titulación. Según el diagrama de bloque del análisis de dureza total y cálcica (Ver Anexo N<sup>o</sup>35) existe una etapa para la ejecución de este análisis: **Titulación de la muestra.**

### **III.1.3.1.7 Determinación de Fluoruro total por el método de Ión selectivo**

El electrodo de flúor es un sensor de ión selectivo, el elemento clave en el electrodo de flúor es el láser de tipo flúor lantano que cuenta con un cristal de flúor, a través del cual se establece un potencial de soluciones de diferentes concentraciones de flúor.

El electrodo de flúor mide la actividad de iones de flúor en la solución en lugar de la concentración. La actividad de los iones de flúor depende de la fortaleza de todos los iones, pH de la solución y de la complejidad de las especies de flúor. Al agregar una apropiada solución buffer, se proporciona casi una uniformidad en la fortaleza iónica, se ajusta el pH y se rompe la complejidad, y como resultado de esto el electrodo mide la concentración de flúor. Según el diagrama de bloque del análisis de dureza total y cálcica (Ver Anexo N<sup>o</sup>36) existen tres etapas para



la ejecución de este análisis: **Calibración del método, preparación de estándar de fluoruro y tratamiento de estándares y muestra.**

#### **III.1.3.1.8 Determinación de Hierro total por el método de Fenontralina**

El Hierro puede presentarse como Hierro (II) o Hierro (III) en diferentes concentraciones de todo tipo de aguas. Está presente en soluciones coloidales y en compuestos orgánicos o como un compuesto complejo.

Este método es adecuado para determinar hierro en agua potable, superficiales, aguas residuales domésticas e industriales en el rango de 0.5 mg/l a 5 mg/l de Hierro.

La 1,10-Fenontralina ( $C_{12}H_8N_2$ ) se combina en solución acuosa con iones de Hierro (II) para producir un complejo rojo-naranja: ion de trio-o-fenontralina hierro (II).

La intensidad del color está en dependencia del pH entre 3-9, un pH entre 2.9 y 3.5 asegura un rápido desarrollo del color en presencia de un exceso de Fenontralina, por lo tanto la reacción es alcanzada. Según el diagrama de bloque del análisis de hierro total (Ver Anexo N<sup>o</sup>37) existen una etapa para la ejecución de este análisis: **Hierro total.**

#### **III.1.3.1.9 Determinación de N-nitrato por el método de ión selectivo**

El electrodo ión Nitrato es un sensor selectivo que desarrolla un potencial en frente de una delgada, porosa e inerte membrana que mantiene en su lugar un intercambiador de iones inmisible en agua líquida. El electrodo responde a una actividad de iones nitratos entre  $10^{-5}$  y  $10^{-1}$  M. Los límites más bajo de detección son determinados por una pequeña pero finita solución del líquido intercambiador de iones. Según el diagrama de bloque del análisis de N-nitrato (Ver Anexo N<sup>o</sup>38) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Preparación de curva de calibración y Medición de la muestra**



#### **III.1.3.1.10 Procedimiento normalizado de operación: determinación de N-nitrito por el método de ión selectivo**

El nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) es determinado a través de la formación de un color rojizo púrpura producido a un pH de 2.0 a 2.5 mediante la unión de la sulfanilamida con (NED dihidrocloruro). El rango aplicable de este método para medidas espectrofotométricas es de 10 a 1000  $\mu\text{g NO}_2^-$ -N/L. Según el diagrama de bloque del análisis de N-nitrito (Ver Anexo N<sup>0</sup>39) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Remoción de sólidos suspendidos, Desarrollo de color y Medición fotométrica.**

#### **III.1.3.1.11 Determinación de pH por el método electrométrico**

El principio básico de la medición de pH por el método electrométrico, es la determinación de la actividad de los iones de hidrógeno utilizando un electrodo de hidrógeno y un electrodo de referencia. Según el diagrama de bloque del análisis de N-nitrito (Ver Anexo N<sup>0</sup>40) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Calibración de los instrumentos y Análisis de la muestra.**

#### **III.1.3.1.12 Determinación de potasio por el método de ión selectivo**

El electrodo selectivo de potasio está diseñado para medir concentraciones y actividades del ion potasio. La membrana está ubicada en la parte inferior del electrodo y no precisa el relleno con electrolito interno. Es un electrodo indicador que necesita trabajar siempre junto a uno de referencia. Según el diagrama de bloque del análisis de potasio (Ver Anexo N<sup>0</sup>41) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Calibración de los instrumentos y Análisis de la muestra.**

#### **III.1.3.1.13 Determinación de turbidez por el método nefelométrico**

Este método está basado en la comparación de la intensidad de la luz dispersa en la muestra bajo condiciones definidas con la intensidad de la luz dispersa de un estándar de referencia bajo las mismas condiciones. La máxima intensidad de luz dispersa es la máxima turbiedad presente en la muestra.



Se utiliza un turbidímetro para medir la turbidez de una muestra de agua, el cual está compuesto de un nefelómetro con una fuente de luz para iluminar la muestra y uno o más detectores fotoeléctricos que cuentan con un lector para indicar la intensidad de la luz dispersa a 90 grados de la fuente de incidencia de la luz. Según el diagrama de bloque del análisis de potasio (Ver Anexo N<sup>o</sup>42) existen dos etapas para la ejecución de este análisis: **Calibración del turbidímetro y Medición de la turbidez.**

### III.1.3.2 Evaluación del riesgo químico

Se realizó una descripción resumida de los procedimientos de trabajos ejecutados en este laboratorio, para cada uno de ellos se va a desarrollar la metodología de evaluación de riesgo.

#### III.1.3.2.1 Identificación del peligro

**Procedimiento1:** En la etapa de titulación existe el peligro de

1. **Manipulación de fenolftaleína** el riesgo se da por **inhalación**, el factor de riesgo es presencia de sustancia cancerígena como lo es la fenolftaleína.

**Procedimiento 2:** En la etapa de titulación el analista utiliza reactivos como solución hidróxido de sodio sin embargo la normalidad utilizada de 1N junto con los 2 ml utilizados disminuye el peligro corrosivo de éste. En la preparación de la solución hidróxido de sodio el analista debe seguir las medidas preventivas generales de laboratorio al trabajar con agentes corrosivos.

El indicador Murexida es clasificado según su MSDS como un producto No Peligroso.

El titulante EDTA es clasificado como Nocivo pero según el rombo NFPA tiene 0 grado en el parámetro salud, lo que significa que tiene un Ligero peligro para el analista, que se disminuye aún más puesto que en la preparación de este titulante se utilizan 3.723 gramos. Por lo tanto este procedimiento no representa peligro químico para el analista.



**Procedimiento 3:** En la etapa Calibración del equipo existe el peligro de

2. **Manipulación de cianuro de potasio**, el riesgo se presenta por **inhalación**<sup>51</sup>, el factor de riesgo es la presencia de reactivo Muy Tóxico cianuro de potasio.

**Procedimiento 4:** En las diferentes etapas el analista no está expuesto a peligros químicos, por la razón de utilizar equipos tales como el conductímetro para la lectura del parámetro de conductividad eléctrica.

Se utiliza reactivo solución estándar de cloruro de potasio para la calibración del equipo, sin embargo éste no presenta ningún peligro porque es clasificado según su MSDS como No Peligroso.

**Procedimiento 5:** En este procedimiento no existe la posibilidad de riesgo químico, puesto que se utilizan equipos tales como el desalinizador y el colorímetro. Para medir el parámetro correspondiente, en todo caso, se utiliza solución de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio cuando es necesario regular el pH de la muestra, pero la normalidad de estos reactivos no constituyen un peligro

**Procedimiento 6:** Al preparar la solución amortiguadora de dureza, el analista está expuesto al peligro de

3. **Manipulación de cloruro de amonio**, el riesgo es por **inhalación**<sup>52</sup>, el factor de riesgo es presencia de reactivo nocivo cloruro de amonio.

**Procedimiento 7:** En este procedimiento se utilizan reactivos que están compuestos por químicos con propiedades peligrosas, ejemplo de ello, la solución estándar de flúor, está compuesta por el fluoruro de sodio, clasificado como Tóxico, sin embargo, por su concentración <1% no representa una toxicidad aguda por inhalación o ingestión.

---

<sup>51</sup> La inhalación aguda de cianuro de potasio ocasiona irritación de las mucosas, náuseas, vómitos, insuficiencia respiratoria.

<sup>52</sup> Este peligro puede ocasionar alergias en el analista, la cantidad de cloruro de amonio que se utiliza en este procedimiento es 16.9 gr.



La solución buffer T.I.S.A.B.II, es una mezcla de reactivos, tales como ácido acético (glacial), cloruro de sodio, CDTA e hidróxido de sodio, pero representa una severa irritación por inhalación y contacto, no se especifica como peligro puesto que para la ejecución del análisis el volumen a utilizar es mínimo, por lo cual reduce el peligro a la mínima expresión.

**Procedimiento 8:** Al desarrollar la primera fase del análisis el analista está expuesto al peligro de

4. **Manipulación de ácido clorhídrico concentrado**, el riesgo presente es por **inhalación**<sup>53</sup>, el factor de riesgo es la presencia de sustancia corrosiva e irritante.

El peligro ocasiona un efecto negativo al analista una vez que se aplica calor a la solución para lograr el estado de ebullición, por el desprendimiento de gases que son tóxicos para la salud.

En este procedimiento se activa el peligro al medio ambiente por la descarga de los residuos del análisis, los cuales contienen 1ml de hidroxilamina y 5 ml de fenontraleína, los cuales son muy tóxicos para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos.

**Procedimiento 9:** Al ejecutar este análisis el analista utiliza reactivos, tales como la solución estándar de nitrato y la solución de referencia para calibrar el electrodo, sin embargo, estas soluciones están formadas de reactivos, si bien es cierto algunos de ellos son clasificados peligrosos<sup>54</sup>, pero el volumen que se utiliza de ellos es mínimo, considerándose solutos y el agua destilada como disolvente

Por tal motivo las soluciones utilizadas se vuelven inofensivas una vez que son ocupadas y diluidas nuevamente en el transcurso del análisis. Este

---

<sup>53</sup> Este peligro ocasiona una irritación severa de las vías respiratorias como efecto agudo por el desprendimiento de gases del ácido clorhídrico concentrado.

<sup>54</sup> La solución stock de nitrato que se utiliza para formar la solución estándar de nitrato está formada por el nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) clasificado como Comburente (O) y el cloroformo clasificado como Nocivo (Xn).



procedimiento por el método utilizado se vuelve más seguro, porque depende específicamente de un medidor de iones y electrodos de nitrato.

**Procedimiento 10:** En este procedimiento el único reactivo necesario e indispensable para determinar el parámetro N-nitrito, es el **reactivo colorante determinación de nitrito**, el cual es preparado en el laboratorio a partir de 100 ml de ácido fosfórico al 85%, 10 gr de sulfanilamida, 1 gr de NEDA y 800 ml de agua destilada.

El ácido sulfúrico es clasificado como producto peligroso por su propiedad **Corrosiva**, para lo cual se deben tomar medidas preventivas específicamente utilizar equipo de protección personal tales como guantes, gabacha, mascarilla, gafas de seguridad.

Una vez que el reactivo colorante es preparado, el volumen de 2 ml a utilizar en el análisis disminuye el peligro corrosivo del mismo.

**Procedimiento 11:** Para llevar a cabo este procedimiento el analista depende de un instrumento como lo es el medidor de pH, no utiliza reactivos concentrados, ni preparados, solamente soluciones pH 1.00 y pH 4.00 las cuales no constituyen ningún peligro.

**Procedimiento 12:** En este procedimiento el analista utiliza dos soluciones, una de ellas es la solución estándar de potasio, la cual está formada por el reactivo cloruro de potasio clasificado como no peligroso según su hoja de seguridad.

La siguiente solución utilizada es ISA  $K^+$  (Ionic Strength Adjuster) formada por el reactivo cloruro de sodio, que es clasificado no peligroso según su hoja de seguridad.

Por tales razones en este procedimiento el analista no está expuesto a peligros químicos, y basta con el cumplimiento de las medidas generales de seguridad del laboratorio.



**Procedimiento 13:** Para este procedimiento el analista no utiliza ningún reactivo, porque depende de un instrumento como es el turbidímetro, el cual utiliza soluciones secundarias estándar para su calibración suministradas por la empresa que los diseñó, por tal razón el analista este procedimiento no presenta peligros químicos.

### **III.1.3.2.2 Estimación del riesgo o evaluación de la exposición**

Para estimar el riesgo es necesario estimar la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad que ocurra el hecho.

#### **III.1.3.2.2.1 Probabilidad de los factores de riesgo**

Se presentan tres riesgos por la inhalación y uno por característica cancerígena, que resultan por la presencia de reactivos peligrosos. Todos presentan una probabilidad media. En la tabla N<sup>o</sup>26 se presenta el resultado de la evaluación realizada para los factores de riesgos.

#### **III.1.3.2.2 Severidad del daño**

Todos los riesgo presentan daños superficiales, irritación de las vías respiratorias y un efecto crónico por ende la severidad del daño es ligeramente dañina.





**Tabla N°31 Resultado de la evaluación realizada para los factores de riesgo laboratorio Físico Químico de Aguas Naturales**

Factores de Riesgos →	Manipulación de fenoltaleína (característica cancerígena, riesgo por inhalación).		Manipulación de cianuro de potasio (reactivo Muy Tóxico, riesgo por inhalación).		Manipulación de cloruro de amonio (característica nociva, riesgo por inhalación).		Manipulación de ácido clorhídrico concentrado (característica corrosiva e irritante, riesgo por inhalación).	
	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor	Indicador (sí ó no)	Valor
La frecuencia de exposición al riesgo es mayor que media jornada	no	0	no	0	no	0	no	0
Medidas de control ya implantadas son adecuadas	no	10	no	10	no	10	no	10
Se cumplen los requisitos legales y las recomendaciones de buenas prácticas	no	10	no	10	no	10	no	10
Protección suministrada por los EPP adecuada	no	10	no	10	no	10	no	10
Tiempo de mantenimiento de los EPP adecuada	no	10	no	10	no	10	no	10
Condiciones inseguras de trabajo	no	0	no	0	no	0	no	0
Trabajadores sensibles a determinados Riesgos	sí	10	no	0	no	0	no	0
Fallos en los componentes de los equipos, así como en los dispositivos de protección	no	0	no	0	no	0	no	0
Actos inseguros de las personas (errores no intencionados o violaciones intencionales de los procedimientos establecidos)	no	0	no	0	no	0	no	0
Se llevan estadísticas de accidentes de trabajo	no	10	no	10	no	10	no	10
<b>TOTAL</b>		<b>60</b>		<b>50</b>		<b>50</b>		<b>50</b>

### III.1.3.2.3 Valoración del riesgo o relación dosis respuesta

Todos los riesgos son valorados como tolerables por la utilización de equipo de protección inadecuado y ausencia de medidas de protección. No se valoran en un rango mayor porque las proporciones de los reactivos son pequeñas.



### I.1.3.1.2.4 Caracterización del riesgo o control del riesgo

Al tratarse de riesgos tolerables, se deberá implantar medidas preventivas para mantener el riesgo en este nivel y no permitir que se desarrolle situaciones que hagan perjudicial para la analista.

**Tabla N°32 Resumen de la evaluación de riesgos presentes en el laboratorio Físico Químico de Aguas Naturales**

Localización: Laboratorios Físico Químico de Aguas				Evaluación									Medidas preventivas/Peligro identificado	Procedimiento de trabajo, para este peligro	Información/Formación sobre este peligro	Riesgo controlado	
Actividad/Puesto de trabajo: PNO/Analista				Inicial	✓	Seguimiento						Sí				No	
Trabajadores expuestos: 1				Fecha de la evaluación: 01/09/2011													
Mujeres: 1 Hombres:				Fecha de la última evaluación: N/A													
N°	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación de Riesgo									
		B	M	A	LD	D	ED	T	TL	M	IM	IN					
1	Manipulación de fenoltaleína (característica cancerígena, riesgo por inhalación).		✓		✓				✓				No hay medidas implantadas	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
2	Manipulación de cianuro de potasio (reactivo Muy Tóxico, riesgo por inhalación).		✓		✓				✓				No hay medidas implantadas	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
3	Manipulación de cloruro de amonio (característica nociva, riesgo por inhalación).		✓		✓				✓				No hay medidas implantadas	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
4	Manipulación de ácido clorhídrico concentrado (característica corrosiva e irritante, riesgo por inhalación).		✓		✓				✓				No hay medidas implantadas	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓

En el anexo N°43 se encuentra el mapa de riesgos donde está representada gráficamente la evaluación realizada a este laboratorio





### **III.1.4 Evaluación de riesgos químicos para los procedimientos normalizados de operación del laboratorio de Micropoluentes**

En este laboratorio se llevan a cabo análisis considerados como orgánicos y determinación de algunos metales, como el caso del arsénico según el capítulo uno en la descripción de áreas se especifican la cantidad y nombre de los análisis. No se realizara la evaluación de riesgos para aquellos procedimientos que no representen un riesgo para la analista. Por ejemplo en la determinación de **Policlorados Bifenilos** que existe una demanda baja, con énfasis en el año dos mil once, solo cinco análisis fueron ejecutados durante todo el año. La probabilidad que ocurra un accidente es mínima. Los reactivos utilizados para este análisis son utilizados en bajas proporciones.

Para el análisis de cromo hexano, no se efectúa la evaluación de riesgos esto porque dicho procedimiento no es ejecutado en el laboratorio, se espera se realice una posterior evaluación cuando el proceso se apruebe por el coordinador y encargados de los laboratorios.

#### **III.1.4.1 Resumen de los procedimientos normalizados**

##### **III.1.4.1.1 Determinación de Arsénico por Generación de Hidruros**

EL arsénico forma hidruros covalentes volátiles por reacción con el borohidruro de sodio en solución ácida, y su generación como gas permite que sean transferidos a una celda de cuarzo calentada a 90<sup>0</sup>C donde se produce la disociación y atomización de los mismos. De esta forma, se realiza la determinación de arsénico por la generación de sus hidruros mediante el sistema de inyección de flujos (FIAS). Según el diagrama de bloque de Arsénico Total por Generación de Hidruros (Ver Anexo N<sup>o</sup>44) existen cinco etapas para la ejecución de este análisis: **Muestreo y preservación, Preparación de slides, Análisis de la muestra (Extracción de Arsénico), Lectura del análisis y Lavado de la cristalería.**



#### III.1.4.1.2 Extracción de plaguicidas Organoclorados en H<sub>2</sub>O

Este procedimiento es aplicable para la extracción de plaguicidas Organoclorados en muestras de agua naturales y residuales.

La extracción de plaguicidas Organoclorados en aguas se da por medio del contacto del solvente **N-Hexano**, el cual remueve el contaminante presente en la muestra por contacto en un tiempo de agitación de 3 ó 4 minutos, utilizando un embudo de separación donde el solvente se deposita en un balón de 500 ml, el cual para eliminar residuos de agua de la muestra se deja pasar sobre **sulfato de sodio** obteniendo un extracto libre de agua, luego el extracto se evapora en un destilador a una temperatura que oscila entre 60-80<sup>0</sup>C hasta obtener un volumen de 1 ml, finalmente este es depositado en un frasco de 25 ml color ámbar. Según el diagrama de bloque de Extracción de plaguicidas Organoclorados en H<sub>2</sub>O (Ver Anexo N<sup>0</sup>45) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Muestreo y Preservación, Extracción y Lavado de la Cristalería.**

#### III.1.4.1.3 Extracción de plaguicidas Organoclorados en Suelo

Este procedimiento es aplicable para extracción de plaguicidas organoclorados en muestras de suelo.

La extracción de plaguicidas Organoclorados en suelo se da por medio de un tiempo de agitación de 24 horas en un shaker a 103 revoluciones, colocando 50 gramos de suelo con 50 ml del solvente **N-hexano** en un Erlenmeyer de 250 ml, durante un tiempo de agitación de 24 horas queda retenido el contaminante presente en la muestra, donde el extracto es depositado en un balón de 500 ml para reducir su volumen a 1ml en un destilador o en un calentador a una temperatura que oscila entre 40-60<sup>0</sup>C, para finalmente ser depositado en un frasco de 25 ml color ámbar para su posterior lectura. Según el diagrama de bloque de Extracción de plaguicidas Organoclorados en Suelo (Ver Anexo N<sup>0</sup>46)



existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Muestreo y Preservación, Extracción y Lavado de Cristalería.**

#### **III.1.4.1.4 Extracción de plaguicidas Organofosforado en H<sub>2</sub>O**

Este procedimiento es aplicable para Extracción de plaguicidas Organofosforado en muestras de agua naturales y residuales.

La extracción de plaguicida Organofosforado en aguas se da por medio del contacto con el solvente **Diclorometano** (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), el cual remueve el contaminante presente en la muestra en un tiempo de agitación de 3 ó 4 minutos utilizando un embudo de separación, donde el solvente se deposita en un balón de 500 ml, el cual para eliminar residuos de agua de la muestra se deja pasar sobre **sulfato de sodio** obteniendo un extracto libre de agua. Según el diagrama de bloque del procedimiento extracción de plaguicidas Organofosforados en H<sub>2</sub>O (Ver anexo N<sup>o</sup>47) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Muestreo y Preservación, Extracción y Lavado de la Cristalería.**

#### **III.1.4.1.5 Extracción de plaguicidas Organofosforado en Suelo**

Este procedimiento es aplicable para la extracción de plaguicidas organofosforado en muestras de suelo.

La extracción de plaguicidas organofosforado en suelo se da por medio del contacto con el solvente **diclorometano** (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) el cual remueve el contaminante presente en la muestra por contacto, en un tiempo de agitación donde el solvente se deposita en un balón de 500 ml, luego el extracto se concentra en un destilador o en un calentador a una temperatura que oscila entre 60-80<sup>o</sup>C, hasta obtener un volumen de 1 ml para luego ser depositado en un frasco de 25 ml color ámbar. Según el diagrama de bloque del procedimiento Extracción de plaguicidas Organofosforado en suelo (Ver anexo N<sup>o</sup>48) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Muestreo y Preservación, Extracción y Lavado de la Cristalería.**



### III.1.4.2 Evaluación del riesgo químico

Existen peligros identificados en los procedimientos dos y tres que se aplicaran cuando se realice el mismo análisis pero en muestras de suelo.

#### III.1.4.2.1 Identificación del peligro

**Procedimiento1:** En la etapa análisis de la muestra existe el peligro de

1. **Manipulación de borohidruro de sodio**, el riesgo es por **inhalación**<sup>55</sup>, el factor de riesgo es la presencia de reactivo tóxico e inflamable.

El riesgo por inhalación al que se expone el analista está relacionado con la operación de colocar los filtros en la sección rectangular puesto que, debe asegurarse que el filtro no cambie de posición, de lo contrario durante el análisis se puede dar desprendimiento de gases que afectan la salud del analista.

Durante la etapa de **lavado de cristalería** el analista está expuesto al peligro de

2. **Manipulación de ácido nítrico**, el riesgo se presenta por **contacto**<sup>56</sup>, el factor de riesgo es la presencia de sustancia clasificada corrosiva y comburente.

**Procedimiento2:** El riesgo y peligro identificado en el proceso de órgano clorado en agua es aplicable para organoclorado en suelo por consiguiente, no se repetirá el proceso. Durante la etapa de extracción de 1ml del solvente el analista está expuesto al peligro de

3. **Manipulación de N-hexano**, el riesgo presente es por **inhalación**<sup>57</sup>, el factor de riesgo es la presencia de reactivo nocivo y fácilmente inflamable.

---

<sup>55</sup> El riesgo por inhalación producto del desprendimiento de gases ocasiona irritación de las mucosas, tos e insuficiencia respiratoria.

<sup>56</sup> Este peligro puede ocasionar quemaduras profundas de la piel.

<sup>57</sup> La inhalación de vapores del N-hexano ocasiona dolor de cabeza, embotamiento y pérdida del conocimiento.



El desprendimiento de gases se da producto del calentamiento del solvente, operación realizada en una cocineta a una temperatura que oscila entre 60-80°C.

**Procedimiento3:** Los riesgos y peligros identificados en el proceso de organofosforado en agua son aplicables para organofosforado en suelo, por consiguiente, no se repetirá el proceso. Durante la etapa de extracción del plaguicida organofosforado el analista está expuesto al peligro de

4. **Manipulación del solvente diclorometano**, el riesgo se presenta por **inhalación**, el factor de riesgo es la presencia de reactivo nocivo y cancerígeno.

El desprendimiento de gases se produce durante el calentamiento del solvente, operación realizada en una cocineta a una temperatura que oscila entre 60-80°C.

Dentro de los **efectos agudos** por inhalación de gases del solvente **diclorometano**<sup>58</sup> puede ocasionar vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, pérdida del conocimiento, debilidad.

En **efectos crónicos** puede afectar al sistema nervioso central y al hígado, dando lugar a una enfermedad degenerativa del cerebro y a un aumento del tamaño del hígado. La exposición podría causar la formación de carboxihemoglobina.

Durante la etapa de **lavado de cristalería** el analista está expuesto al peligro de

5. **Manipulación de ácido nítrico**, el riesgo se da por **contacto**, el factor de riesgo es la presencia de reactivo corrosivo y comburente.

---

<sup>58</sup> Sintorgan. REACTIVOS ANALITICOS. Hoja de Seguridad. Diclorometano. Sección 5 Información toxicológica. Mayo 2005.





### III.1.4.2.2 Estimación del riesgo o evaluación de la exposición

Para estimar el riesgo es necesario estimar la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad que ocurra el hecho.

#### III.1.4.2.2.1 Probabilidad de los factores de riesgo

Para establecer la probabilidad de daño se evalúan condiciones de probabilidad por cada factor de riesgo en los procedimientos normalizados en análisis. En la tabla N<sup>o</sup>33 se presenta el resultado de las evaluaciones realizadas, para los factores de riesgo.

**Tabla N<sup>o</sup>33 Resultado de las evaluaciones realizadas para los factores de riesgo laboratorio de Micropoluentes**

Factores de Riesgos→	Manipulación de borohidruro de sodio (característica tóxica e inflamable, riesgo por inhalación).		Manipulación de ácido nítrico (característica corrosiva y comburente, riesgo por contacto).		Manipulación de N-hexano (característica inflamable y nociva, riesgo por inhalación).		Manipulación de solvente diclorometano (característica cancerígena y nociva, riesgo por inhalación).		Manipulación de ácido nítrico (característica corrosiva y comburente, riesgo por contacto).	
	Indicador (si ó no)	Valor	Indicador (si ó no)	Valor	Indicador (si ó no)	Valor	Indicador (si ó no)	Valor	Indicador (si ó no)	Valor
La frecuencia de exposición al riesgo es mayor que media jornada	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Medidas de control ya implantadas son adecuadas	no	10	si	0	no	10	no	10	si	0
Se cumplen los requisitos legales y las recomendaciones de buenas prácticas	si	0	no	10	si	0	si	0	no	10
Protección suministrada por los EPP adecuada	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10
Tiempo de mantenimiento de los EPP adecuada	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10
Condiciones inseguras de trabajo	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Trabajadores sensibles a determinados Riesgos	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Fallos en los componentes de los equipos, así como en los dispositivos de protección	no	0	no	0	no	0	no	0	no	0
Actos inseguros de las personas (errores no intencionados o violaciones intencionales de los procedimientos establecidos)	si	10	no	0	si	10	si	10	no	0
Se lleven estadísticas de accidentes de trabajo	no	10	no	10	no	10	no	10	no	10
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>		<b>40</b>		<b>50</b>		<b>50</b>		<b>40</b>



#### III.1.4.2.2.2 Severidad del daño

##### Procedimiento 1

El riesgo por inhalación tiene una severidad Baja o Ligeramente Dañina por causar irritación de las vías respiratorias. El contacto con **ácido nítrico** puede ocasionar quemaduras leves en manos y antebrazos con severidad Media o Dañina

##### Procedimiento 2

El riesgo por inhalación tiene una severidad Baja o Ligeramente Dañina por causar irritación de las vías respiratorias por la sustancia **N-hexano**.

##### Procedimiento 3

El riesgo por inhalación tiene una severidad Baja o Ligeramente Dañina por causar irritación de las vías respiratorias. El contacto con **ácido nítrico** puede ocasionar quemaduras leves en manos y antebrazos con severidad Media o Dañina.

#### III.1.4.2.3 Valoración del riesgo o relación dosis respuesta

Los riesgos producto de la inhalación de sustancias (tóxicas, nocivas y cancerígenas) son valorados como **Tolerables**, debido a que en su mayoría sucede por la no utilización de mascarilla de protección correcta y la demanda de estos análisis es baja.

Los riesgos por contacto con ácido nítrico son valorados **Moderados** por presentar probabilidad de daño Alta y severidad de daño Dañina.

#### III.1.4.2.4 Caracterización del riesgo o control de riesgo

De acuerdo a la valoración de los riesgos queda de manifiesto que el orden de prioridad en la toma de decisiones para las medidas preventivas lo constituye en primer lugar los riesgos valorados como moderados, en segundo lugar el riesgo valorado como tolerable.



**Tabla N<sup>o</sup>34. Resumen de la evaluación de riesgos químicos realizada para el laboratorio de Micropoluentes**

Localización: Laboratorios de Micropoluentes				Evaluación										Medidas preventivas/Peligro identificado	Procedimiento de trabajo, para este peligro	Información/Formación sobre este peligro	Riesgo controlado			
Actividad/Puesto de trabajo: PNO/Analista				Inicial	✓	Seguimiento											Sí	No		
Trabajadores expuestos: 1				Fecha de la evaluación: 07/09/2011																
Mujeres: 1      Hombres: 0				Fecha de la última evaluación: N/A																
N <sup>o</sup>	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación de Riesgo				Sí	No							
		B	M	A	LD	D	ED	T	TL	M	IM			IN						
1	Manipulación de borohidruro de sodio (característica tóxica e inflamable, riesgo por inhalación).		✓		✓					✓				1. Utilizar mascarilla durante la preparación de slides y análisis de la muestra.	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓		
2	Manipulación de ácido nítrico (característica corrosiva y comburente, riesgo por contacto).		✓			✓							2. Utilizar guantes resistentes a productos químicos. 3. Utilizar gabacha.						✓	
3	Manipulación de N-hexano (característica inflamable y nociva, riesgo por inhalación).		✓		✓					✓			No hay medidas implantadas No hay medidas implantadas	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.			No hay Información/Formación		✓	
4	Manipulación de solvente diclorometano (característica cancerígena y nociva, riesgo por inhalación).		✓		✓					✓			No hay medidas implantadas No hay medidas implantadas	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓			
5	Manipulación de ácido nítrico (característica corrosiva y comburente, riesgo por contacto).		✓			✓							No hay medidas implantadas No hay medidas implantadas	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓			

En el anexo N<sup>o</sup>49 está representada la evaluación de riesgos químicos realizada al laboratorio de Micropoluentes a través de un mapa de riesgos.





### **III.1.5 Evaluación de riesgos químicos para los procedimientos normalizados operación del laboratorio de Microbiología de aguas**

#### **III.1.5.1 Resumen de los procedimientos normalizados**

##### **III.1.5.1.1 Determinación de coliformes fecales y E.coli por el método de tubos múltiples**

La determinación de Coliformes fecales y E.coli, en aguas se aplica como una prueba confirmativa, al utilizar el método de tubos múltiples a partir de los cultivos presuntivos positivos de coliformes totales en caldo laurilriptosa (CLT), alícuotas del caldo son inoculadas en tubos conteniendo: medio EC para coliformes fecales y medio EC+MUG para E. coli, ambas son incubadas durante 24 horas para observar la reacción en dichos medios. Para E.coli los tubos se someten a la acción de una luz ultravioleta de 366 nm con un bulbo de 6 vatios en un lugar oscuro.

La fluorescencia en los tubos se considera como reacción positiva de E. coli y su densidad se calcula de igual forma que en la metodología de coliformes totales y termo tolerantes.

Para cada lote de medios y análisis, se deben realizar controles de calidad inoculando agua estéril con una cepa de E. coli MUG-positivo y una muestra de MUG-negativo (enterobácteraerógenas). Según el diagrama de bloque en donde se describe el proceso de este análisis existen dos etapas (Ver Anexo N<sup>o</sup>50):

#### **Etapas presuntiva y Confirmativa**

##### **III.1.5.1.2 Determinación de coliformes totales por el método de tubos múltiples**

La determinación de coliformes totales es un método probabilístico de la cantidad de células de coliformes, que están contenidas en un volumen determinado de la muestra de agua en estudio.

El método consta de dos etapas:



## 1. Etapa Presuntiva.

## 2. Prueba confirmativa.

La prueba presuntiva consiste en colocar volúmenes o concentraciones determinados de muestra en una serie de tubos conteniendo caldo de lauriltriptosa para ser incubados a  $35^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  durante  $48\pm 3$  h.

Durante esta prueba la actividad metabólica de las bacterias es estimulada vigorosamente y se da una selección inicial de microorganismos que fermentan la lactosa produciendo gas.

La formación del gas en el período de 24 a 48 horas, constituye una prueba presuntiva positiva para la presencia de bacterias del grupo coliforme.

La prueba confirmativa consiste en inocular muestras de todos los tubos positivos de la prueba presuntiva a tubos conteniendo caldo lactoso de verde brillante bilis al 2% y luego se incuban durante 24 – 48 horas a  $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

Esta prueba reduce la posibilidad de resultados falsos–positivos que pueden ocurrir por la actividad metabólica de los organismos formadores de esporas o por la producción sinérgica de gas debido a que algunas cepas bacterianas no pueden, individualmente, producirlo a partir de la fermentación de lactosa. El caldo verde brillante bilis contiene agentes selectivos e inhibidores que suprimen el desarrollo de todos los organismos no coliformes.

La producción de gas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  después de las 24 – 48 horas constituye una prueba confirmativa positiva.

Según el diagrama de bloque en donde se describe el proceso de este análisis existen dos etapas (Ver Anexo N<sup>o</sup>51): **Prueba presuntiva** y **Prueba confirmativa**.



### III.1.5.1.3 Determinación recuento de mesófilos en agar por el método de sedimentación de placas

El RHP<sup>59</sup> detecta un amplio espectro de microorganismos heterótrofos, incluidas bacterias y hongos, basándose en la capacidad de estos microorganismos para crecer en medios ricos en nutrientes sin agentes selectivos ni inhibidores, durante un periodo de incubación especificado y a una temperatura definida.

El espectro de microorganismos detectados mediante este tipo de análisis incluye microorganismos sensibles a los procesos de desinfección, como las bacterias coliformes; microorganismos resistentes a la desinfección, como los esporulantes, y microorganismos que proliferan con rapidez en el agua tratada en ausencia de concentraciones residuales de desinfectantes.

El recuento de mesófilos en placa, es un procedimiento que consiste en calcular el número de bacterias vivas heterótrofas (mesófilas) que existen en el agua. El método está basado en la incubación de volúmenes medidos de diferentes diluciones de agua en agar platecount a 35°C y durante 48 hrs.

Las colonias pueden surgir en pares, cadenas, grupos o células únicas, todas ellas englobadas bajo el término de unidades formadoras de colonias (UFC). Según el diagrama de bloque en donde se describe el proceso de este análisis existen cuatro etapas (Ver Anexo N<sup>o</sup>52): **Preparación de la muestra, Técnica e incubación, Recuento en placa y Cálculo.**

### III.1.5.2 Evaluación del riesgo químico

#### I.1.5.2.2.1 Identificación del peligro

**Procedimiento 1:** En este procedimiento no se utilizan reactivos químicos sino medios de cultivos que son clasificados como no peligrosos, por lo cual el analista no se encuentra expuesto a peligros de naturaleza química.

---

<sup>59</sup> Recuento de heterótrofos en placa.



**Procedimiento 2:** Dentro de las actividades realizadas al ejecutar los análisis no se identifican sustancias peligrosas<sup>60</sup> o fuentes que provoquen una exposición química, al preparar el reactivo **hidróxido de sodio** para la etapa **presuntiva** se podría caer en el error de establecerlo como la fuente emisora, pero se deja claro que éste se utiliza a muy baja escala (gotas) y a 1N normalidad. Además el riesgo al utilizarlo se hace nulo por la utilización de pipetas y guantes protectores.

Para la preparación del medio en la **etapa presuntiva** específicamente en la tarea **realizar la sustancia**, lo que se utiliza es un medio de cultivo llamado **caldo lauriltriptosa**<sup>61</sup>, que según su MSDS es considerada como una sustancia no peligrosa dictaminado por la legislación de la unión Europea, según la naturaleza química es un medio de cultivo que no contienen ningún ingrediente peligroso. En todo caso se recomienda evitar la inhalación del polvo cuando exista vertido por ser un medio deshidratado que puede ocasionar tos seca.

El **caldo verde brillante**<sup>62</sup> en la segunda etapa para la **preparación de la sustancia** es un medio de cultivo con características de peligro inexistentes aún no se reconoce condiciones a evitar.

**Procedimiento 3:** Para este procedimiento lo que cambia es el medio de cultivo a utilizar como es el **agar platecount**<sup>63</sup> para heterótrofos. Según la hoja de seguridad de este medio se clasifica como indefenso sin ningún efecto adverso para el ser humano, no posee frases de seguridad por ser valorado como no peligroso.

---

<sup>60</sup> Ver en anexos digitales las PNO del laboratorio de microbiología, descripción de los materiales y reactivos utilizados.

<sup>61</sup> FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD. MERCK. del caldo sulfato de laurilo. 29/07/2011. Sección 2 Identificación de los peligros.

<sup>62</sup> FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD. MERCK. del caldo verde brillante. 14/07/2006. Sección 2 Identificación de los peligros.

<sup>63</sup> FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD. MERCK. Agar platecount. 27/07/2011. Sección 2 Identificación de los peligros.





# Laboratorio Operaciones y Procesos Unitarios





### **III.1.6 Evaluación de riesgos químicos para los procedimientos normalizados de operación del laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios**

#### **III.1.6.1 Resumen de los procedimientos normalizados**

##### **III.1.6.1.1 Prueba de jarras**

La prueba de jarras es un procedimiento que se utiliza comúnmente en los laboratorios, este método determina las condiciones de operación óptimas generalmente para el tratamiento de aguas. La prueba de jarras permite ajustar el pH, hacer variaciones en las dosis en las diferentes sustancias químicas que se añaden a las muestras, alternar velocidades de mezclado y recrear a pequeña escala lo que podría ser un equipo de tamaño industrial. Una prueba de jarras puede simular los procesos de coagulación o floculación que promueven la remoción de coloides suspendidos y materia orgánica. Según el diagrama de bloque de prueba de jarras (Ver Anexo N<sup>o</sup>53) existen tres etapas para la ejecución de este análisis: **Muestreo, análisis de muestra y medición de parámetros,**

#### **III.1.6.2 Evaluación del riesgo químico**

##### **III.1.6.1.2.1 Identificación del peligro**

En este procedimiento se utilizan tres reactivos tales como: sulfato de aluminio, ácido sulfúrico (1N) e hidróxido de sodio (1N). Según la hoja de seguridad del sulfato de aluminio este reactivo es clasificado como **No Peligroso** por lo tanto no representa ningún peligro para el analista.

En lo referente al ácido sulfúrico la normalidad que se utiliza no constituye peligro para el analista, debido que para la preparación del ácido sulfúrico 1N se necesita 40 gramos diluidos en 1 litro de agua destilada, por lo cual el peligro de manipulación como tal se ve reducido una vez preparado el reactivo.



### **III.1.7 Lo que se debe saber antes de la aplicación de las normas de bioseguridad.**

#### **III.1.7.1 Objetivos**

Las normas de bioseguridad para los laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA establecen como objetivo lo siguiente:

Retomar aspectos nacionales e internacionales en cuanto a la prevención de peligros químicos y biológicos, para su dominio y aplicación por parte de los funcionarios y personal del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente CIEMA/PIENSA.

Consolidar las acciones de prevención y control de riesgos ocupacionales, mediante el instrumento normativo que regule y defina las acciones a realizar para cada uno de los procedimientos ejecutados.

#### **III.1.7.2 Campo de aplicación**

El ámbito de aplicación de las presentes normas es para todo el personal que labora para los laboratorios, docentes, responsables de laboratorio, analistas, auxiliares de laboratorio y practicantes. Operaciones o tareas bajo la responsabilidad de CIEMA/PIENSA que realicen los trabajadores en la consecución de sus objetivos.

Todo visitante deberá cumplir con las orientaciones de seguridad que reciba de parte del responsable de área a la cual ingresa y del responsable de higiene y seguridad.

#### **III.1.7.3 Disposiciones generales**

Los procedimientos, disposiciones y normas de bioseguridad contenidas en este documento son de cumplimiento obligatorio para todo el personal que labora en CIEMA/PIENSA: Docentes, Responsables de laboratorio, analistas.



Ninguno de los trabajadores podrá argumentar desconocimiento del contenido de las normas una vez aprobado por las instituciones reguladoras en el país.

Las características de implementación de las normas de bioseguridad son de aplicación integral para cada uno de los procedimientos, actividades y operaciones ejecutadas, según sea el caso.

El mejoramiento continuo de las diferentes condiciones del trabajo (físicas, psicosociales, clima laboral), se garantizará mediante la participación activa de la dirección, jefes de áreas y trabajadores en general.

Se establecerá los indicadores evaluativos del avance y desarrollo de las evaluaciones de Seguridad e Higiene Ocupacional en sus diferentes niveles y áreas de trabajo.

Todo trabajador del CIEMA/PIENSA al momento de su contratación, se le darán las instrucciones generales del mismo y deberá cumplir con los procedimientos, disposiciones, normas de bioseguridad e higiene que aparecen en este documento. Esto tiene como propósito garantizar su propia salud y seguridad, la de sus compañeros de trabajo y la de las terceras personas.

#### **III.1.7.4 Obligaciones del empleador**

Son obligaciones del Empleador:

1. Observar y cumplir con las normativas y el código del trabajo. El incumplimiento de estas obligaciones conlleva a sanciones que van desde las multas hasta el cierre del centro de trabajo, de acuerdo al procedimiento establecido al efecto.
2. Adoptar las medidas preventivas necesarias y adecuadas para garantizar eficazmente la higiene y seguridad de sus trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo.
3. El empleador tomando en cuenta los tipos de riesgo a que se expongan los trabajadores y en correspondencia con el tamaño y complejidad de la empresa,



designará o nombrará a una o más personas, con formación en salud ocupacional o especialista en la materia, para ocuparse exclusivamente en atender las actividades de promoción, prevención y protección contra los riesgos laborales.

**4.** Para dar cumplimiento a las medidas de prevención de los riesgos laborales, el empleador deberá:

**4.1** Cumplir con las normativas e instructivos sobre prevención de riesgos según los riesgos que estén expuestos los trabajadores y garantizar la realización de los exámenes médicos ocupacionales de forma periódica según los riesgos que estén expuestos los trabajadores, y Planificar sus actuaciones preventivas en base a lo siguiente:

- ❖ Evitar los riesgos.
- ❖ Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- ❖ Combatir los riesgos en su origen.
- ❖ Adaptar el trabajo a la persona.
- ❖ Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- ❖ Adoptar medidas que garanticen la protección colectiva e individual y
- ❖ Dar la debida información a los trabajadores.

**4.2** Elaborar un diagnóstico inicial que contemple un mapa de riesgos laborales específicos de la empresa y su correspondiente plan de prevención y promoción del trabajo saludable. El diagnostico deberá ser actualizado cuando cambien las condiciones de trabajo o se realicen cambios en el proceso productivo y se revisará, si fuere necesario, con ocasión de los daños para la salud que se haya producido. Una vez que entren en vigencia las presentes normativas.

**4.3** Constituir en su centro de trabajo una comisión mixta de higiene y seguridad del trabajo, que deberá ser integrada con igual número de trabajadores y representantes del empleador, de conformidad a lo establecido en la presente ley.



**4.4** Analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, prevención de incendios y evacuación de los trabajadores.

**4.5** Notificar a la autoridad competente los datos de la actividad de su empresa y entre ellos, los referidos a las materias y productos inflamables, tóxicos o peligrosos.

**4.6** Permitir el acceso a los lugares de trabajo a los inspectores de higiene y seguridad del trabajo en cualquier momento, mientras se desarrolla la actividad laboral, debidamente identificados y suministrar la información que se solicitada, bajo sigilo y estrictamente relacionada con la materia.

**4.7** Suspender de inmediato los puestos de trabajo, que impliquen un riesgo inminente laboral, tomando las medidas apropiadas de evacuación y control.

**4.8** Proporcionar gratuitamente a los trabajadores los equipos de protección personal específicos, según el riesgo del trabajo que realicen, darles mantenimiento, reparación adecuada y sustituirlo cuando el acceso lo amerite.

**4.9** Inscribir a los trabajadores desde el inicio de sus labores o actividades en el régimen de la seguridad social en la modalidad de los riesgos laborales.

**4.10** Se deberá mantener un botiquín con una provisión adecuada de medicinas y artículos de primeros auxilios y una persona capacitada en brindar primeros auxilios, según lo disponga en su respectiva norma.

#### **III.1.7.5 De la capacitación de los Trabajadores:**

El empleador debe proporcionar gratuitamente los medios apropiados para que los trabajadores reciban formación e información por medio de programas de entrenamiento en materia de higiene, seguridad y salud de los trabajadores en los lugares de trabajo.

El empleador debe garantizar el desarrollo de programas de capacitación en materia de higiene y seguridad, cuyos temas deberán estar vinculados al



diagnóstico y mapa de riesgo de la empresa, mediante la calendarización de estos programas en los planes anuales de las actividades que se realizan en conjunto con la comisión mixta de higiene y seguridad del trabajo, los que deben ser dirigidos a todos los trabajadores de la empresa, por lo menos una vez al año.

El empleador debe garantizar en el contenido de los programas de capacitación en su diseño e implementación de medidas en materia de primeros auxilios, prevención de incendio y evacuación de los trabajadores. La ejecución y desarrollo de estos eventos deben ser notificados al Ministerio del Trabajo.

El empleador debe garantizar que el personal docente que realice las acciones de capacitación debe ser personal calificado, con dominio en la materia de higiene y seguridad del trabajo y que esté debidamente acreditado ante el Ministerio del Trabajo.

### **III.1.7.6 Obligaciones de los trabajadores**

1. El trabajador tiene la obligación de observar y cumplir con las siguientes disposiciones de la presente Ley, el Reglamento, el Código del Trabajo y las normativas:

**1.1** Cumplir las órdenes e instrucciones dadas para garantizar su propia seguridad y salud, las de sus compañeros de trabajo y de terceras personas que se encontraren en el entorno, observando las normas o disposiciones que se dicten sobre esta materia.

**1.2** Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empleador, de acuerdo a las instrucciones recibidas de éste.

**1.3** Informar a su jefe inmediato y a la comisión mixta de higiene y seguridad del trabajo de cualquier situación que, a su juicio, pueda entrañar un peligro grave e inminente, para la higiene y seguridad, así como, los defectos que hubiera comprobado en los sistemas de protección.



**1.4** Seguir las enseñanzas en materia preventiva, tanto técnica como práctica que le brinde el empleador.

**1.5** Colaborar en la verificación de su estado de salud mediante la práctica de reconocimiento médico.

**1.6** Informar a su jefe acerca de todos los accidentes y daños que se le sobrevengan durante el trabajo o guarden relación con El, así como suministrar la información requerida por los Inspectores de Higiene y Seguridad del Trabajo.

**1.7** Asistir en los eventos de capacitación en materia de prevención de riesgos laborales que le convoque la parte empleadora, la organización sindical, Instituto Nicaragüense de Seguridad Social, el Ministerio del Trabajo, entre otros.

**1.8** Están obligados a participar en la comisión mixta de higiene y seguridad del trabajo y de elegir a sus delegados ante la comisión.

Todo esto sin perjuicio de los derechos adquiridos en el Código del Trabajo, Convenios Colectivos, Convenios Internacionales de la Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.) y demás resoluciones ministeriales.

Además de las mencionadas, los trabajadores tienen las siguientes obligaciones:

- Prestar el auxilio necesario en caso de siniestro o riesgo inminente en que peligren los intereses de la empresa o de sus compañeros de trabajo.
- Asistir a los cursos y demás actividades de capacitación o adiestramiento que se convengan con el empleador.
- Cumplir con las medidas que correspondan para evitar riesgos y accidentes de trabajo.
- No trabajar bajo los efectos de bebidas alcohólicas, de drogas o en otra condición análoga.
- No portar arma de cualquier tipo durante el trabajo, salvo aquellas que puedan utilizarse en función de la ocupación que desempeñan.





### **III.1.8 Normas de bioseguridad antes, durante y después de la ejecución de los análisis, para peligros químicos.**

Las normas de bioseguridad son fundamentales para prevención de accidentes, que traen consigo problemas a la salud humana y al medio ambiente como tal, que cuando suceden pueden causar la muerte en los seres humanos. Estas normas están planteadas a partir de los peligros identificados en cada uno de los análisis realizados en el CIEMA/PIENSA. Indican que se deben de hacer al inicio, durante y al finalizar el análisis. Fueron realizadas con el objetivo de minimizar la probabilidad de ocurrencia de estos peligros.

#### **III.1.8.1 Al inicio del análisis**

1. Verificar el buen estado de los equipos de protección personal (gabacha, guantes, zapatos cerrados de cuero).
2. Limpiar bien el área de trabajo.
3. Tener los instrumentos necesarios para realizar los análisis.
4. Hacer uso de cristalería limpia.
5. Leer el procedimiento a ejecutar y anotar los reactivos y cantidades a emplear.
6. Toda muestra que va a ser manipulada en el laboratorio debe ser considerada altamente tóxica, infecciosa o contaminante, reconociendo así que su salud y la de las personas que lo rodean es lo más importante.
7. Si desconoce el grado de peligrosidad y maniobrabilidad de algún reactivo a utilizar, verifique en el programa identificación del riesgo químico.
8. Verificar estado del equipo de trabajo: campana extractora de gases, digestores, balanza analítica, cristalería y todos los equipos empleados en dicho análisis.
9. Verificar el estado de los reactivos empleados fecha de vencimiento, color real si es sustancia, humedad si es polvo y fecha de preparación si es un preparado.



### III.1.8.2 Durante la realización del análisis<sup>64</sup>

1. No se permitirá la modificación de los reactivos planteados según los procedimientos normalizados de operación.
2. Bajo ninguna circunstancia se permitirá excedente de gramos, de los reactivo a utilizar a menos que lo autorice el responsable del laboratorio.
3. Durante la manipulación de **ácido clorhídrico**: utilizar mascarilla con filtro E-(P2) para protección respiratoria, Utilizar guantes resistentes a productos químicos de caucho nitrilo con espesor de 0.11 mm.
4. Utilizar gafas de seguridad de una sola pieza resistentes a productos químicos.
5. Nunca tocar los ojos o cara con las manos si están portan guantes.
6. Utilizar pipetas distintas para agregar la concentración respectiva de cada reactivo.
7. En la **determinación de demanda bioquímica de oxígeno** por método de titulación yodométrico (modificación de azida) se deben agregar en el siguiente orden los reactivos para evitar una reacción exotérmica no controlada.
  - a. solución de manganeso
  - b. Solución de álcali azida
  - c. Solución de ácido sulfúrico concentrado
8. Evitar el contacto directo de la solución álcali azida con agua.
9. Evitar el derrame de la solución álcali azida (base) y ácido sulfúrico<sup>65</sup>
10. Garantizar mezcla homogénea de solución de digestión y ácido sulfúrico mediante la inversión de los tubos de digestión<sup>66</sup>.
11. Evitar el contacto del **ácido sulfúrico** con agua<sup>67</sup>.

<sup>64</sup> Ver anexo N°54 resumen de la evaluación de riesgos.

<sup>65</sup> Estas normas se debe aplicar durante el análisis de determinación DBO en el laboratorio de Aguas Residuales.

<sup>66</sup> Estas normas se debe aplicar durante el análisis de determinación DQO y Determinación de fósforo total en el laboratorio de Aguas Residuales.

<sup>67</sup> Estas normas se debe aplicar durante el análisis de determinación DQO y Determinación de fósforo total en el laboratorio de Aguas Residuales.



12. Asegurarse que los tubos de digestión estén cerrados para luego realizar la homogenización de los aditivos.<sup>68</sup>
13. Nunca adicione agua a la **solución de hidróxido de sodio**.<sup>69</sup>
14. El agua debe estar tibia (25-38<sup>0</sup>C), nunca empiece con agua fría o caliente, ya que la adición de hidróxido de sodio de agua incrementa la temperatura de la solución.<sup>70</sup>
15. Cuando se manipule **reactivo de digestión** en la determinación de Nitrógeno Total se debe utilizar guantes resistentes a productos químicos de vitón (R) con espesor de 0.70 mm.
16. Realizar la adición del **reactivo de digestión** dentro de la campana extractora de gases.
17. Utilizar cristalería (probeta) sin fisura.
18. Adicionar el **reactivo hidróxido de sodio** tiosulfato sódico al agua bajo constante agitación.
19. Cuando se **manipule fenolftaleína** durante la determinación de alcalinidad total a las aguas naturales, se debe utilizar mascarilla para protección respiratoria con filtro P1.
20. Utilizar campana extractora de gases en la **preparación de solución stock de cianuro**, debido a la generación de aerosoles altamente tóxicos.
21. Utilizar mascarilla de filtro B-(P3) para la protección respiratoria al realizar la operación pesado de cantidades de reactivos, en la balanza analítica.
22. Utilizar mascarilla de filtro P-(2) para protección respiratoria al realizar la operación de pesado del **cloruro de amonio**.<sup>71</sup>
23. Cerrar la rejilla de la balanza analítica cada vez que se verifique el peso exacto del reactivo **cloruro de amonio**.
24. Limpiar la superficie de la balanza analítica al terminar de pesar las cantidades específicas de los reactivos con un kleenex para evitar el desprendimiento del polvo de **cloruro de amonio**.

---

<sup>68</sup> Ídem al 64

<sup>69</sup> Aplicable en la Determinación de nitrógeno amoniacal.

<sup>70</sup> Aplicable en Manipulación de hidróxido de sodio.

<sup>71</sup> Aplicable en la Determinación de dureza total y cálcica.



25. Utilizar mascarilla de filtro E-(P2) para protección respiratoria al destapar el frasco de **ácido clorhídrico**.<sup>72</sup>
26. Realizar todas las operaciones con generación de aerosoles dentro de la campana extractora de gases.
27. Cerrar la rejilla de la campana extractora de gases al momento de aplicar calor a la solución para evitar respirar gases tóxicos provenientes de esta operación.
28. Utilizar siempre la pinza para colocar los **filtros en los slides** porque una inadecuada colocación de los mismos ocasionaría desprendimiento de gases.<sup>73</sup>
29. Trabajar bajo campana extractora de gases debido que al utilizar **tabletas de borohidruro de sodio** se desprenden gases contaminantes para la salud del analista.
30. Utilizar campana extractora de gases durante la etapa de extracción de solvente **N-hexano**.<sup>74</sup>
31. Trabajar bajo campana extractora de gases por el desprendimiento de gases, al calentar el solvente **diclorometano**, los cuales son contaminantes para la salud del analista.<sup>75</sup>
32. Utilizar guantes de seguridad de nitrilo con espesor de 0.11 mm cuando se trabaje con el solvente **diclorometano**.
33. Durante la manipulación de ácido fosfórico al 85% debe utilizar guantes de protección de material caucho nitrilo con un espesor de 0.11 mm.<sup>76</sup>
34. Durante se manipule Naftiletildiamina, utilizar mascarilla de protección respiratoria.
35. Realizar el trasvase dentro de la campana extractora de gases y con herramientas que faciliten la manipulación como pipetas y embudos<sup>77</sup>.

---

<sup>72</sup> Aplicable en la determinación de hierro total.

<sup>73</sup> Aplicable en la determinación de arsénico.

<sup>74</sup> Aplicable en la extracción de plaguicidas organoclorados en H<sub>2</sub>O.

<sup>75</sup> Aplicable en la extracción de plaguicidas organofosforado en H<sub>2</sub>O.

<sup>76</sup> Aplicable en la determinación de dióxido de nitrógeno.

<sup>77</sup> Ver anexo N<sup>o</sup>42



### III.1.8.2.1 Derrames y accidentes

1. Cuando se produzca derrame de material infectado o potencialmente peligroso, el operador deberá ponerse guantes de caucho y luego cubrir el fluido derramado con papel absorbente, derramar alrededor de este, material descontaminante (hipoclorito de sodio al 0.5%), dejar actuar por 10 minutos.
2. Usando papel absorbente seco y limpio levantar el material y arrojarlo al recipiente de desechos contaminados para su posterior eliminación. La superficie deberá de ser enjuagada con solución descontaminante (hipoclorito de sodio al 0.5%).
3. No se recomienda el uso de alcohol ya que evapora rápidamente y coagula los residuos orgánicos superficiales sin penetrar en ellos.
4. Durante todo procedimiento de desinfección se debe de usar guantes y evitar el contacto con el material derramado y de desinfección.
5. Las lastimaduras y piel contaminada por salpicadura de materiales infectados, deberán ser lavadas con abundante agua limpia y jabón desinfectante. Informar al responsable inmediato.
6. Las quemaduras pequeñas consideradas de primer grado, producidas por material caliente, baños, placas o mantas calefactoras, se tratan lavando la zona afectada con chorro de agua fría o incluso en un cubo que contenga agua y hielo durante 10-15 minutos. Se puede aplicar compresa y crema para aliviar el ardor y la tirantez de la piel.
7. Las quemaduras más graves requieren atención médica inmediata. No se debe utilizar pomada grasa y espesa. Colocar una gasa gruesa por encima, para aislar la quemadura del aire.
8. Cuando los accidentes son producidos por químicos ácidos, se debe cortar la ropa y lavar con abundante agua limpia la zona afectada. Neutralizar la acidez con bicarbonato de sodio durante 15-20 minutos.
9. Cuando los accidentes son producidos por químicos álcalis, lavar la zona afectada con agua limpia abundante y aclarar con una disolución saturada



de ácido bórico o con una disolución de ácido acético al 1% secar y cubrir la zona afectada con una pomada de ácido tánico.

10. En caso de accidentes que comprometan los ojos, se debe lavar inmediatamente con agua limpia durante 10 minutos; cuanto antes se lave el ojo menor será el daño sobre la córnea. Es necesario mantener los ojos abiertos con la ayuda de los dedos para facilitar el lavado debajo de los párpados. No frotar nunca los ojos. Recibir asistencia médica por leve que parezca.
11. Ante un posible envenenamiento de cualquier tipo, comunicar al responsable inmediato, ponerlo con la cabeza de lado, taparlo con una manta para que no tenga frío, no se permitirá la aplicación de bebidas sin antes identificar que lo produjo. No provocar el vómito más si la sustancia presenta características corrosivas.
12. Si se ingiere producto tóxico, se deberá tomar un litro de agua para que la concentración del tóxico sea menor. Suministrar antídotos universales, tales como la clara de huevo en un litro de agua, ya que crea una película protectora de la mucosa gástrica.
13. Cuando la persona presente inhalación de productos químicos; conducir a la persona afectada a un sitio con aire fresco.

**III.1.8.3 Al finalizar el/los análisis** deben de cumplirse las normas que se mencionaran a continuación

1. Limpiar bien el área en que se trabajó.
2. Lavar la cristalería usada con solución jabonosa y abundante agua. Esterilizarla.
3. Lavarse las manos con abundante agua.
4. Desechar los guantes usados.
5. Desechar mascarillas usadas.
6. Los residuos de análisis que se tiren al desagüe tendrán que diluirse y dejar la llave abierta por un periodo de tiempo razonable para que diluya antes de llegar al logo.



## III.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS BIOLÓGICOS EN LOS LABORATORIOS DE CIEMA/PIENSA

### Introducción

El siguiente capítulo consiste en la evaluación de riesgos biológicos para los laboratorios de CIEMA/PIENSA, para ello se ha seguido la metodología descrita por el MITRAB específicamente el acuerdo ministerial JCHG-000-08-09 **Procedimiento técnico de higiene y seguridad del trabajo para la evaluación de los riesgos en los centros de trabajo** y la guía técnica publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la **Exposición a Agentes Biológicos**, fundamentada en el Real Decreto 664/1997, del 12 de mayo de España.

Lo que se pretende es valorar la magnitud de los riesgos a través de la evaluación que conlleva la identificación, estimación del riesgo, valoración del riesgo o relación dosis respuesta y caracterización del riesgo.

La evaluación de riesgos biológicos es necesario explicar que se adapta principalmente al laboratorio de microbiología por ser este el único que trabaja directamente con microorganismos que se encuentran dentro de la clasificación de bacterias, virus, parásitos, hongos, precisamente porque los procedimientos realizados conllevan el cultivo y ambientación de microorganismos.

Para los demás laboratorios la evaluación se va realizar desde otra óptica y desde otra etapa como es el Muestreo, por la razón de que los análisis son de característica analíticos e instrumentales.

Es de suma importancia mencionar que se hace énfasis en la utilización de la guía técnica para la evaluación y prevención **exposición a agentes biológicos** debido a que a nivel nacional no existe un manual estricto para desarrollar una metodología a seguir, según la compilación existe un apartado llamado norma ministerial de higiene y seguridad del trabajo aplicada a la prevención de los



riesgos biológicos con énfasis en el VIH/SIDA; pero que según los requisitos solicitados no se adaptaba a las características de los laboratorios de CIEMA/PIENSA.

Para el establecimiento de las medidas en la prevención de los riesgos biológicos se utilizó manual de bioseguridad en el laboratorio cuarta edición organización mundial de la salud.

### **III.2.1 Generalidades de los Riesgos biológicos en el laboratorio de Microbiología**

El riesgo implica la probabilidad de que ocurra un daño, lesión o enfermedad, en el contexto de los laboratorios de microbiología la evaluación del riesgo se concentra principalmente en la prevención de infecciones de laboratorio.

Cuando se trate de actividades de laboratorio que involucren material infeccioso o potencialmente peligroso, la determinación del riesgo representa un ejercicio crítico y productivo. Ayuda a asignar los niveles de bioseguridad (instalaciones, equipos y prácticas) que reducen al mínimo el riesgo de exposición del trabajador o del ambiente de un agente<sup>78</sup>.

La evaluación del riesgo puede ser cualitativa o cuantitativa. Ante la presencia de materiales conocidos se puede realizar una determinación cuantitativa. Sin embargo, en mucho de los casos los datos cuantitativos pueden ser incompletos o hasta no existir.

En este capítulo se aborda la evaluación del riesgo biológico de forma cualitativa debido a que los agentes infecciosos en el agua son muy diversos y muchos de ellos aún ni se conocen a su amplitud, por otra parte si quisiéramos realizar una evaluación cuantitativa se requiere de un estudio durante un periodo de tiempo largo y no se puede establecer un patrón por el hecho de realizar un análisis o

---

<sup>78</sup> Bioseguridad en los laboratorios de microbiología y biomedicina 4<sup>TA</sup> edición departamento de la salud y servicio humanos. Sección V página 38.





estudiar un solo caso; ahora bien los aparatos son caros y el factor económico constituye una de las principales limitantes.

Los riesgos biológicos se presentan en actividades como recolección de la muestra, no se conoce con exactitud la calidad microbiológica de las mismas y por consiguiente los agentes patógenos tampoco, principalmente en la recolección de muestras de aguas residuales.

Se hace mención a aspectos o fluctuaciones aleatorias en el muestreo existen casos en los cuales los puntos de muestreo son inaccesibles y corren el riesgo de picaduras de animales como culebras, mosquitos y fieras.

La recopilación de muestras de aguas residuales abarca un gran espectro que va desde abrir cajas de registro de desechos totales, aguas retenidas en pilas artificiales para su posterior tratamiento, aguas retenidas no necesariamente en pilas, etc.

Se presenta un segundo escenario de riesgo biológico en el análisis de la muestra debido a la manipulación de aguas sucias o contaminadas y aún mayor en la ambientación de los coliformes totales o termo tolerantes.

La mayor parte de las enfermedades asociadas con el agua contaminada por microbios son infecciosas, pueden ser categorizadas según la fuente del patógeno o la ruta por la cual el patógeno contagió a la persona.

En tal situación podemos mencionar dos categorías de las cuatro mencionadas en el documento epidemiología y microbiología<sup>79</sup> las cuales son infecciones por contacto y las transmitidas por vectores.

La vía de infección en la cual se puede incidir como un riesgo para el personal del laboratorio es la **inhalación** respiratoria y por **contacto** dentro de las cuales podemos citar las más recurrentes<sup>80</sup>. La figura N<sup>o</sup>1 nos muestra los diferentes

---

<sup>79</sup> Epidemiología y microbiología del agua módulo 1.3 página 5.

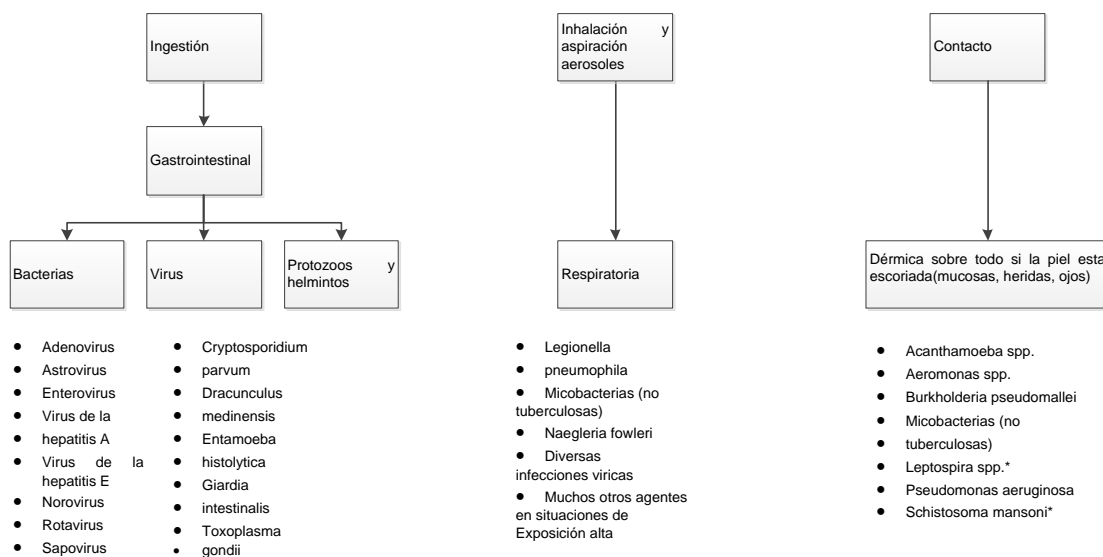
<sup>80</sup> Vías de trasmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua, aspectos microbiológicos 7.



agentes patógenos relacionados con el agua que pueden ser causantes de enfermedades en el personal de laboratorio.

**Las infecciones por contacto** son causadas por gusanos patógenos que pasan la mayor parte de su vida en huéspedes que viven en el agua. Las enfermedades se transmiten por contacto físico e ingestión, gusanos parasíticos, penetrando en la piel del huésped desde el agua infestada. Los comunes son SCHISTOSOMIASIS, GUSANO DE GUINEA.

Figura N°1. Vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua



**Las transmitidas por vectores** son las enfermedades relacionadas con el agua no se transmiten directamente por el agua misma sino por vectores, usualmente mosquitos, cuyas vidas dependen del acceso al agua. Dentro de ellas tenemos malaria, dengue, fiebre amarilla, mosca negra, ceguera del rio, mosca TSETSE, enfermedad del sueño, esto proveniente por picaduras de insectos.

El agua como tal es portadora de virus los cuales son patógenos más pequeños, aproximadamente 100 veces más pequeños que las bacterias, estos son difíciles de detectar y se adaptan a su huésped. Los científicos creen que las mayorías de las diarreas son causadas por los virus y dentro de las enfermedades más conocidas por los virus tenemos la hepatitis A y la polio.



La dosis infectiva es la dosis mínima de organismos requerida para causar una infección, esto varía mucho según el tipo de organismo las más susceptibles para la analista y personal de laboratorio son dosis infecciosa baja entre los 1 y 100.

Dentro de los laboratorios de microbiología los trabajadores están expuestos al contagio, no por la vía habitual, sino como consecuencia de la manipulación de los cultivos lo que implica la potencial exposición a cantidades de microorganismos infecciosos vivos, el mayor riesgo de infección se producirá como consecuencia de procedimientos que implican la formación de aerosoles, tales procedimientos son muy comunes en el laboratorio de microbiología, aunque dichos aerosoles no sean claramente aparentes (Ver tabla N<sup>o</sup>35). Conviene prestar atención particular cuando dichas manipulaciones se realizan en muestras o cultivos que contengan patógenos contagiosos.

Como consecuencia de estos riesgos, el personal de laboratorio posee un riesgo mayor que el resto de la población, aunque dicho incremento de riesgo presenta enormes oscilaciones según los estudios (Entre dos y cien veces superior), esta se atenúa tomando las medidas de seguridad y con una mayor conciencia de los profesionales.

<b>Tabla N<sup>o</sup>35. Procedimientos habituales en el laboratorio de Microbiología que pueden generar aerosoles<sup>81</sup></b>	
Laboratorio de Microbiología	<b>Procedimientos de trabajo</b>
	Subcultivar colonias
	Abrir placas de cultivo
	Calentar y enfriar asas
	Pipetear o inyectar suspensiones con cultivos
	Centrifugar muestras o cultivos
	Manipular y filtrar líquidos
	Liofilizar cultivos y muestras
	Mezcla por agitación mecánica o manual

<sup>81</sup> Bioseguridad en mico bacteriología, Jaime Esteban Moren. Página 1



Para el laboratorio de microbiología se tiene una exposición derivada de una actividad laboral con intención deliberada de utilizar o manipular un agente biológico, que constituye el propósito principal del trabajo.

### III.2.2 Evaluación de riesgo biológico

Tomando en consideración el artículo dos del manual para la evaluación y prevención a agentes biológicos<sup>82</sup> el laboratorio presenta cultivos celulares y endoparásitos humanos susceptibles de originar cualquier tipo de infección alérgica o toxicidad. Pero además se refiere al cultivo celular resultado del crecimiento “in vitro” contemplando la definición categoría uno que incluye agentes biológicos vivos.

Se contempla el grupo de riesgo II **agentes biológicos patógenos** (causantes de enfermedad), que puede causar enfermedad al hombre, pero que difícilmente se puede propagar a la colectividad; existen profilaxis o tratamiento eficaces. Esto por la debida razón que se manipulan aguas residuales que por su procedencia poseen agentes biológicos vivos como es el caso de aguas de mataderos, polleras, residenciales y curtiembres.

#### III.2.2.1 Identificación del peligro

Dentro del laboratorio el peligro al que está expuesta la analista es

- **Exposición a bacteria coliforme**, el factor de riesgo es inoculación de bacterias coliformes fecales y e.coli.

#### III.2.2.2 Estimación del riesgo o evaluación de la exposición

Para estimar el riesgo es necesario estimar la probabilidad del factor de riesgo presentado anteriormente.

---

<sup>82</sup> Guía técnica para la prevención y evaluación de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos.



### III.2.2.2.1 Probabilidad de los factores de riesgo

Para el factor de riesgo **inoculación de bacterias coliformes fecales y e.coli** la probabilidad de daño es Alta, debido a un resultado de 80 puntos de la evaluación de las condiciones de probabilidad, por lo cual el daño ocurrirá siempre o casi siempre que el analista esté expuesto al factor de riesgo (ver tabla N<sup>o</sup>36).

**Tabla N<sup>o</sup>36 Resultado de las evaluaciones realizadas para el factor de riesgo laboratorio de Microbiología**

<b>Factores de Riesgos→</b>	<b>Exposición a bacteria coliforme (riesgo de inoculación).</b>	
	<b>Indicador (SI O No)</b>	<b>Valor</b>
La frecuencia de la exposición al riesgo es mayor a la media jornada.	no	0
Las medidas de control ya implementadas son adecuadas.	no	10
Se cumplen los requisitos legales y las relaciones de buenas practicas.	no	10
Proteccion suministrada por los EPP.	no	10
Tiempo de mantenimiento de los EPP adecuada.	no	10
Condiciones inseguras de trabajo.	si	10
Trabajadores sensibles a determinados riesgos.	si	10
Fallos en los componentes de los equipos, asi como en los dispositivos de proteccion.	si	10
Actos inseguros de las personas (errores no intencionados o violaciones intencionales de los procedimientos establecidos).	no	0
Se llevan estadísticas de los accidentes de trabajo.	no	10
<b>Total</b>		<b>80</b>



#### **III.2.2.2.2 Severidad del daño**

La severidad de daño de la exposición a bacteria coliformes es clasificado como Bajo o ligeramente dañino por ocasionar efectos sobre la salud tales como: diarrea, retorcijones, náuseas, dolor de cabeza, fatiga, entre otros.

#### **III.2.2.3 Valoración del riesgo o relación dosis respuesta**

De acuerdo a la probabilidad Alta y la severidad de daño Baja, la exposición a bacteria coliforme tiene un riesgo valorado como moderado.

#### **III.2.2.4 Caracterización del riesgo o control de riesgo**

Para controlar el riesgo Moderado en la exposición a bacteria coliforme es necesario tomar en cuenta que la exposición va estar presente por la realidad y característica de la ejecución de los procedimientos, sin embargo, si se puede implementar medidas de control, buenas prácticas de laboratorio, utilizar equipo



**Tabla N°37 Resumen de la evaluación de riesgo presente en el laboratorio de Microbiología**

Localización: Laboratorio de Microbiología				Evaluación											Medidas preventivas/Peligro identificado	Procedimiento de trabajo, para este peligro	Información/Formación sobre este peligro	Riesgo controlado					
Actividad/Puesto de trabajo: Análisis de las muestras/Analista				Inicial	✓	Seguimiento													Sí	No			
Trabajadores expuestos: 1				Fecha de la evaluación: 06/09/2011																			
Mujeres: 1      Hombres: 0				Fecha de la última evaluación: N/A																			
N°	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación de Riesgo								Sí	No						
		B	M	A	LD	D	ED	T	TL	M	IM	IN											
1	Exposición a bacteria coliforme (riesgo de inoculación).			✓	✓								✓					✓					
														1. Utilizar una gabacha para su protección personal. 2. Para succionar con las pipetas se deben usar peras de succión. 3. Siempre deben lavarse muy bien las manos antes y después de procesar sus muestras de laboratorio. 4. Se debe desinfectar "siempre" la mesa de trabajo antes y después de los respectivos análisis. 5. Todo el material utilizado para los diferentes análisis debe ser desinfectado y esterilizado muy bien. 6. En caso de accidentes tales como rotura de un tubo que contiene muestras se deben usar guantes para recoger el material esparcido y depositarse en una bolsa debidamente cerrada para esterilizarlo en el autoclave antes de su disposición final.	No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación							

En el anexo N°55 se puede observar el mapa de riesgos biológicos resultado de la evaluación realizada al laboratorio de microbiología.



### **III.2.3 Evaluación de riesgos biológicos para la actividad de muestreo en aguas residuales ejecutados por los analistas de los laboratorios de CIEMA/PIENSA**

#### **III.2.3.1 Resumen del procedimiento**

La actividad de muestreo es realizada por responsables y auxiliares de laboratorio, existe una rotación de visitas que garantiza que todos se involucren en el muestreo.

En la **recolección de la muestra** el riesgo por contacto tiene lugar debido a que el analista debe introducirse a los ríos y fuentes de disposición final de empresas industriales.

Los analistas toman un frasco hermético y se introducen al agua para llenarlo, las porciones de recolección se repiten según lo solicitado por la empresa, ya que algunas solicitan en diferentes momentos en el descargue del proceso industrial.

Se debe recordar que la contaminación del hombre ha roto las barreras naturales normales y equilibradas, por lo general la mayoría de los ríos están contaminados por agentes químicos presentes, por el vertido que realizan las industrias especialmente la textil, mataderos y curtiembre.

Los analistas encargados de los muestreos expresan que la actividad consiste en tomar de los ríos una porción de agua de la parte inferior, donde se pueda encontrar la concentración mayor de contaminación.

#### **III.2.3.2 Evaluación del riesgo biológico**

Para la actividad de muestreo se va aplicar el procedimiento técnico de higiene y seguridad del trabajo publicado por el MITRAB.





### III.2.3.2.1 Identificación del peligro

Debido a las características de los puntos de muestreo, esta actividad entraña distintos peligros, el muestreo puede ser realizado desde una planta de tratamiento de plantas industriales tales como mataderos, curtiembres, empresas textiles, camaroneras, etc., y más allá de este tipo de empresas se pueden presentar situaciones hostiles donde es necesario que el analista se encuentre preparado física y mentalmente para evitar accidentes.

Al estar en contacto con fuentes de aguas de las cuales se desconoce su composición en cuanto a características y propiedades físicas, químicas y biológicas existe el peligro de

- **Exposición a microorganismos infecciosos**, el factor de riesgo es el contacto con fuentes de aguas contaminadas.

Las fuentes de aguas con las que tiene contacto el analista son plantas de tratamiento y ríos.

Producto de la exposición a microorganismos infecciosos el analista puede adquirir enfermedades como

- Dermatitis
- Hepatitis A
- Hepatitis B
- Tétano
- Difteria
- Varicela
- Sarampión
- Parotiditis

Los analistas encargados de los muestreos expresan que al introducirse al agua para capturar la muestra ellos no utilizan ningún equipo de protección personal, los guantes son muy cortos provocando que el agua quede atrapada entre las manos, según lo referido los guantes no sirven y entorpecen la actividad y no protegen lo suficiente.



El contacto directo con agua contaminada recae principalmente en manos y pie, debido que al ingresar al agua, el analista tiene que retirar los zapatos y subirse el pantalón.

Otro peligro al que se ven expuestos los analistas es de

- **Mordedura de serpiente**, el factor de riesgo es realizar trabajo de muestreo en áreas con abundante vegetación que permiten el hábitat de serpientes.

### **III.2.3.2.2 Estimación de los riesgos o evaluación de la exposición**

Para estimar el riesgo es necesario estimar la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad que ocurra el hecho.

#### **III.2.3.2.2.1 Probabilidad de los factores de riesgo**

En la tabla N<sup>o</sup>38 se presenta la evaluación realizada para los factores de riesgo **contacto con fuentes de aguas contaminadas y muestreo en hábitat de serpientes**, dando como resultado una probabilidad media para ambos.

#### **III.2.3.2.2.2 Severidad del daño**

La exposición a microorganismos infecciosos produce enfermedades con efectos nocivos como la hepatitis B por lo cual la severidad de daño es considerada Media o Dañina con lesiones superiores a los 10 días.

La mordedura de serpiente constituye un peligro mortal para la salud de los analistas por lo cual la severidad del daño es media.



**Tabla N°38 Resultado de las evaluaciones realizadas para los factores de riesgo actividad Muestreo**

<b>Factores de Riesgos →</b>	<b>Exposición a microorganismos infecciosos (riesgo de contacto por fuentes de aguas contaminadas).</b>		<b>Mordedura de serpiente (riesgo, trabajo en habitat de serpientes)</b>	
	<b>Indicador (si ó no)</b>	<b>Valor</b>	<b>Indicador (si ó no)</b>	<b>Valor</b>
La frecuencia de exposición al riesgo es mayor que media jornada	no	0	no	0
Medidas de control ya implantadas son adecuadas	no	10	si	0
Se cumplen los requisitos legales y las recomendaciones de buenas prácticas	si	0	no	10
Protección suministrada por los EPP adecuada	no	10	no	10
Tiempo de mantenimiento de los EPP adecuada	no	10	no	10
Condiciones inseguras de trabajo	no	0	no	0
Trabajadores sensibles a determinados Riesgos	no	0	si	10
Fallos en los componentes de los equipos, así como en los dispositivos de protección	no	0	si	10
Actos inseguros de las personas (errores no intencionados o violaciones intencionales de los procedimientos establecidos)	si	10	no	0
Se llevan estadísticas de accidentes de trabajo	no	10	no	10
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>		<b>60</b>

### III.2.3.2.3 Valoración del riesgo o relación dosis respuesta

El riesgo para la exposición a microorganismos infecciosos es valorado como moderado por tener probabilidad media y severidad de daño Media.

El riesgo por mordedura de serpiente es valorado como moderado por tener probabilidad media y severidad de daño media.



### III.2.3.2.4 Caracterización del riesgo o control de riesgo

Para el control del riesgo de exposición a microorganismos infecciosos requiere de establecer medidas de preventivas y de control, informando al analista de las enfermedades que puede adquirir producto del peligro presente en la actividad de muestreo.

Para el control del riesgo de mordedura de serpiente será necesario tomar medidas eficaces y sobre todo representa el peligro que debe priorizarse para evitar que se materialice el peligro en las condiciones de riesgos actuales y se cobre una vida humana.

El resumen de la evaluación de riesgo biológico para la actividad de muestreo que realizan los analistas de CIEMA/PIENSA se encuentra en la tabla N<sup>o</sup>39.

**Tabla N<sup>o</sup>39 Resumen de la evaluación de riesgo presente en la actividad Muestreo**

Localización: Muestreo en plantas de tratamiento, ríos.				Evaluación											Medidas preventivas/Peligro identificado	Procedimiento de trabajo, para este peligro	Información/Formación sobre este peligro	Riesgo controlado		
Actividad/Puesto de trabajo: Muestreo/Analistas y auxiliares				Inicial	✓	Seguimiento								Sí				No		
Trabajadores expuestos: 1				Fecha de la evaluación: 06/09/2011																
Mujeres: Hombres:				Fecha de la última evaluación: N/A																
N <sup>o</sup>	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencia			Estimación de Riesgo												
		B	M	A	LD	D	ED	T	TL	M	IM	IN								
1	Exposición a microorganismos infecciosos (riesgo de contacto por fuentes de aguas contaminadas).		✓			✓								✓			No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓
2	Mordedura de serpiente (riesgo trabajo en habitat de serpientes).		✓			✓								✓			No hay procedimiento de trabajo para el peligro identificado.	No hay Información/Formación		✓



### **III.2.4 Normas de bioseguridad antes, durante y después de la ejecución de los análisis, para peligros biológicos.**

#### **III.1.7.1 Al inicio del análisis**

1. Verificar el buen estado de los equipos de protección personal (gabacha, guantes, zapatos cerrados de cuero).
2. Limpiar bien el área de trabajo.
3. Tener los instrumentos necesarios para realizar los análisis.
4. Hacer uso de cristalería limpia.
5. Leer el procedimiento a ejecutar y anotar los reactivos y cantidades a emplear.
6. Toda muestra que va a ser manipulada en el laboratorio debe ser considerada altamente tóxica, infecciosa o contaminante, reconociendo así que su salud y la de las personas que lo rodean es lo más importante.
7. Si desconoce el grado de peligrosidad y maniobrabilidad de algún reactivo a utilizar, verifique en el programa identificación del riesgo químico.
8. Verificar estado del equipo de trabajo: campana extractora de gases, digestores, balanza analítica, cristalería y todos los equipos empleados en dicho análisis.
9. Verificar el estado de los reactivos empleados fecha de vencimiento, color real si es sustancia, humedad si es polvo y fecha de preparación si es un preparado.
10. No se permitirá el ingreso de recipientes con muestras, si estos presentaron derrame.
11. No utilizar la refrigeradora donde se encuentra el cultivo de bacteria coliforme para almacenar alimentos.

#### **Durante la realización del análisis**

1. Utilizar guantes, gabacha y mascarilla de protección respiratoria al calentar asas de cultivo.



2. Ciertos procedimientos que pueden generar aerosoles o gotitas infecciosas se llevan a cabo en gabinetes de seguridad biológica o en otros equipos de contención física. La operación calentar asas se debe ejecutar dentro de una campana extractora de gases.
3. No beber, comer o fumar mientras se realiza el procedimiento de inoculación.
4. Utilizar las pipetas al momento del trabase.
5. No dejar la dilución con inoculo por más de treinta minutos a temperatura ambiente para evitar la multiplicación de las bacterias en todo caso se pueden esparcir con mayor facilidad contaminando el ambiente de laboratorio.
6. Apegarse a todas las normas descritas en el capítulo cuatro asignación del nivel de bioseguridad. En específicos las del nivel 2.

#### **Antes (Recolección de muestras)**

1. La persona que ejecuta el muestreo en ningún momento podrá introducirse al agua llevando puesto lentes de contacto.
2. En ninguna circunstancia se deberá introducir al agua si el analista contiene en su cuerpo cortaduras o rasgaduras.
3. El analista debe utilizar botas de hule al introducirse a las fuentes de agua.
4. El analista debe utilizar guantes de caucho nitrilo con espesor de 0.11 mm.
5. El o la analista debe utilizar pantalón y no está permitido retirarse la prenda para introducirse a fuentes de agua.
6. La inmunización activa frente a las enfermedades infecciosas ha demostrado ser uno de los principales medios para proteger a los trabajadores.
7. Inmunizar a los trabajadores con las siguientes vacunas
  - a. Havrix ó VAQTA. Vacuna para la hepatitis A.
  - b. Twinrix. Vacuna para la hepatitis B.



- c. Adacel (Tdap). Vacuna contra la tos ferina, en combinación con tétano y difteria.
- d. Triple viral o SRP. Vacuna contra el sarampión-rubéola-parotiditis.

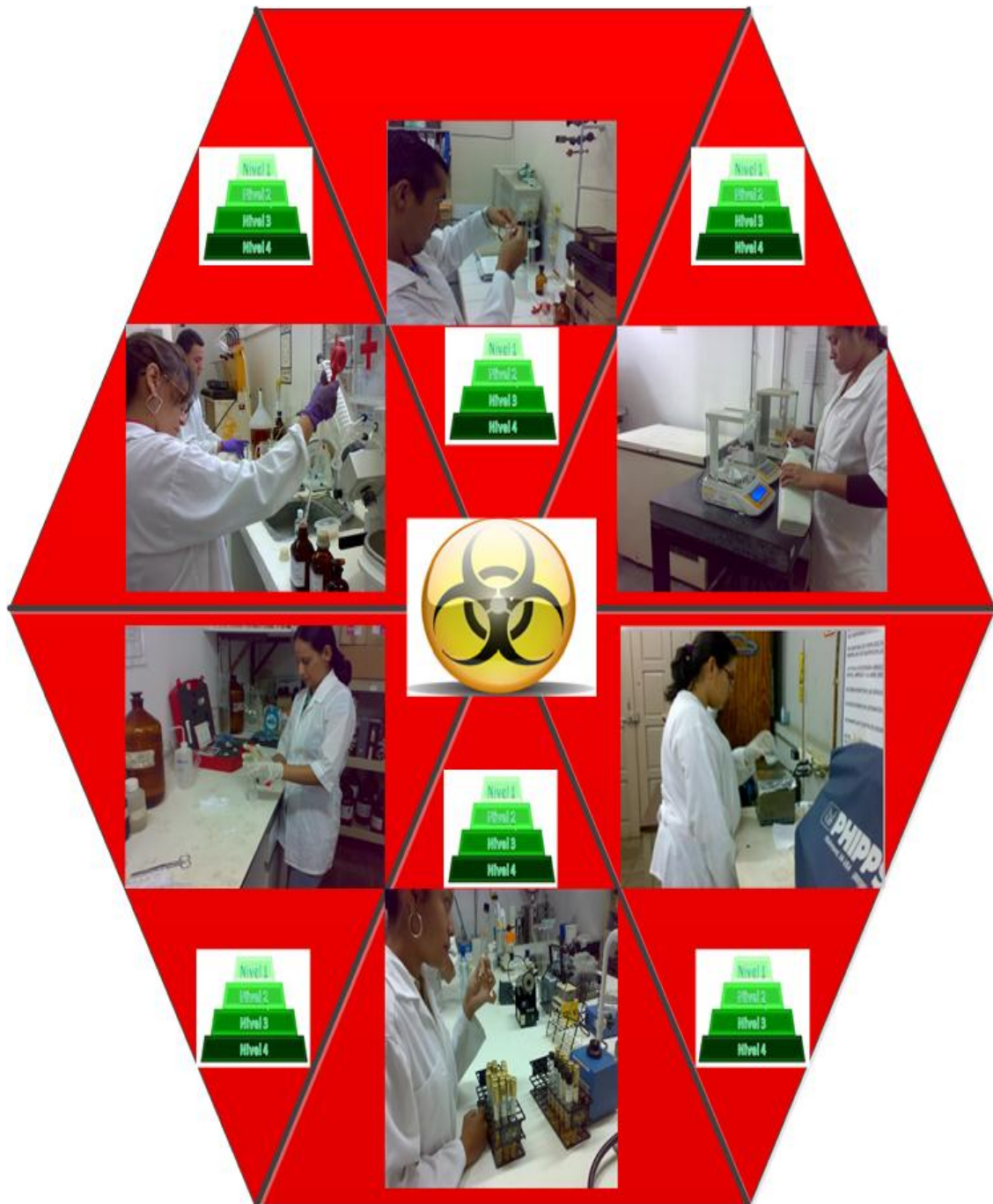
### **Durante (Recolección de muestras)**

1. Nunca dirigirse a un lugar de muestreo solo, siempre ir acompañado por personal de la empresa que solicita el servicio.
2. En lugares de muestreos inaccesibles es necesario portar una herramienta de corte (machete).
3. En el punto de muestreo conviene tomar la muestra de agua más cercana, donde no allá necesidad de introducirse, si es posible.
4. El analista debe portar dentro de su equipo de primeros auxilios suero antiofídico polivalente para administrarse por vía intravenosa y de manera lenta en caso de accidentes causados por serpientes venenosos.

**Al finalizar el/los análisis** deben de cumplirse las normas que se mencionaran a continuación

1. Limpiar bien el área en que se trabajó.
2. Lavar la cristalería usada con solución jabonosa y abundante agua. Esterilizarla.
3. Todos los cultivos se auto-clavan antes de ser eliminados.
4. Lavarse las manos con abundante agua.
5. Desechar los guantes usados.
6. Desechar mascarillas usadas.

## CAPÍTULO IV: NIVEL DE BIOSEGURIDAD POR LABORATORIO







## IV.1 Introducción

Los laboratorios constituyen un medio ambiente de trabajo especial, generalmente únicos, que pueden presentar riesgos de enfermedades infecciosas identificables para los mismos trabajadores y para los que puedan entrar en contacto en el ambiente de trabajo. Durante todo el transcurso de la historia, las infecciones se han contraído en el laboratorio.

En 1941, **Meyer** y **Eddie** publicaron un estudio de 74 infecciones de laboratorio con brucelosis que se habían producido en los estados unidos, y concluyeron que la manipulación de cultivos, especímenes y la inhalación de polvo con contenido de organismos de brucella constituye un peligro inminente para quienes trabajan en los laboratorios. Algunos casos se atribuyeron al descuido o malas técnicas en la manipulación de materiales infectados<sup>83</sup>.

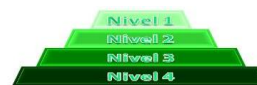
Si bien es cierto se habla de enfermedades de gran relevancia para quienes la adquirieron y se puede asegurar que las tales nunca van a presentarse en los laboratorios de CIEMA/PIENSA lo que se quiere es dar pautas significativas que orienten a los trabajadores sobre el peligro que corren, podrían ser enfermedades en un nivel más bajo pero si con repercusiones a la salud.

El presente capítulo especifica las combinaciones de prácticas, instalaciones de laboratorio y equipos de seguridad, y recomienda su uso en cuatro categorías o niveles de bioseguridad respecto de las actividades de laboratorio con agentes seleccionados, que son infecciosos para los seres humanos. Lógicamente aplicables en particular para la asignación establecida.

Desde comienzo de la década de 1980, los laboratorios han aplicado estas normas fundamentales en las actividades asociadas a la manipulación del virus de inmunodeficiencia adquirida (**HIV**). Aun antes de que fuera identificado como

---

<sup>83</sup> Bioseguridad en los laboratorios de Microbiología y Biomedicina, departamento de la salud y servicios humanos, servicios de salud pública 4<sup>th</sup> edición. Página 1.



causante del **SIDA**. En nuestro país la ley 618 contempla los niveles de bioseguridad con énfasis en el **SIDA**<sup>84</sup>.

Las normas fueron también promulgadas para los trabajadores de la salud y todos aquellos laboratorios que estén expuestos, ya sea, por accidente o la manipulación deliberada del agente infeccioso. Con el título de precauciones universales la cual sea convertido en la base de la manipulación segura.

Para reducir a un más el potencial de infecciones de laboratorio, las normas presentadas en este capítulo se deben considerar como una orientación mínima para la contención. Dichas normas deben adaptarse a cada laboratorio individual.

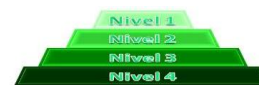
El termino contención se utiliza para describir métodos seguros para manejar materiales infecciosos en el medio ambiente del laboratorio donde son manipulados o conservados ya sea de forma no intencional o deliberada. El objetivo es reducir o eliminar la exposición.

Las contenciones pueden ser primarias protección del personal y del medio ambiente de inmediato, que contempla las buenas prácticas de laboratorio y el uso de equipo de protección personal. La secundaria establece la protección del medio ambiente externo al laboratorio, que se logra a través del diseño de las instalaciones y prácticas operativas.

La evaluación del riesgo del trabajo a realizar con un agente específico determinara la combinación de estos elementos. Para el caso CIEMA/PIENSA se retoman los agentes infecciosos que usualmente presenta el agua contaminada y en el caso específico de microbiología los que ellos ambientan y multiplican en el desarrollo de sus análisis.

---

<sup>84</sup> Norma ministerial de higiene y seguridad del trabajo aplicada al a prevención de los riesgos biológicos, con énfasis en el VIH/SIDA. Página 465.



## IV.2 Asignación del nivel de bioseguridad

El pilar de la práctica para la Bioseguridad es la evaluación del riesgo, aunque existen muchas herramientas para ayudar a evaluar el riesgo que implica un procedimiento o un experimento determinado, el componente más importante es el juicio profesional.

En el capítulo III se realizó la evaluación de riesgos químicos y biológicos para los procedimientos normalizados de operación en cada laboratorio de CIEMA/PIENSA, la evaluación efectuada permitió identificar los peligros químicos y biológicos a los que están expuestos los analistas, lo que posteriormente se utilizó para brindar Normas preventivas que garanticen la salud y seguridad de los analistas.

Las Normas preventivas fueron establecidas directamente al peligro identificado dentro de las situaciones de riesgo observadas, sin embargo al adoptar estas medidas no garantizan un ambiente de trabajo seguro en su totalidad, por lo cual es necesaria la implementación del nivel de bioseguridad correspondiente al trabajo de cada laboratorio.

La asignación de un nivel de bioseguridad tiene en consideración el microorganismo (agente patógeno) utilizado, las instalaciones disponibles, el equipo, las prácticas y los procedimientos necesarios para trabajar con seguridad en el laboratorio.

Se puede caer en el error de no asignar un nivel de bioseguridad a los laboratorios que no trabajan de forma deliberada con microorganismos infecciosos, esto por la debida razón que los materiales publicados<sup>85,86</sup> enfatizan en niveles de bioseguridad sólo para aquellos laboratorios ligados con microorganismos tales como virus, bacterias, protozoos, hongos y helmintos.

---

<sup>85</sup> Manual de Bioseguridad en el laboratorio. OMS. Tercera edición. 2005

<sup>86</sup> Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. Real decreto 664/1997, 12 de mayo. INSHT.



Es un hecho que los laboratorios de aguas residuales, físico químico de aguas naturales, micropoluentes y operaciones unitarias a excepción de microbiología, presentan microorganismos clasificados bajo el grupo de riesgo I, riesgo mínimo por lo que se debe adoptar el nivel de bioseguridad básico I.

Este nivel especifica las medidas de orden general aplicables a cualquier laboratorio que manipule microorganismos cualquiera sea el riesgo, por lo tanto, forma un conjunto de medidas básicas indispensables para brindar medidas preventivas necesarias y adecuadas.

Los laboratorios de CIEMA/PIENSA no manipulan microorganismos como tal, por las características propias y funciones de cada uno de ellos a excepción de microbiología, lo que sí comparten entre si es la etapa de **Muestreo**, la cual consiste en ir a plantas de tratamientos de distintas empresas que solicitan el servicio a la institución a tomar muestras de las aguas residuales, y en algunos casos análisis de agua potable.

Ahora bien la etapa de muestreo significa estar en contacto directo con aguas residuales que contienen diversidad de microorganismos, para lo cual es necesario la adopción de medidas preventivas; una vez que la muestra de agua ingresa a las instalaciones de CIEMA/PIENSA, ésta se distribuye a cada laboratorio de acuerdo a las especificaciones de trabajo solicitadas por el cliente, y es aquí donde se almacena en mantenedoras para preservar las propiedades y evitar la alteración de las mismas para la ejecución de los análisis.

El laboratorio de microbiología está en contacto directo con microorganismos de mayor grado de peligrosidad por la particularidad de sus análisis, por otra parte los demás laboratorios como aguas residuales, físico-químico, micropoluentes y operaciones unitarias tienen un menor grado de contacto con microorganismos porque sus análisis son analíticos e instrumentales pero si se desarrolla una manipulación no intencionado del microorganismo presente en la muestra de agua residual.



El laboratorio de microbiología es el único en el que se cultivan y ambientan microorganismos por esta razón es aplicable la metodología de asignación del nivel de bioseguridad según la OMS en su Manual de Bioseguridad en el laboratorio, tercera edición. El primer paso es identificar los microorganismos presentes en el laboratorio, el segundo paso es averiguar a qué grupo de riesgos pertenecen los microorganismos buscando en la lista que proporciona el instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo en su Anexo II y finalmente asignar el nivel de bioseguridad en relación al grupo de riesgo.

Para identificar los microorganismos presentes dentro del laboratorio de microbiología se utilizó como referencia los tres análisis que se realizan como son, determinación de coliformes fecales y e.coli, determinación de coliformes totales y determinación de mesófilos.

En la tabla N<sup>o</sup>40 se encuentran el resumen de la asignación del nivel de bioseguridad para el laboratorio de microbiología.

Según los resultados presentados en esta tabla se puede deducir que el laboratorio de Microbiología está dentro del nivel de bioseguridad 2, porque la mayoría de las bacterias presentes pertenecen al grupo de riesgo 2 y al nivel de bioseguridad 2.

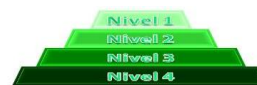
Estas bacterias o agentes patógenos pueden provocar enfermedades humanas con pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio.

El laboratorio de aguas residuales, físico-químico de aguas naturales, micropoluentes y operaciones y procesos unitarios se les asigna un grupo de riesgo de nivel 1, por la manipulan de muestras procedentes de distintas empresas, se puede asignar el nivel de bioseguridad 1 donde los microorganismos presentes tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades. El laboratorio de calidad de aire está totalmente fuera de un nivel de bioseguridad por el hecho que en sus análisis no se utilizan muestras de aguas residuales.



**TABLA N°40. Asignación del nivel de bioseguridad para el laboratorio de Microbiología**

Análisis	Bacterias presentes e intrínsecas	Grupo de riesgo	Referencia bibliográfica	Riesgo infeccioso	Riesgo de propagación	Profilaxis o tratamiento eficaz	Nivel de bioseguridad
<b>C O L I F O R M E S T O T A L E S</b>	E.coli	2	Trabajo con bacterias Notas Técnicas de Prevención 585. Instituto nacional de higiene y seguridad en el trabajo.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Citrobacter	No encontrado	-	-	-	-	-
	Klebsiella	2	Anexo II. Clasificación de agentes biológicos, guía técnica exposición a agentes biológicos.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Enterobacter	2	Anexo II. Clasificación de agentes biológicos, guía técnica exposición a agentes biológicos.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Serratia	No encontrado	-	-	-	-	-
	Hafriquia	No encontrado	-	-	-	-	-
<b>E. COLI</b>	E.coli	2	Anexo II. Clasificación de agentes biológicos, guía técnica exposición a agentes biológicos.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
<b>R E C U E N T O D E M E S Ó F I L O S</b>	Acinetobacter	2	Neisserias y Moraxella cantarrhalis y anexo II clasificación de agentes biológicos, guía técnica exposición a agentes biológicos.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Aeromonas	1	Aspectos de la calidad asociados con los productos pesqueros. FAO. Departamento de Pesca	Poco probable que cause enfermedad.	No	Innecesario	Nivel básico 1
	Flavobacterium	2	Anexo II. Clasificación de agentes biológicos, guía técnica exposición a agentes biológicos.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Klebsiella	2	Anexo II. Clasificación de agentes biológicos, guía técnica exposición a agentes biológicos.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Moraxella	2	Neisserias y Moraxella cantarrhalis y anexo II clasificación de agentes biológicos, guía técnica exposición a agentes biológicos.	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Sarratia	No encontrado	-	-	-	-	-
	Pseudomonas	2	Agentes biológicos. Enfermedades de la piel. Notas técnicas de prevención 822. Instituto nacional de higiene y seguridad en el trabajo	Puede causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores.	Poco proble	Posible generalmente	Nivel básico 2
	Xanthomonas	No encontrado	-	-	-	-	-



### **IV.3 Normas de seguridad de acuerdo al nivel de bioseguridad asignado**

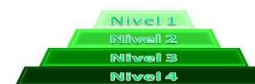
En este apartado se enuncian las normas de seguridad atribuibles para cada nivel de bioseguridad, es necesario destacar que estas medidas se van complementando de nivel en nivel, es decir, los laboratorios que cuenten con niveles de bioseguridad mayor que el nivel 1 deberán siempre cumplir con las medidas preventivas de niveles inferiores al que ellos pertenecen.

En la tabla N<sup>o</sup>41 se presenta una relación entre los grupos de riesgos, los niveles de bioseguridad, las prácticas y los equipos de laboratorio. Esta tabla proporciona una antesala para indicar las medidas preventivas que serán presentadas a continuación.

Para los laboratorios de CIEMA/PIENSA que se encuentran en el nivel de bioseguridad 1 atañen las siguientes prácticas y medidas, cabe destacar que algunas de ellas han sido modificadas porque no caben dentro de las características de los laboratorios evaluados.

#### **IV.3.1 Prácticas estándar para el nivel de bioseguridad 1**

- 1.El acceso al laboratorio es limitado o restringido a criterio del director cuando se están llevando a cabo experimentos o trabajos.
2. Las personas se lavan las manos luego de manipular materiales viables, luego de quitarse los guantes y antes de retirarse del laboratorio.
3. No está permitido comer, beber, fumar, manipular lentes de contacto, maquillarse o almacenar alimentos para uso humano en áreas de trabajo. Las personas que usan lentes de contacto en laboratorios deben también utilizar antiparras o un protector facial. Los alimentos se almacenan fuera del área de trabajo en gabinetes o refrigeradores designados y utilizados con este único fin.



**TABLA N°41. Relación de los grupos de riesgos con los niveles de bioseguridad, las prácticas y el equipo**

Grupo de riesgo	Nivel de bioseguridad	Tipo de laboratorio	Prácticas de laboratorio	Equipo de seguridad	Laboratorios CIEMA/PIENSA
1	Básico nivel 1	Enseñanza básica, investigación	TMA (Técnicas microbiológicas apropiadas)	Ninguno; trabajo en mesa de laboratorio al descubierto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Físico-químico de aguas naturales</li> <li>• Micropoluentes</li> <li>• Operaciones y procesos unitarios</li> </ul>
2	Básico nivel 2	Servicios de atención primaria; diagnóstico, investigación	TMA y ropa protectora; señal de riesgo biológico	Trabajo en mesa al descubierto y CSB (cámara de seguridad biológica) para posibles aerosoles	• Microbiología
3	Contención nivel 3	Diagnóstico especial, investigación	Prácticas de nivel 2 más ropa especial, acceso controlado y flujo direccional de aire	CSB además de otros medios de contención primaria para todas las actividades	-
4	Contención máxima nivel 4	Unidades de patógenos	Prácticas de nivel 3 más cámara de entrada con cierre hermético, salida con ducha y eliminación especial de residuos	CSB clase III o trajes presurizados junto con CSB de clase II, autoclave de doble puerta (a través de la pared), aire filtrado	-

4. Está prohibido pipetear con la boca, se utilizan dispositivos pipeteadores mecánicos.

5. Se instituyen políticas para el manejo seguro de objetos cortantes o punzantes.

6. Todos los procedimientos se llevan a cabo con precaución a fin de minimizar la creación de salpicaduras o aerosoles.

7. Las superficies de trabajo se descontaminan como mínimo una vez por día y luego de todo derrame de material viable.

#### **IV.3.2 Equipos y medidas de seguridad del nivel 1**

1. En general, no se requieren dispositivos o equipos de contención o equipamientos especiales, como gabinetes de seguridad biológica para las manipulaciones de agentes asignados al Nivel de Bioseguridad 1.





2. Se debe usar gabacha como ropa de trabajo dentro del laboratorio a fin de evitar que la ropa de calle se pueda contaminar o ensuciar.
3. Se debe usar guantes resistentes a salpicaduras, sumersión a agentes químicos.
4. Se debe utilizar protección ocular para los procedimientos en los que se puedan producir salpicaduras de microorganismos u otros materiales peligrosos.
5. Los laboratorios deben tener puertas para el control de acceso.
6. Cada laboratorio contiene una pileta para el lavado de manos.
7. El laboratorio ha sido diseñado para que su limpieza sea sencilla. Las alfombras no son adecuadas para los laboratorios.
8. Las superficies de las mesas de trabajo son impermeables al agua y son resistentes al calor moderado y a solventes orgánicos, ácidos, álcalis y productos químicos utilizados para descontaminar la superficie de trabajo y los equipos.
9. Los muebles de laboratorio deben tener la capacidad de soportar cargas y usos previstos. Los espacios entre las mesas de trabajo, gabinetes y equipos deben ser accesibles para su limpieza.
10. Si el laboratorio tiene ventanas que se abren hacia el exterior, están provistas de mosquiteros.

Para el laboratorio de **Microbiología** que se encuentra en el nivel de bioseguridad 2 se aplican las siguientes prácticas y medidas, también se deben cumplir las medidas del nivel de bioseguridad 1, es decir las medidas para el nivel de bioseguridad 2 son un complemento del nivel 1.

#### **IV.3.3 Prácticas estándar para el nivel de bioseguridad 2**

Se retoman las prácticas estándar del nivel de bioseguridad 1 y se agrega la siguiente



1. Todos los cultivos, y desechos se descontaminan antes de ser desechados mediante un método de descontaminación aprobado, como por ejemplo, mediante autoclave. Los materiales que se descontaminaran fuera del laboratorio inmediato son colocados en un recipiente duradero y cerrado para su transporte desde el laboratorio.

### **En casos particulares se tomarán las siguientes medidas**

2. Limitar o restringir el acceso al laboratorio de personas que tienen un mayor riesgo de adquirir la infección a para quienes la infección puede tener graves consecuencias cuando se están realizando trabajos con agentes infecciosos.

3. El director del laboratorio establece políticas y procedimientos mediante los cuales las personas que han sido advertidas acerca de los riesgos potenciales y cumplen con requisitos específicos de ingreso (por ejemplo, inmunización) puedan entrar al laboratorio.

4. El director del laboratorio debe garantizar que el personal de laboratorio y de asistencia o soporte reciba la capacitación adecuada sobre los posibles riesgos asociados con el trabajo en cuestión, las precauciones necesarias para evitar exposiciones y los procedimientos de evaluación de exposición.

5. Se debe siempre tener un alto grado de precaución con los artículos punzantes o cortantes contaminados, incluyendo las agujas y jeringas, portaobjetos para microscopio, pipetas, tubos capilares y escalpelos.

6. Los cultivos, tejidos, fluidos corporales, o desechos potencialmente infecciosos se colocan en un recipiente con tapa que evita las filtraciones durante la recolección, manejo, procesamiento, almacenamiento, transporte o envío.



#### **IV.3.4 Equipos y medidas de seguridad del nivel 2**

1. Se utilizan gabinetes biológicos mantenidos de manera adecuada, u otros equipos de protección personal o dispositivos de contención física adecuados cuando

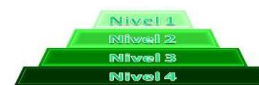
1.1 Se realicen procedimientos que puedan generar aerosoles o salpicaduras infecciosas. Entre otros centrifugado, pulverizado, mezclado, agitación, la apertura de recipientes de materiales infecciosos cuyas presiones internas pueden ser distintas a las presiones ambiente.

1.2 Se utilicen altas concentraciones a grandes volúmenes de agentes infecciosos.

2. Se utiliza una protección facial (anteojos, mascarillas, protecciones faciales u otra protección) para las probables salpicaduras a aerosoles de materiales infecciosos u otros materiales peligrosos para el rostro.

3. Se debe usar gabacha como equipo de protección durante la permanencia en el laboratorio, se debe retirar y dejar esta ropa de protección en el laboratorio antes de dirigirse a otras áreas. La institución desecha toda la ropa de protección en el laboratorio y se ocupa de lavarla; el personal no debe llevarla a su casa.

4. Se deben usar guantes cuando es posible que las manos entren en contacto con materiales infecciosos, superficies o equipos contaminados. Puede ser apropiado el uso de dos pares de guantes. Se descartan los guantes cuando están manifiestamente contaminados, y se retiran cuando se completa el trabajo con los materiales infecciosos o cuando está comprometida la integridad del guante. Los guantes descartables no se lavan, no se vuelven a usar ni se utilizan para tocar superficies "limpias" (teclados, teléfonos, entre otras), y no se deben usar fuera del laboratorio. Se deben higienizar las manos después de retirarse los guantes.

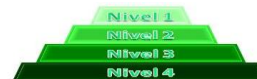


5. Proveer puertas con llave para las instalaciones que contengan agentes restringidos.
6. Cada laboratorio contiene un lavatorio para el lavado de manos. Se recomiendan los lavatorios controlados con los pies, las rodillas o los que operan automáticamente.
7. El laboratorio está diseñado para que pueda limpiarse fácilmente. Es inadecuado el uso de alfombras y felpudos en los laboratorios.
8. Las superficies de las mesas de trabajo deben ser impermeables al agua y resistentes al calor moderado y a los solventes orgánicos, ácidos, álcalis y sustancias químicas empleadas para descontaminar las superficies y equipos de trabajo.
9. Se debe disponer de una estación para el lavado de ojos.

Según las medidas y prácticas de seguridad expresadas anteriormente, consideran como primera instancia las características peligrosas de los microorganismos, pero no descuidan los requisitos necesarios que debe brindar el laboratorio tales como las instalaciones, los equipos y procedimientos generales. En la tabla N<sup>o</sup>42 se encuentra un resumen de los requisitos por nivel de bioseguridad que todo laboratorio debe cumplir.

Los requisitos presentados en la tabla N<sup>o</sup>42 se refieren a conformancias que deben cumplir los laboratorios para lograr el complemento a las medidas preventivas en materia de seguridad. Para los laboratorios de CIEMA/PIENSA que fueron asignados al nivel de bioseguridad 1 no se presentan requisitos por lo cual se puede decir que cumplen con las condiciones de seguridad.

Para el laboratorio de Microbiología que se encuentra en el nivel de bioseguridad no se presentan mayores inconvenientes, en el aspecto de Ventilación en las características de Flujo de aire hacia el interior y Sistema de ventilación controlado es conveniente que el laboratorio dirija recursos económicos para cumplir con este requisito.



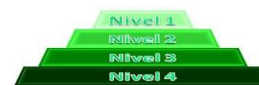
Respecto a la cámara de seguridad biológica es conveniente que el laboratorio adquiera una de acuerdo a las características propias de los microorganismos que se cultivan dentro del laboratorio.

<b>Tabla N°42 Resumen de los requisitos por nivel de bioseguridad</b>				
<b>Requisitos de las instalaciones de los laboratorios</b>	<b>NIVEL DE BIOSEGURIDAD</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Aislamiento del laboratorio.	No	No	Si	Si
Sala que pueda precintarse para ser descontaminada.	No	No	Si	Si
Ventilación.				
Flujo de aire hacia el interior.	No	Conveniente	Si	Si
Sistema de ventilación controlado.	No	Conveniente	Si	Si
Salida de aire con HEPA	No	No	Si/No	Si
Entrada de doble puerta.	No	No	Si	Si
Camara de cierre hermetico.	No	No	No	Si
Camara de cierre hermetico con ducha.	No	No	No	Si
Antesala	No	No	Si	-
Antesala con ducha	No	No	Si/No	No
Tratamiento de efluentes	No	No	Si/No	Si
Autoclave				
En el local	No	Conveniente	Si	Si
En la sala de trabajo	No	No	Conveniente	Si
De doble puerta	No	No	Conveniente	Si
CSB	No	Conveniente	Si	Si
Capacidad de vigilancia de la seguridad del personal.	No	No	Conveniente	Si

#### **IV.4 Inspección de las condiciones de seguridad de los laboratorios de CIEMA/PIENSA**

En este capítulo a partir de la evaluación de riesgos químicos y biológicos realizada en el primer capítulo, tomando en cuenta las características propias de cada laboratorio se asignó un nivel de bioseguridad correspondiente, además de prácticas y medidas generales de seguridad. Sin embargo como bien se aclaró el nivel de bioseguridad abarca el tipo de microorganismos, instalaciones, equipos de protección personal, prácticas y procedimientos entre otros.

La inspección realizada a los laboratorios de CIEMA/PIENSA está de acuerdo al nivel de bioseguridad asignado a cada uno de ellos, y consiste en un examen



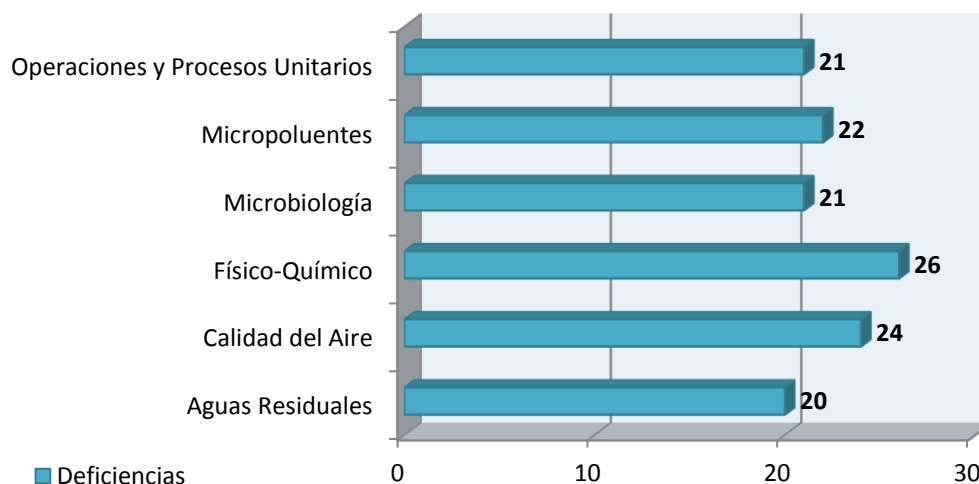
sistemático de todas las características y procesos de seguridad (controles técnicos, equipo de protección personal y controles administrativos).

En la tabla N<sup>0</sup>43 se presentan los resultados de la inspección, la cual se desarrolló bajo el formato de CHECKLIST, en conformancias SI, NO y N/A<sup>87</sup>.

Como puede observarse en el gráfico N<sup>0</sup>1 el **laboratorio físico-químico de aguas naturales** es el que presenta más deficiencias con 26, de acuerdo a los parámetros evaluados correspondientes al nivel de bioseguridad 1. El **laboratorio de aguas residuales** es el que menos deficiencias presentó en la inspección con 20, estos son los más representativos.

Las no conformancias presentadas por cada laboratorio en esta inspección serán retomadas como recomendaciones en este trabajo monográfico.

**Gráfico N<sup>0</sup>1. Deficiencias Laboratorios CIEMA/PIENSA**



<sup>87</sup> No aplica.



**Tabla N° 43 Inspección sobre la seguridad de los laboratorios con nivel de bioseguridad 1**

	Laboratorio Aguas Residuales				Laboratorio Calidad del Aire				Laboratorio Físico-Químico				Laboratorio Microbiología				Laboratorio Micropoluentes				Lab. Operaciones y Procesos				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	
<b>Laboratorio</b>																									
Señalización apropiada: radiación ultravioleta, láser, material radiactivo, etc.			✓				✓				✓				✓				✓					✓	
Directrices de bioseguridad apropiadas, disponibles y cumplidas.	✓				✓				✓				✓				✓				✓				
Equipo de laboratorio debidamente rotulado (peligro biológico, tóxico, etc.)	✓				✓				✓				✓				✓				✓				
<b>Diseño del laboratorio</b>																									
Facilidad de limpieza.	✓				✓				✓				✓	Mesa de trabajo central ocupa casi todo el ancho del laboratorio.		✓				Existencia de equipo de cromatografía de gases obsoleto, ocupa demasiado espacio.		✓			El equipo simulador de procesos abarca todo el espacio del laboratorio, existe una mala distribución del espacio físico.
Alumbrado ultravioleta en la sala con interruptor de interbloqueo.			✓				✓				✓				✓							✓			
Todas las estanterías están fijadas con firmeza.	✓				✓				✓				Exceso de peso en librero ubicado en el área de oficina del laboratorio.	✓								✓			Estante móvil e inestable, además de exceso de peso.
Mostradores impermeables y resistentes a ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y calor.	✓				✓				✓						✓							✓			
Iluminación suficiente.			✓				✓				✓				✓							✓			
Suficiente espacio de almacenamiento, que se aprovecha debidamente.	✓				✓				✓						✓							✓			
<b>Cilindro de gas</b>																									
Todos los cilindros están bien asegurados.			✓		✓		Están dentro del laboratorio sin soporte alguno		✓				✓									✓			
Cilindros de reservas con sus tapas correspondientes.			✓		✓		Tienen las llaves de seguridad pero no las tapas.		✓				✓									✓			
Gases asfixiantes y peligrosos sólo en salas ventiladas.			✓		✓				✓				✓									✓			
Cantidad excesiva de cilindros o cilindros vacíos.			✓		✓				✓				✓									✓			



Parámetros a evaluar	Laboratorio Aguas Residuales			Laboratorio Calidad del Aire			Laboratorio Físico-Químico			Laboratorio Microbiología			Laboratorio Micropoluentes			Lab. Operaciones y Procesos				
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES
<b>Sustancias químicas</b>																				
Sustancias inflamables almacenadas en armario especial.	✓			El armario donde están almacenadas las sustancias inflamables no es antiexplosivo.	✓				✓				✓					✓		
Sustancias formadoras de peróxidos con doble fecha (recepción y apertura)			✓			✓				✓					✓				✓	
Sustancias químicas debidamente separadas.	✓			Existe un estante para cada clasificación de reactivo, pero éstos están desordenados fuera de su ubicación.	✓			✓				✓						✓		
Sustancias químicas peligrosas almacenadas por encima del nivel de los ojos.	✓				✓			✓		No todos pero si una parte.			✓					✓		
Sustancias químicas almacenadas en el suelo.	✓				✓			✓				✓						✓		
Recipientes abiertos.	✓				✓			✓				✓						✓		
Todas las soluciones debidamente rotuladas.	✓				✓			✓				✓						✓		
Termómetros de mercurio en uso.	✓				✓			✓				✓						✓		
<b>Frigoríficos/congeladores/cámaras de frío</b>																				
Presencia de alimentos para consumo humano.	✓					✓		✓				✓						✓		
Sustancias inflamables en unidades a prueba de explosión.			✓			✓			✓			✓						✓		
Rótulos exteriores si contienen sustancias cancerígenas, radiactivas o con peligro biológico.			✓			✓			✓			✓						✓		
Cámaras de frío con apertura de emergencia.			✓			✓			✓			✓						✓		
<b>Equipo eléctrico</b>																				
Cables alargadores.		✓				✓			✓				✓					✓		
Enchufes con toma de tierra y la debida polaridad.	✓				✓			✓				✓						✓		
Conexiones cerca de fregaderos, duchas, etc.	✓				✓			✓				✓						✓		
Equipos sin cables desgastados o en mal estado.	✓				✓			✓				✓						✓		
Enchufes o tomas eléctricas sobrecargados.																				
Tomas de corrientes montadas fuera del suelo.	✓				✓			✓				✓						✓		
Fusibles apropiados.	✓				✓			✓				✓						✓		
Las tomas eléctricas cercanas a puntos de agua cumplen las normas locales.	✓				✓			✓				✓						✓		
Toma de tierra en cables eléctricos.	✓				✓			✓				✓						✓		
Calefactores portátiles.	✓				✓			✓				✓						✓		





Parámetros a evaluar	Laboratorio Aguas Residuales			Laboratorio Calidad del Aire			Laboratorio Físico-Químico			Laboratorio Microbiología			Laboratorio Micropoluentes			Lab. Operaciones y Procesos					
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	
<b>Equipo de protección personal</b>																					
Material para lavado de ojos en el laboratorio.		✓				✓				✓				✓					✓		
Ducha de seguridad disponible.		✓				✓				✓				✓					✓		
Equipo de protección personal disponible (guantes, batas, gafas de protección, etc.)		✓		No son los adecuados.		✓		No son los adecuados.		✓		No son los adecuados.		✓		No son los adecuados.		✓		No son los adecuados.	
Ocupantes debidamente vestidos.	✓				✓				✓				✓					✓			
Las batas, camisas, guantes y otras prendas de vestir se usan fuera del laboratorio.	✓				✓				✓				✓					✓			
Equipo de protección personal para el almacenamiento criogénico.			✓				✓				✓				✓					✓	
<b>Gestión de residuos</b>																					
Signos de gestión indebida de residuos.	✓				✓				✓				✓					✓			
Desechos debidamente separados en los recipientes apropiados.		✓				✓				✓				✓					✓		
Recipientes para residuos químicos rotulados, fechados y cerrados.		✓				✓				✓				✓					✓		
Recipientes para residuos químicos debidamente manipulados y almacenados.		✓				✓				✓				✓					✓		
Recipientes para objetos cortantes y punzantes debidamente utilizados y eliminados.			✓				✓				✓				✓					✓	
Ausencia de basura en el suelo.	✓				✓				✓				✓					✓			
Procedimientos de eliminación de residuos expuestos en el laboratorio.		✓				✓				✓				✓					✓		
<b>Programas de salud y seguridad en el laboratorio</b>																					
Comunicación de riesgos.	✓				✓				✓				✓					✓			
Protección respiratoria.		✓		Hay pero no la adecuada.		✓		Hay pero no la adecuada.		✓		Hay pero no la adecuada.		✓		Hay pero no la adecuada.		✓		Hay pero no la adecuada.	
Conservación de la audición.			✓				✓				✓				✓					✓	
Vigilancia del formaldehído.			✓				✓				✓				✓					✓	
Vigilancia del óxido de etileno.			✓				✓				✓				✓					✓	
Vigilancia de gases anestésicos.			✓				✓				✓				✓					✓	



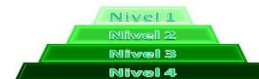
Parámetros a evaluar	Laboratorio Aguas Residuales				Laboratorio Calidad del Aire				Laboratorio Físico-Químico				Laboratorio Microbiología				Laboratorio Micropoluentes				Lab. Operaciones y Procesos			
	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
<b>Controles técnicos generales</b>																								
La presión en el laboratorio es negativa respecto de las zonas de ocupación general, los pasillos y las oficinas.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Los sumideros de las pilas actúan como respiraderos.			✓				✓				✓				✓				✓				✓	
Se dispone de lavabo para las manos.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Piezas de maquinaria al aire (poleas, ruedas dentadas).			✓				✓				✓				✓				✓				✓	
La línea de vacío tiene filtros y sifones en las mesas de trabajo.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Riesgo de reflujo al suministro de agua.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Sistemas de agua destilada en buen estado.	✓						No cuenta con sistema de generación de agua destilada, esta es suministrada por el laboratorio de aguas residuales o físico-químico		✓						✓				✓				✓	
Programa activo y eficaz de control de artrópodos y roedores.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
<b>Prácticas y procedimientos generales</b>																								
Los alimentos para consumo humano se guardan fuera del laboratorio.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Los hornos de microondas están claramente rotulados: "Prohibida la preparación de alimentos.			✓				✓				✓				✓				✓				✓	
En el laboratorio se come, se bebe, se fuma o se aplican cosméticos.	✓			Se ingieren bebidas y alimentos, además de aplicarse cosméticos	✓			Se ingieren bebidas y alimentos	✓			Se ingieren bebidas y alimentos, además de aplicarse cosméticos	✓			Se ingieren bebidas y alimentos, además de aplicarse cosméticos	✓			Se ingieren bebidas y alimentos, además de aplicarse cosméticos	✓			Se ingieren bebidas y alimentos, además de aplicarse cosméticos
Recipientes de vidrio presurizados sellados con cinta adhesiva o protegidos (purgadores de vacío).	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Prohibición de pipetear con la boca.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Dispositivos mecánicos de pipeteo disponibles y en uso.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Ropa protectora de laboratorio almacenada en lugar distinto de la ropa de calle.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			



Parámetros a evaluar	Laboratorio Aguas Residuales				Laboratorio Calidad del Aire				Laboratorio Físico-Químico				Laboratorio Microbiología				Laboratorio Micropoluentes				Lab. Operaciones y Procesos			
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES
<b>Organización general del laboratorio</b>																								
Recipientes de vidrio en el suelo.		✓				✓				✓		Excesiva cantidad de recipientes vacíos en el suelo..		✓				✓				✓		
Riesgos evidentes de tropezarse.		✓				✓				✓		Inadecuada distribución física del laboratorio		✓				✓				✓		
Paños absorbentes limpios en las superficies de trabajo.	✓				✓				✓				✓				✓				✓			
Objetos de vidrio roto manipulados por medios mecánicos (escoba y recogedor, pinzas, etc.).			✓				✓				✓				✓				✓				✓	
<b>Protección contra incendios</b>																								
Aspersores libres y despejados.		✓		No existe aspersor.		✓		No existe aspersor.		✓		No existe aspersor.		✓		No existe aspersor.		✓		No existe aspersor.		✓		No existe aspersor.
Inserciones abiertas en paredes, techos, suelos, etc.		✓				✓				✓				✓				✓				✓		
Cables o conducciones a través del hueco de la puerta.		✓				✓				✓				✓				✓				✓		
Paso de anchura mínima de 1 m en el laboratorio.		✓		Puerta demasiado angosta, mal diseño.	✓					✓				✓				✓				✓		
Objetos almacenados sobre las tuberías o los accesorios eléctricos.		✓				✓				✓				✓				✓				✓		
Exceso de combustibles almacenados en el laboratorio.		✓				✓				✓		Existen 17 reactivos Inflamables y 16 reactivos Comburentes u oxidantes.		✓				✓				✓		
<b>Baños calientes a temperatura constante</b>																								
Baño equipado con nivel de agua bajo y termostato para posible sobrecalentamiento.		✓		No existe baño dentro del laboratorio.		✓		No existe baño dentro del laboratorio.		✓		No existe baño dentro del laboratorio.		✓		No existe baño dentro del laboratorio.		✓		No existe baño dentro del laboratorio.		✓		No existe baño dentro del laboratorio.
Baño construido con materiales no combustibles.		✓				✓				✓				✓				✓				✓		

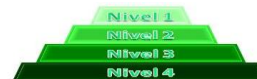
Firma del encargado de la encuesta de seguridad

Fecha de la encuesta



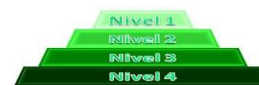
La inspección para el nivel de bioseguridad II es aplicable sólo para el laboratorio de microbiología debido a que es el único en el cual se ambientan y cultivan microorganismos de grupo de riesgo II, en la tabla N<sup>o</sup>44 se encuentran los parámetros y condiciones evaluadas bajo el formato CHECKLIST, en el gráfico 2 se representa de forma gráfica el total de no conformancias por cada parámetro.

<b>Tabla N<sup>o</sup>44 Inspección sobre la seguridad del laboratorio de Microbiología</b>				
<b>Parámetros a evaluar</b>	<b>Laboratorio de Microbiología</b>			
	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Cámara de seguridad biológica</b>				
Certificación en los doce meses anteriores.			✓	
Su superficie se limpia con un desinfectante apropiado al principio y al final de cada jornada.			✓	
Rejilla frontal y filtro de salida sin obstrucciones.			✓	
Uso de llamas desnudas dentro de la cámara.			✓	
La línea de vacío dispone de filtros y sifones con desinfectante.			✓	
Posición incorrecta en relación con las corrientes de aire en sala.			✓	
Se utilizan cuando hay necesidad que se generen aerosoles.			✓	
<b>Laboratorio</b>				
Acceso limitado y restringido al personal autorizado.		✓		
Entrada limitada al personal informado de todos los riesgos.		✓		
Signo de peligro biológico en la puerta, si procede		✓		
Información de signo exacta y actualizada.		✓		
Signo legible y no borrado.		✓		
Todas las puertas cerradas	✓			
<b>Descontaminación</b>				
Descontaminante específico para el organismo que se está usando.	✓			
Informe al supervisor de laboratorio de todo derrame y accidente con material infeccioso.		✓		
Utilización del descontaminante apropiado para limpiar los derrames.	✓			
Descontaminación de la superficie de trabajo antes y después de cada operación, todos los días y tras cualquier derrame.	✓			

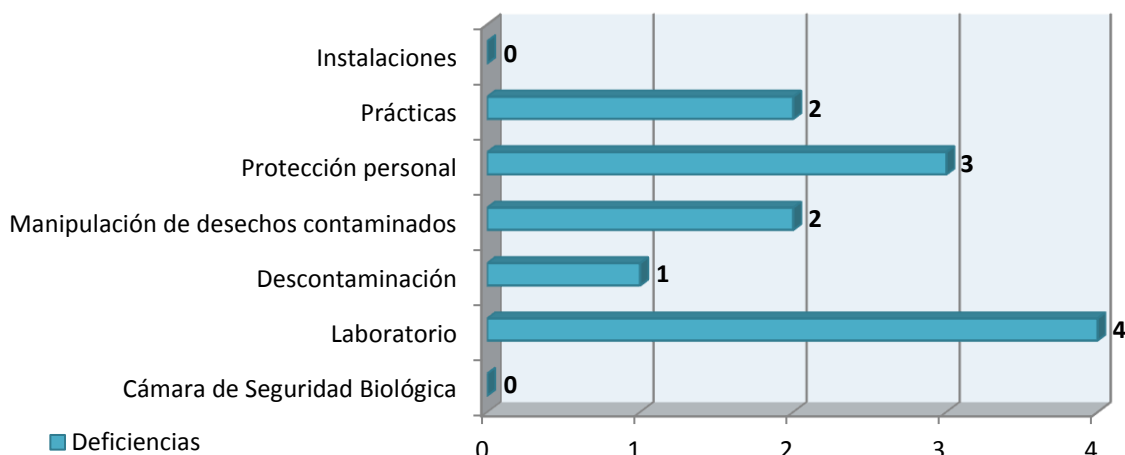


Parámetros a evaluar	Laboratorio Microbiología			
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES
<b>Manipulación de desechos contaminados</b>				
Los recipientes de desechos infecciosos se utilizan debidamente.	✓			
Los recipientes están excesivamente llenos.		✓		
Los recipientes están debidamente rotulados y sellados.	✓			
Los materiales descontaminados fuera del laboratorio se transportan en recipientes cerrados, duraderos y estancos conforme las normas y reglamentaciones locales.		✓		
Los desechos mixtos se descontaminan biológicamente antes de ser eliminados como residuos químicos o radiológicos.		✓		
<b>Protección personal</b>				
Se recuerdan al personal de laboratorio las inmunizaciones/pruebas apropiadas para los agentes que se manejan.		✓		
Se recurre a los servicios médicos apropiados para las evaluaciones médicas la vigilancia y el tratamiento de la exposición ocupacional.		✓		
Se utilizan guantes cuando se maneja material infeccioso o equipo contaminado.	✓			
Se utiliza protección facial cuando se trabaja con material infeccioso fuera la CSB.	✓			
Se lavan las manos después de retirar los guantes o trabajar con agentes infecciosos y antes de salir del laboratorio.	✓			
Agente microbiano disponible para primeros auxilios inmediatos.		✓		
<b>Prácticas</b>				
Se utiliza la CSB cuando hay la posibilidad de que se generen aerosoles infecciosos o salpicaduras.		✓		
Se ha preparado y adoptado un manual de bioseguridad.		✓		
El personal lee, revisa y sigue las instrucciones sobre prácticas y procedimientos (obligatorio una vez año para todo el personal).	✓			
Se aplican procedimientos para reducir al mínimo los aerosoles y salpicaduras.	✓			
Se utilizan jeringas con una vaina fija protectora de la aguja o jeringas con agujas fijas de un solo uso.			✓	
Los cestillos y rotores de centrifugadoras se abren solamente dentro de la CSB.			✓	

Parámetros a evaluar	Laboratorio Microbiología			
	SÍ	NO	N/A	OBSERVACIONES
Las muestras infecciosas se transportan fuera de la CSB en recipientes aprobados, siguiendo las normas de transporte aprobadas.	✓			
<b>Instalaciones</b>				
Lavado para las manos disponible cerca de la salida del laboratorio.	✓			



**Gráfico N°2. Deficiencias Laboratorio de Microbiología.  
Nivel de bioseguridad II**

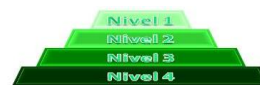


Con respecto a los resultados de la inspección específicamente para el laboratorio de microbiología en el nivel de bioseguridad II, cabe destacar que en el parámetro cámara de seguridad biológica (CSB) no se presentan deficiencia porque el laboratorio no cuenta con una CSB. Las demás deficiencias al igual que las presentadas en el nivel de bioseguridad I sirven de referencia en las recomendaciones de este trabajo.

#### **IV.5 Buenas Prácticas de laboratorios**

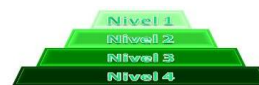
Enunciadas las medidas de seguridad correspondientes a cada nivel de bioseguridad, todo laboratorio debe tener reglas de trabajo que unidas con las normas de seguridad den a los trabajadores conocimientos sobre qué deben hacer para que el ambiente de trabajo sea seguro acompañado de una operación eficiente evitando situaciones de riesgo que provoquen peligros y accidentes.

A continuación se presentan normas generales de trabajo y normas de seguridad química englobadas en Buenas Prácticas de Laboratorio.



#### **IV.5.1 Reglas de trabajo en el laboratorio**

1. Todas las áreas de trabajo (Mesas y pisos) deberán mantenerse limpias y despejadas.
2. Todos los trabajadores deben llevar puesta la gabacha (abrochada) y usar el equipo de protección apropiado para las actividades que desarrollan. (Suministrado por el laboratorio).
3. Seguir las reglas de seguridad y procedimientos apropiados para cada operación en el Laboratorio.
4. Permanecer alerta ante la inseguridad o peligro, evitar riesgos innecesarios y reportar todos los riesgos y peligros inmediatamente que se detecten.
5. Las manos y ojos deben estar debidamente protegidos cuando inserte tubos de vidrios en tapones de hule o corcho, o cuando haga conexiones con tubos de vidrios en mangueras, caliente y/o lubrique el tubo. El uso de lentes de contacto no sustituye el uso de anteojos protectores.
6. El acceso a todos los equipos de emergencias, duchas, lava-ojos, extinguidores, etc. nunca debe ser bloqueado.
7. Todos los frascos de reactivos deben ser adecuadamente etiquetados identificando su contenido, fecha de preparación y el peligro que presenta su uso y/o manipulación.
8. Reporte toda lesión o incidente ocurrido en el laboratorio, para su inmediata investigación.
9. El cuidado y/o mantenimiento de materiales y equipos es responsabilidad de todo el personal bajo la coordinación del responsable del Laboratorio.
10. Solicite autorización para trabajar fuera del horario normal establecido.
11. Está prohibido trabajar solo en el laboratorio.

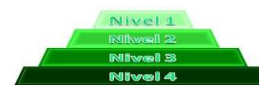


12. No realice nunca experimentos para lo cual no está autorizado.
13. Descarte todo contenido en un recipiente no etiquetado.
14. Siempre lea las direcciones para cada reactivo, su uso y seguridad.
15. No fume y/o coma en el Laboratorio muy especialmente cuando manipule químicos.
16. Asegúrese de que los números telefónicos de emergencia estén colocados en un lugar visible junto al teléfono.
17. Es estrictamente prohibido la recepción de visitas de cualquier índole dentro de las instalaciones del Laboratorio, salvo las coordinadas por la administración.
18. Notifique al responsable las ausencias cuando éstas sean programadas.
19. Se prohíbe el acceso al laboratorio a estudiantes y tesisistas sin previa autorización.

#### **IV.5.2 Normas de seguridad química en el laboratorio**

1. Tenga cuidado y precaución cuando permanezca en el laboratorio.
2. Revise las etiquetas de reactivos anteriormente preparados y asegúrese de su contenido y si éste todavía es útil.
3. Nunca mezcle reactivos indiscriminadamente
4. Maneje los reactivos químicos cuidadosamente cuando vierta o trasvase para prevenir derrames, limpie inmediatamente los derrames.
5. Evite el contacto personal con reactivos, nunca toque reactivos con las manos descubiertas.
6. No lleve los dedos a la boca, nariz, oídos, ojos cuando esté trabajando con reactivos. Lávese las manos con agua y jabón desinfectante cuando finalice.





7. Lave los derrames de químicos sobre la piel inmediatamente con abundante agua fluyendo.
8. Evite aspirar vapores, polvos y humos.
9. Deseche toda cristalería quebrada, las manos deben estar adecuadamente protegidas cuando levante cualquier cristalería quebrada
10. Nunca utilice la cristalería del laboratorio para ingerir alimento y/o bebidas.
11. Nunca use la boca para succionar un fluido y reactivo contenido en una pipeta, utilice la pera o bulbo de succión.
12. Utilice la careta o pantalla de protección cuando transfiera o mida soluciones.
13. Utilice las “manos calientes” cuando maneje utensilios y/o cristalería caliente.
14. Siempre agregue ácido al agua, nunca agua al ácido.
15. Familiarícese con el uso del equipo de emergencia: Extinguidores, duchas, lavajos, anticipando siempre la necesidad de su uso y la proximidad al área de trabajo.
16. Asegúrese de poner una señal de precaución para los compañeros en áreas y equipos calientes tales como cocinas, baño María, baño de arena mufla, etc.
17. Cumpla con el calendario establecido de guardado de cristalería (escurridores, hornos, mesa) y el rellenado de los recipientes de agua destilada.
18. No tire solventes químicos a la cañería.
19. No tire bases y/o ácidos fuertes a la cañería (pH menor de 2 ó mayor de 12.5)
20. No almacene comidas y/o bebidas en los equipos del laboratorio (Refrigeradoras).
21. Reportar inmediatamente la cristalería y/o equipo dañado (mal funcionamiento).



### IV.5.3 Principios químicos básicos para el laboratorio<sup>88</sup>

#### IV.5.3.1 Responsabilidad del jefe de laboratorio

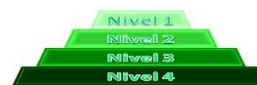
El Jefe de Laboratorio es también el responsable de la seguridad y de la protección de la salud de sus colaboradores, así como de la protección del medio ambiente.

Por tanto, su misión es averiguar qué puede suceder, determinar qué no debe suceder y procurar las medidas necesarias para evitar accidentes. Dentro de sus responsabilidades con la seguridad en el laboratorio, están las siguientes

- En la planificación de los ensayos que se realizarán, debe averiguar si son necesarios productos peligrosos o si éstos pueden sustituirse por otros menos peligrosos.
- Debe averiguar, además de los peligros específicos de los productos, los derivados de la manipulación. Pregúntese si se pueden producir reacciones químicas peligrosas y como se podrían evitar.
- Debe fijar las medidas necesarias según el rango de importancia, técnicas de organización relativas a personas y ordenar que se cumplan desde el inicio de la manipulación de las sustancias peligrosas.
- Procurar que las sustancias peligrosas se almacenen de tal forma que no causen daños ni a la salud de las personas ni al medio ambiente. Debe asegurar que se mantenga en el laboratorio la cantidad mínima posible de líquidos inflamables.
- Procurar a sus colaboradores los equipos de protección personal eficaces. Debe asegurar que dichos equipos de seguridad se mantengan en perfecto estado, tanto desde el punto de vista higiénico como de protección.

---

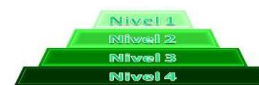
<sup>88</sup> Han sido retomados del MANUAL DE SEGURIDAD DEL LABORATORIO. MERCK CHEMICALS.



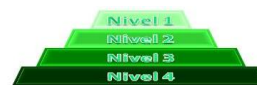
- Establecer para el laboratorio una "guía de conducta", donde se describan los riesgos que se pueden producir para las personas y el medio ambiente y se determinen las medidas a tomar en caso necesario y las reglas de comportamiento.
- Para trabajos peligrosos y para la manipulación de sustancias peligrosas, debe establecer las normas de trabajo especiales, colocarlas en un lugar bien visible del laboratorio y utilizarlas para advertir a sus colaboradores, antes de la utilización de sustancias peligrosas, sobre los peligros de las mismas, como mínimo una vez al año.
- Debe esforzarse permanentemente por conseguir mejoras en las medidas de seguridad y protección de la salud.

#### **IV.5.3.2 Responsabilidad de los analistas y auxiliares de laboratorio**

- Procurar que el laboratorio esté siempre limpio y ordenado.
- Manipular los productos y aparatos sólo cuando sean necesarios para la realización de su trabajo.
- Mantener cerrada la parte frontal de las campanas extractoras de humos.
- Hacer lo posible para guardar las sustancias peligrosas en el envase original. Éstos mantienen las características y están convenientemente etiquetados.
- Si fuese necesario, rotular otros frascos como mínimo con la denominación química, con los símbolos de peligrosidad y las descripciones de seguridad correspondientes.
- Mantener los recipientes que contengan sustancias peligrosas a una altura tal que se puedan coger y depositar con seguridad.
- En lo posible, mantener bajo llave los **productos químicos tóxicos y muy tóxicos**.



- Almacenar los productos peligrosos que desprendan vapores en lugares permanentemente ventilados.
- Comprobar anualmente los productos químicos depositados en el laboratorio y elimine aquellos que ya no se necesiten o estén caducados.
- No pipetear nunca con la boca, utilizar para ello dispositivos mecánicos.
- No comer, beber o fumar en el laboratorio.
- No guardar juntos alimentos y productos químicos, no utilizar para guardar productos químicos envases destinados normalmente a guardar alimentos.
- Abandonar rápidamente el laboratorio si de forma inesperada se producen gases, vapores o materias en suspensión y éstos puedan producir cantidades peligrosas. Avisar al resto del personal.
- La eliminación de la situación de riesgo sólo debe realizarse bajo medidas de protección adecuadas.
- Realizar trabajos con sustancias auto inflamable sólo bajo campana de extracción de humos y mantener a mano los medios de extinción adecuados.
- Determinar la ausencia de peróxidos (con pruebas rápidas, como el Perex-Test, Núm. art. 116206 de la Merck) antes de destilar o evaporar líquidos que tiendan a la formación de los mismos y elimínelos de forma adecuada.
- Mantener protegidos de la luz los líquidos que tiendan a la formación de peróxidos orgánicos, sin embargo, esta medida no evita con total seguridad la formación de peróxidos.



- Utilizar siempre las medidas personales de seguridad puestas a su disposición, las máscaras y prendas de protección total no forman parte permanente de estas medidas.
- Al trabajar en el laboratorio, utilizar ropa y calzado adecuados.
- En el laboratorio, utilizar permanentemente gafas con suficiente protección lateral.
- Utilizar guantes de protección adecuados siempre que no se puedan excluir riesgos para las manos. Antes de usarlos, comprobar que no están deteriorados y desechar inmediatamente aquellos que no puedan ser utilizados.

## Conclusiones

Con el presente trabajo se concluye que la aplicación de los conocimientos en higiene industrial es necesaria, para lograr preservar y resguardar el recurso más valioso (**personal de trabajo**) y garantizar una institución con un mínimo índice de accidentes. Los hallazgos y aspectos relevantes se mencionan a continuación.

- Los laboratorios de CIEMA/PIENSA es un centro autónomo de la Universidad Nacional de Ingeniería, sin embargo, no cuenta con una política de prevención y protección de riesgos y accidentes.
- Si bien es cierto la UNI tiene establecido un reglamento técnico organizativo, el CIEMA como tal no tiene constituida aún la comisión mixta de higiene y seguridad, y por lo tanto no tiene establecido el RTO.
- Dentro del organigrama de CIEMA no se incluye un coordinador para el departamento de Higiene y Seguridad.
- Los responsables de cada laboratorio de CIEMA ha recibido capacitación en materia de higiene y seguridad en los laboratorios químicos, sin embargo no existe la transferencia de conocimientos a los analistas y demás trabajadores, y mucho menos se están implementando medidas de seguridad de acuerdo a la capacitación recibida.
- Los laboratorios de CIEMA no poseen un plan de emergencia en caso de que suceda un accidente laboral.
- De acuerdo a la realización de exámenes médicos acordes al perfil de trabajo en los laboratorios de CIEMA/PIENSA, no existe una normativa al respecto sobre la práctica de los mismos.
- Es necesario reforzar la señalización en materia de riesgos químicos y biológicos en cada laboratorio.
- Los equipos de protección personal que utilizan los analistas no son los adecuados, destacando que la ropa de trabajo (gabacha) no es resistente contra ácido, no se utilizan respiradores antigases al realizar análisis

donde se desprende gases tóxicos para la salud, no se utilizan gafas de protección en caso de salpicaduras.

- No todos los laboratorios cuentan con los equipos de trabajos mínimos y necesarios para la ejecución de los análisis.

En lo referente a las instalaciones se presentan varias inconformidades, lava ojos inexistentes en los distintos laboratorios, zona para comer, beber y descansar fuera de las salas de laboratorio no provista, instalación del sistema mecánico de ventilación con recirculación, ventanas sin protección de vectores (malla o mosquiteras), no hay armarios para el depósito de pertenencias personales fuera de los laboratorios.

Los equipos de trabajo que requieren sumo cuidado para la puesta en marcha de las actividades de trabajo, son los hornos (altas temperaturas) por riesgos de quemaduras y emanación de gases tóxicos, cocina (altas temperaturas) por riesgos de quemaduras y emanación de gases tóxicos, incubadora en el caso específico de microbiología por la supervivencia de bacterias vivas con riesgo de ser infectado y contraer enfermedades principalmente dérmicas y autoclave por la generación de gases no tienen salida exterior quedan a lo interno, riesgo de quemaduras por calentamiento de la carcasa exterior.

Existen procedimientos de parada de equipos para su mantenimiento, pero los tales no se llevan a cabo, puesto que no realiza desde hace mucho. (Campanas de extracción, equipo de cromatografía, autoclave, hornos y cocinas).

Los laboratorios de CIEMA/PIENSA cuentan con un inventario de los reactivos presentes, no obstante, es necesario dejar en claro que el inventario no es actualizado de forma eficiente, presentándose reactivos vencidos dentro del inventario, reactivos repetidos, todo esto se traduce en una ineficiente gestión de inventario.

- Ningún laboratorio tiene en su registro hoja de seguridad (MSDS) para los reactivos presentes en el inventario, por consiguiente existe

desconocimiento del grupo de riesgo al que pertenecen los reactivos, así como propiedades peligrosas, almacenaje e incompatibilidad.

- Se clasificaron todos los reactivos de acuerdo a las propiedades físico-químicas, toxicológicas y por los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente.
- En cifras totales los laboratorios de CIEMA/PIENSA tienen 34 reactivos inflamables, 30 reactivos comburentes, 46 reactivos corrosivos, 47 reactivos tóxicos, 9 reactivos muy tóxicos, 50 reactivos nocivos, 29 reactivos irritantes, 5 reactivos peligrosos para el medio ambiente, 1 reactivo sensibilizante, 3 reactivos cancerígenos y 1 reactivo mutágeno.
- Se diseñó un software en el programa Microsoft Office Access 2010, utilizando el diseño propuesto para base de datos de riesgos químicos industriales<sup>89</sup>. Cabe destacar que se mejoró el diseño de la base de datos para hacerla más compacta, incidiendo en factores de primera necesidad.
- Se realizó un diseño de los estantes a utilizar para el almacenamiento de reactivos químicos en todos los laboratorios, respetando las leyes internacionales de almacenamiento de acuerdo a la clasificación de los reactivos previamente realizada.

Se realizó la evaluación de riesgos químicos y biológicos en los seis laboratorios de CIEMA/PIENSA, se determinó que

- Los laboratorios: Aguas Residuales, Calidad del Aire, Físico-químico de aguas naturales y Micropoluentes están expuestos a **riesgos químicos** de los cuales
  - Cinco (5) peligros tienen factor de riesgo por Contacto.
  - Diez (10) peligros tienen factor de riesgo por inhalación.
  - Cinco (5) peligros tienen factor de riesgo reacción química peligrosa.
- El laboratorio de Microbiología de aguas está expuesto a riesgos biológicos.

---

<sup>89</sup> SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD, C. Ray Asfahl, cuarta edición, página 114.



- El laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios no presenta exposición a riesgos químicos ni biológicos; se manipulan reactivos químicos, pero según el inventario y la clasificación estos no son peligrosos, y su manejo resulta no peligroso para la salud del analista.
- En total se identificaron 23 peligros de los cuales 20 pertenecen a la clasificación de riesgos químicos (87%) y 3 corresponden a los riesgos biológicos (13%). Dos de los riesgos biológicos pertenecen a la etapa de muestreo y están directamente afectados si son de origen residual.

De acuerdo a la asignación del nivel de bioseguridad se concluye

- Los laboratorios de **aguas residuales, físico químico de aguas naturales, micropoluentes y operaciones unitarias**, presenta nivel de bioseguridad I conforme a la manipulación no deliberada de microorganismos, por la manipulación de muestras de aguas residuales.
- El laboratorio de **calidad del aire** está fuera de la asignación de un nivel de bioseguridad porque durante sus actividades no existen prácticas microbiológicas, ni contacto deliberado con microorganismos que puedan ser dañinos.
- El laboratorio de **microbiología** presenta microorganismos clasificados dentro del grupo de riesgo II en su mayoría, manipulación deliberada de los mismos, crecimiento invitro y ambientación para su crecimiento, por lo que se asignó **nivel de bioseguridad II**.
- El **laboratorio** que **más deficiencia** presenta con respecto al nivel de bioseguridad I es el **laboratorio físico químico de aguas naturales**, según la inspección<sup>90</sup> estipulada para este nivel.
- Según la inspección para el nivel de bioseguridad II, existen dos prácticas que se realizan de forma inadecuada (no se utiliza cámara de seguridad cuando existe la posibilidad de generarse aerosoles y no sea adoptado un manual de bioseguridad).

---

<sup>90</sup> Ver Tabla N°60. Inspección sobre la seguridad de los laboratorios con nivel de bioseguridad I

## Recomendaciones

Seguir la **secuencia de actividades** de los procedimientos de trabajo al ejecutar cada uno de los análisis a fin de no cometer actos inseguros.

Capacitar al personal que labora en laboratorios de CIEMA/PIENSA en materia de Higiene y Seguridad para que conozcan de los riesgos a los que están expuesto, de los peligros presentes en la ejecución de los análisis y parámetros que determinan, y sobre todo que sepan reaccionar frente a la concretización de un riesgo. La capacitación deberá ser coordinada con el MITRAB y responsable del departamento de Higiene y Seguridad de la UNI.

Verificar en el **sistema de información de riesgos químicos**<sup>91</sup> presentado en esta monografía, el procedimiento normalizado de operación según el nombre del análisis, así como las hojas de seguridad para cada uno de los reactivos químicos utilizados.

Planificar **mantenimiento de los equipos** al menos una vez al año y cada vez que estos presenten desperfectos de tipo mecánico, eléctrico y pérdida de los parámetros estándares de operación, los analistas deben reportar el desperfecto a sus superiores.

Instalar **sistema de ventilación** adecuado sin la recirculación del aire en las zonas de trabajo (laboratorios), esto disminuirá los riesgos por inhalación de reactivos principalmente cuando se requiere calentar reactivos a altas temperaturas produciendo emanaciones de aerosoles.

Según la clasificación de reactivos por sus propiedades peligrosas se debe:

- Mantener la lista de inventarios de reactivos de forma actualizada, tomando en cuenta factores como: reactivos vencidos, ingreso de nuevos reactivos, pérdida de propiedades físico-químicas.

---

<sup>91</sup> Ver en Anexos Digitales adjunto en CD, Sistema de Información de riesgos químicos para los laboratorios de CIEMA/PIENSA

- Mantener un stock mínimo de reactivos y retirar de los estantes aquellos que están vencidos y han perdido sus propiedades físico químicas.
- Asignar el lugar adecuado a los reactivos existentes de acuerdo a las especificaciones brindadas para cada laboratorio.
- Asignar los colores a los grupos de reactivos existentes en cada laboratorio y regirse según las especificaciones de almacenaje y colores estipulados en el presente documento.
- Disponer de estantes adecuados según los diseños elaborados y la apropiación de distribución presente en el presente documento.
- Capacitar a los trabajadores en el uso del sistema de información de riesgos químicos, el cual contiene información valiosa sobre los riesgos y peligros asociados a cada reactivo.
- Manejar actualizado el sistema de información de riesgos químicos en lo referente a la realización de un nuevo análisis (PNO), introducción de un nuevo reactivo químico y disposición de sus hojas de seguridad.

**Reportar** cualquier **incidente y/o accidente** ocurrido al departamento de Higiene y Seguridad de la Universidad Nacional de Ingeniería para la posterior investigación del mismo con el objetivo de identificar las causas que provocaron el accidente y tomar recomendaciones técnicas a fin de evitar la repetición de los mismos.

Llevar un **registro estadístico** por orden cronológico y por trabajador de todos los **accidentes** laborales desde leves con baja o sin baja hasta los mortales, así como las enfermedades profesionales diagnosticadas.

Realizar **evaluaciones de riesgos** al menos una vez al año y cada vez que exista la remodelación de las áreas de trabajo, nuevos procedimientos de trabajo para la ejecución de análisis, determinación de nuevos parámetros, con el objetivo de adoptar medidas pertinentes de acuerdo a los riesgos y peligros presentes en el área de trabajo.

Para los peligros identificados en esta evaluación apearse a las normas de bioseguridad. Los responsables de laboratorio deberán **supervisar** el seguimiento y aplicación al momento de realizar los análisis en el laboratorio.

Comprar los **equipos de protección personal** (EPP) necesarios para la práctica segura de los procedimientos.

Colocar **señalización** en la entrada de cada laboratorio donde se reflejen los equipos de protección personal necesarios para permanecer dentro del laboratorio.

Realizar **exámenes médicos pre-empleo** de manera obligatoria a los aspirantes a puestos de trabajo en los laboratorios de CIEMA/PIENSA, los exámenes médicos de laboratorio mínimos a efectuar tomando en cuenta factores como edad, riesgos laborales son

1. Examen físico completo
2. Biometría Hemática Completa (BHC)
3. Examen General de Orina (EGO)
4. VDRL= Sífilis
5. Pruebas de Función Renal
6. Pruebas de Colinesterasa

Realizar **Inspecciones de seguridad** una vez al mes ya que ayudarán a detectar factores de riesgos, tales como condiciones inseguras por parte de los laboratorios, actos inseguros por parte de los trabajadores, ambos son causas de riesgos y estos de accidentes. Llevar registro.

Todo **visitante** que se disponga ingresar a cualquier laboratorio de CIEMA/PIENSA deberá **utilizar equipo de protección personal** proporcionado por el responsable de Higiene y Seguridad de acuerdo con los riesgos a los que va estar expuesto, será necesario que el visitante **reciba información** sobre las normas y precauciones que deberá tener en cuenta al ingresar a cualquier

laboratorio, la **capacitación** podrá ser impartida por cualquier responsable de laboratorio.

Capacitar a todo el personal de laboratorio sobre la aplicación de normas de bioseguridad, las cuales son un complemento eficiente, para mantener las condiciones óptimas en cuanto a higiene se refiere.

Es responsabilidad de cada responsable de laboratorio el cumplimiento las normas de bioseguridad correspondientes a cada laboratorio en dependencia del nivel de riesgo asociado.

Proporcionar lava ojos y duchas de seguridad en los distintos laboratorios aunque se consideren como un gasto adicional, proporcionarán las condiciones mínimas de seguridad al sistema.

Con respecto a las inconformidades del nivel de bioseguridad nivel I

- Apropiar directrices de bioseguridad que estén disponibles y que se puedan cumplir.
- Mantener un mantenimiento adecuado de equipos y materiales dentro del laboratorio, estantería fijada con firmeza.
- Asegurar los cilindros de gases y colocar sus tapas de seguridad.
- Sustancias químicas inflamables almacenar en armario especial, y de forma separada.
- No almacenar reactivos químicos en el suelo y bajo ninguna circunstancia almacenarlos abiertos.
- No almacenar alimentos para consumo humano en frigoríficos.
- Disponer de cables alargadores para que no se tengan que movilizar los aparatos eléctricos para disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidente ya sea por la pérdida del equipo o por ocasionar lesión en el analista.
- No disponer de conexiones eléctricas cerca de llaves de aguas.

- Apropiar a los equipos de cables resistentes que no estén rotos o pelados, para disminuir la probabilidad de corto circuito.
- Mantener los desechos separados en recipientes apropiados, rotulados y almacenados de la forma más segura.
- Desarrollar un procedimiento para la gestión de desechos.
- Establecer programas de seguridad para protección respiratoria.
- Disponer de presiones negativas en las zonas de ocupación general con respecto a los pasillos y oficinas.
- Incluir en la planificación anual un programa activo y eficaz para el control de artrópodos y roedores.
- Los alimentos para consumo humano se deben de guardar fuera de los laboratorios.
- Para todos los recipientes de vidrio con material que generen presiones internas ya sea por la manipulación o de forma natural por la naturaleza la sustancia contenida, disponer de purgadores de vacío.
- No manejar recipientes de vidrio en el suelo ni material que provoque el tropezar.
- Tapar las inserciones abiertas en paredes, techos y suelos.
- Todas las puertas deberán tener como mínimo un espacio para transitar de 1 metro a lo ancho por 2.20 metros de alto.

Con respecto a las inconformidades del nivel de bioseguridad II

- Suministrar cámara de seguridad biológica al laboratorio de microbiología.
- Acceso limitado y restringido para las personas ajenas a las actividades del laboratorio.
- Colocar signo de peligro biológico con la información específica del mismo.
- Informar al responsable de laboratorio todo derrame y accidente con material contaminado.

- Manipular los de desechos contaminados sin recipientes excesivamente llenos.
- Los materiales descontaminados fuera del laboratorio se deberán de transportar en recipientes cerrados, duraderos y estancos conforme a las normas y reglamentos locales.
- Los desechos mixtos deberán ser descontaminado biológicamente antes de ser eliminados.
- Incluir en la planificación anual las Inmunizaciones para el personal del laboratorio conforme a los agentes que se manejan.
- Recurrir al personal médico apropiado para las evaluaciones médicas.
- Disponer del agente microbiano para primeros auxilios de forma inmediata.
- Adoptar las normas de bioseguridad apropiadas.

## Glosario

**Espectrofotómetro:** Es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. También es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y microorganismos<sup>92</sup>.

**Refractómetro:** Son aparatos usados para medir concentraciones en líquidos, suelen ofrecer una lectura de concentración en grados Brix. Permite calcular el índice de refracción (una propiedad física fundamental de cualquier sustancia) de una muestra para conocer su composición o pureza<sup>93</sup>.

**Ecotóxicos:** Un ecotóxico es un producto químico peligroso con capacidad para ser absorbido por cualquiera de los elementos de un ecosistema y por pequeña que sea la cantidad presente, alterar los equilibrios biológicos del mismo. Muchos de ellos tienden a persistir en el ambiente<sup>94</sup>.

**Bioacumulativos:** Son sustancias que además de ser Tóxicas para los organismos acuáticos o para los mamíferos, son Persistentes, esto es, se degradan con dificultad en el medio ambiente y además, tienden a acumularse en los organismos de los seres vivos<sup>95</sup>.

**Disruptores endocrinos:** Un disruptor endocrino o alterador hormonal es una sustancia química capaz de alterar el equilibrio hormonal, pudiendo provocar diferentes efectos adversos sobre la salud de las personas, animales o de sus

---

<sup>92</sup> Espectrofotómetro. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Espectrofot%C3%B3metro>

<sup>93</sup> Refractometría. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Refractometr%C3%ADa>

<sup>94</sup> Dossier. Ecotóxicos. URL disponible en <http://www.daphnia.es/articulo.asp?idarticulo=314>

<sup>95</sup> Sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas (TBP). URL disponible en <http://www.istas.net/risctox/index.asp?idpagina=613>



descendientes. Estas sustancias pueden ser causa de perjuicios para la salud como el cáncer, alteraciones del comportamiento y anomalías reproductivas<sup>96</sup>.

**Agente etiológico:** El agente etiológico es el que causa la enfermedad. El agente transmisor es el que lo transmite de un organismo a otro. Por ejemplo: en el paludismo (malaria), el agente etiológico es un Plasmodio (etiología) que entra al cuerpo por medio de una picadura de un mosquito (transmisor)<sup>97</sup>.

**Organismos viables:** Es un microorganismo que está vivo y tiene la capacidad de reproducirse<sup>98</sup>.

**Toxinas biógenas:** Es una sustancia venenosa producida por células vivas u organismos, como animales, plantas, bacterias y otros organismos biológicos; para destacar su origen orgánico, se habla a veces también de biotoxina. Las sustancias artificiales, creadas por procesos artificiales están excluidas de esta definición<sup>99</sup>.

**Alérgenos biógenos:** Reacción de hipersensibilidad involucra el reconocimiento del alérgeno como sustancia "extraña" y ajena al organismo en el primer contacto. En exposiciones posteriores, el sistema inmunitario reacciona a la exposición de forma excesiva, con la liberación de sustancias que alteran la homeostasis del organismo, lo que da lugar a los síntomas propios de la alergia<sup>100</sup>. Alergia al producto de organismos vivos o procesos biológicos<sup>101</sup>.

**Toxicológica:** Es la ciencia que se ocupa de los efectos adversos que producen las sustancias químicas en los organismos vivos.

---

<sup>96</sup> Disruptores endocrinos. URL disponible en <http://www.istas.net/risctox/index.asp?idpagina=610>

<sup>97</sup> URL disponible en <http://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20071119141313AAuIDs3>.

<sup>98</sup> URL disponible en <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080115174046AA1mUzu>.

<sup>99</sup> Toxina. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Toxina>.

<sup>100</sup> Alérgeno. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Al%C3%A9rgeno>.

<sup>101</sup> URL disponible en <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080727203721AAOVhci>.

**Agentes patogénicos:** Es toda aquella entidad biológica capaz de producir enfermedades o daños a la biología de un huésped (humano, animal, vegetal, etc.) sensiblemente predispuesto<sup>102</sup>.

**Agentes exóticos:** Son aquellas especies que se encuentran en ecosistemas de los que no son nativas<sup>103</sup>. Están fuera de su hábitat y presentan un daño al ecosistema y las especies del lugar.

**Glutaraldehído:** El glutaraldehído es un compuesto químico de la familia de los aldehídos que se usa principalmente como desinfectante de equipos médicos y odontológicos así como de laboratorio<sup>104</sup>.

**Biguanidas:** Es una molécula o grupo de moléculas, utilizadas para la fabricación de desinfectantes y medicamentos. Estos pueden funcionar como antidiabéticos orales para el tratamiento de la diabetes, mellitus y algunos como antimaláricos. El desinfectante poliaminopropil biguanida tiene en su estructura un grupo funcional biguanida<sup>105</sup>.

**Carbamatos:** Son compuestos orgánicos derivados del ácido carbámico (NH<sub>2</sub>COOH). Tanto los carbamatos, como los ésteres de carbamato, y los ácidos carbámicos son grupos funcionales que se encuentran interrelacionados estructuralmente y pueden ser inter convertidos químicamente. Insecticida utilizado en el ambiente agropecuario y hogareño con características similares al organofosforado.

**Organoclorados:** Es un compuesto de átomos de carbono, en el cual, algunos de los átomos de hidrógeno unidos al carbono, han sido reemplazados por átomos de cloro, unidos por enlaces covalentes al carbono, Su amplia variedad estructural y las propiedades químicas divergentes conducen a una amplia gama

---

<sup>102</sup> Agente biológico patógeno. Wikipedia. URL disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Agente\\_biol%C3%B3gico\\_pat%C3%B3geno](http://es.wikipedia.org/wiki/Agente_biol%C3%B3gico_pat%C3%B3geno).

<sup>103</sup> ¿Qué es una especie exótica? URL disponible en [http://www.proyectogeo.com/sitio/index.php?option=com\\_content&view=article&id=468&Itemid=1](http://www.proyectogeo.com/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=468&Itemid=1).

<sup>104</sup> Glutaraldehído. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Glutaraldeh%C3%ADdo>

<sup>105</sup> Biguanida. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Biguanida>

de aplicaciones. Muchos derivados clorados son controvertidos debido a los efectos de estos compuestos en el medio ambiente y la salud humana y animal. Muchos de ellos se emplean por su acción insecticida o pesticida.

**Organofosforados:** Son un grupo de químicos usados como plaguicidas artificiales aplicados para controlar las poblaciones plagas de insectos<sup>106</sup>.

**PolicloradosBifenilos:** Los policlorobifenilos (PCB) o bifenilos policlorados (polychlorinated biphenyls) son una serie de compuestos organoclorados, que constituyen una familia de 209 congéneres, los cuales se forman mediante la cloración de diferentes posiciones del bifenilo, 10 en total; que poseen una estructura química orgánica similar y que se presentan en una variedad de formas que va desde líquidos grasos hasta sólidos cerosos. Existen 12 PCB llamados "de tipo dioxina" que también pueden ser tóxicos y no-tóxicos<sup>107</sup>.

**Fenoles:** Los fenoles son alcoholes aromáticos. Están compuestos de moléculas que tienen un grupo -OH unido a un átomo de carbono de un anillo bencénico. La estructura que se encuentra en todos los fenoles es el fenol. Todos los demás fenoles difieren con respecto a los grupos que están unidos al anillo aromático.

**Coliformes fecales:** La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

**E.coli:** Es quizás el organismo procariota más estudiado por el ser humano. Se trata de una enterobacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales, y por ende en las aguas negras, pero se le puede encontrar en todos lados, dado que es un organismo ubicuo<sup>108</sup>.

---

<sup>106</sup> Organofosforado. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Organofosforado>

<sup>107</sup> Bifenilos policlorados. Wikipedia. URL disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Bifenilos\\_policlorados](http://es.wikipedia.org/wiki/Bifenilos_policlorados)

<sup>108</sup> Escherichia coli. Wikipedia. URL disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Escherichia\\_coli](http://es.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli)

**Mesófilos:** Es un organismo cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 15 y los 35°C (un rango considerado moderado). Por el contrario, los que prefieren temperaturas frías se denominan psicrófilos y los que crecen de forma óptima a altas, termófilos<sup>109</sup>. Este término es usado sobre todo en el campo de la microbiología.

**Floculación:** Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado. Es un paso del proceso de potabilización de aguas de origen superficial y del tratamiento de aguas servidas domésticas, industriales y de la minería<sup>110</sup>.

**Macro-KJELDAHL:** El método Kjeldahl es un método para determinar el contenido de proteína y nitrógeno de sustancias orgánicas e inorgánicas. Estas determinaciones se hacen en alimentos, bebidas, carnes, granos, aguas residuales, suelo y en muchas otras muestras. El aparato Macro-Kjeldahl de digestión y destilación, usa frascos KNA desde 500 hasta 800 ml de volumen, y puede manejar tamaños de muestras desde 0.5 hasta aproximadamente 5.0 gramos<sup>111</sup>.

**Gravimétrico:** Consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida, que sea susceptible de pesarse. La gravimetría es un método analítico cuantitativo, es decir, que determina la cantidad de sustancia, midiendo el peso de la misma con una balanza analítica<sup>112</sup>.

---

<sup>109</sup> Organismo mesófilo. Wikipedia. URL disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Organismo\\_mes%C3%B3filo](http://es.wikipedia.org/wiki/Organismo_mes%C3%B3filo)

<sup>110</sup> Floculación. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Floculaci%C3%B3n>

<sup>111</sup> Productos de manufactura labconco. URL disponible en [http://www.expotechusa.com/catalogs/labconco/pdf/SP\\_OVERV.PDF](http://www.expotechusa.com/catalogs/labconco/pdf/SP_OVERV.PDF)

<sup>112</sup> Análisis gravimétrico. Wikipedia. URL disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_gravim%C3%A9trico](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_gravim%C3%A9trico)

**Álcali:** Son óxidos, hidróxidos y carbonatos (los carbonatos no son bases fuertes, ya que son la base conjugada de un ácido débil y no de un ácido neutro como el agua) de los metales alcalinos. Actúan como bases fuertes y son muy hidrosolubles. De tacto jabonoso, pueden ser lo bastante corrosivos como para quemar la piel, al igual que los ácidos fuertes<sup>113</sup>.

**Difusión:** La difusión es un proceso de movimiento molecular<sup>114</sup>

**Eriocromo:** Indicador para valorar metales<sup>115</sup>.

**Soluciones coloidales:** Son sustancias que aumentan la presión coloidosmótica y transportan líquidos de manera efectiva desde el compartimiento intersticial hasta el plasmático al atraer líquido al interior de los vasos sanguíneos<sup>116</sup>.

**Método nefelométrico:** Este método se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbidez<sup>117</sup>.

**NEDA:** N-naftol-1-etilendiamino.

**Alícuotas:** La alícuota es una parte que se toma de un volumen (alícuota líquida) o de una masa (alícuota sólida) iniciales, para ser usada en una prueba de laboratorio, cuyas propiedades físicas y químicas, así como su composición, representan las de la sustancia original. Normalmente las alícuotas son el resultado de repartir un volumen inicial en varias partes iguales. Se suele medir en mililitros (mL) o gramos (g).

---

<sup>113</sup> Álcali. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cali>

<sup>114</sup> Difusión. Wikipedia. URL disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Difusi%C3%B3n>

<sup>115</sup> Productos para laboratorio y acuicultura, hoja de seguridad.

<sup>116</sup> Blogs de fisioterapia, soluciones coloidales.

<sup>117</sup> Analisis de las aguas, turbidez.

**Enterobácteraerógenes:** Es una bacteria patógena que provoca infecciones oportunistas en piel y otros tejidos<sup>118</sup>.

**TSETSE:** Es una enfermedad infecciosa provocada por un parásito denominado tripanosoma transmitido por la mosca tse-tse.

**Comburente:** El comburente por antonomasia es el oxígeno atmosférico, que se encuentra normalmente en el aire con una concentración porcentual en volumen aproximada del 21%. Todos los comburentes tienen en su composición oxígeno disponible, ya sea en forma de oxígeno molecular, como se ha dicho, o bien como ozono, o diversos óxidos u oxácidos que ceden el oxígeno al momento de la combustión. Al entrar en contacto con otros originan una reacción fuertemente exotérmica (con gran desprendimiento de calor).

**CSA:** El **número registrado CAS** es una identificación numérica única para compuestos químicos, polímeros, secuencias biológicas, preparados y aleaciones. Llamado también **CAS RN** (en inglés *CAS registry number*). Chemical Abstracts Service (CAS), es una división de la Sociedad Americana de Química, asigna estos identificadores a cada compuesto químico que ha sido descrito en la literatura. CAS también mantiene una base de datos de los compuestos químicos, conocida como *registro CAS*. Algo más de 123 millones de compuestos están numerados y catalogados, con alrededor de 12.000 nuevos cada día. La intención es realizar una búsqueda en la base de datos unificada, dado que a menudo se asignan distintos nombres para el mismo compuesto. Casi todas las moléculas actuales permiten una búsqueda por el número CAS.<sup>119</sup>

---

<sup>118</sup> Trabajo de enterobacter aerogenes. URL disponible en <http://es.scribd.com/doc/16758433/Enterobacter-aerogenes>

<sup>119</sup> Número CAS. Wikipedia. URL disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero\\_CAS](http://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_CAS)

## Bibliografía

- ✎ **MITRAB.** Acuerdo ministerial JCHG-000-08-09, Procedimiento técnico de higiene y seguridad del trabajo para la evaluación de riesgo en los centros de trabajo.
- ✎ Ministerio del trabajo dirección de higiene y seguridad del trabajo. Compilación de ley y normativas en materia de higiene y seguridad del trabajo. 1993-2008.
- ✎ José María Díaz Cortez. Técnicas de prevención de riesgos laborales, seguridad e higiene del trabajo. Novena edición 2007 Madrid.
- ✎ Fundación para la prevención de riesgos laborales. Estudio preliminar nuevo enfoque en higiene industrial: La evaluación cualitativa, prevención de riesgos laborales.
- ✎ María Fernández Armentia. Manual de gestión de residuos y seguridad en laboratorios ambientales. LEIA Centro de desarrollo tecnológico Noviembre 2008.
- ✎ José Andrés Burguete Torres. Guía para gestión de residuos industriales en Navarra, Departamento de medio ambiente ordenación del territorio y vivienda del gobierno de Navarra. 2004 (NAMAINSA).
- ✎ Centro para la prevención de riesgos profesionales. Tendencias actuales de la higiene ocupacional. Bogotá Colombia Sur América.
- ✎ Dr. Fernando Márquez R. Manejo seguro de sustancias peligrosas. Departamento de ingeniería química universidad de la concepción.
- ✎ Universidad de Jaén, servicio de prevención de riesgos laborales Almacenamiento de productos químicos.

- ↪ Tatiana Santos, Dolores Romano y Rafaela Gadea. Nuevo reglamento sobre la clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, guía para asesores de prevención, Instituto Sindical de Trabajo Ambiente y Salud (ISTAS). Diciembre 2009.
- ↪ Almacenamiento de reactivos, programa CISTEMA SURATEP.
- ↪ 1996 Bogotá, El ABC de la seguridad en el laboratorio, varios autores, MERCK.
- ↪ 2004, método de identificación Safe-T-Data, J.T Baker.
- ↪ 2004, sistema globalmente armonizado, Organización de las naciones unidas.
- ↪ NTP 878: Notas técnicas de prevención: regulación UE sobre productos químicos (II), reglamento CLP: aspectos básicos. Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Xavier Guardino Solá
- ↪ NTP 725: Seguridad en el laboratorio: Almacenamiento de productos químicos, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- ↪ NTP 802: Notas técnicas de prevención: Agentes biológicos no infecciosos: enfermedades respiratorias. Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ana Hernández Callejas Lic. En ciencias biológicas.
- ↪ NTP 585: Prevención del riesgo biológico en el laboratorio: trabajo con bacterias. Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Rosa Alonso Espadales Lic. en ciencias biológicas.



- ↪ NTP 822: Notas técnicas de prevención: Agentes biológicos: enfermedades de la piel, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ana Hernández Callejas Lic. En ciencias biológicas.
- ↪ 2003, Manual de normas y procedimientos de bioseguridad, Comité de Vigilancia Epidemiológica (COVE) división del talento humano salud ocupacional.
- ↪ Real decreto 374/2001 del 06 de Abril, Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- ↪ Real decreto 664/1997 del 12 de Mayo, Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos, Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales e Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- ↪ Organización Mundial de la Salud. Manual de bioseguridad en el laboratorio, Tercera edición 2005 Ginebra.
- ↪ Departamento de salud y servicios humanos, servicio de salud pública. Bioseguridad en laboratorios de microbiología y biomedicina. Cuarta edición.
- ↪ Facultad de Química, Camacho, A., M.Giles, A.Ortegón, M.Palao, B.Serrano y O.Velázquez. UNAM-MEXICO. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos Segunda edición 2009 México.

## WEBGRAFIA

↪ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

URL disponible en:

<http://www.insht.es>

↪ Agencia europea para la seguridad y la salud en el trabajo

URL disponible en:

<http://osha.europa.eu/fop/spain/es/index.stm>

↪ ISTAS: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud

URL disponible en:

<http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=3563>

↪ Aspectos microbiológicos

URL disponible en:

[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/gdwq3\\_es\\_7\\_fig.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq3_es_7_fig.pdf)

↪ NPS CORP. Material Safety Data Sheets

URL disponible en:

<http://www.npscorp.com/msds/>

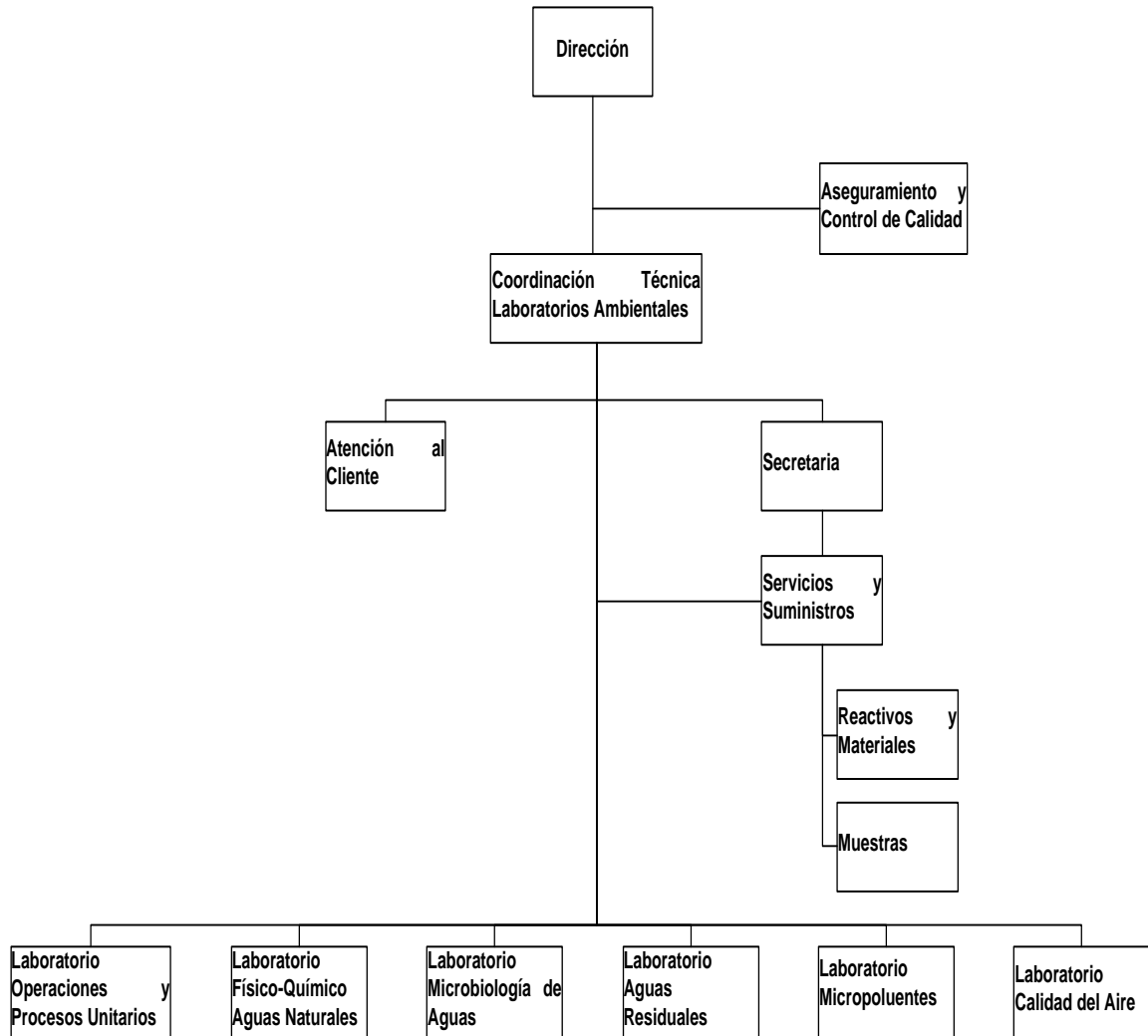
↪ Ministerio del trabajo Nicaragua

URL disponible en:

<http://www.mitrab.gob.ni/>

## Anexos

### ANEXO N°1. ORGANIGRAMA CIEMA/PIENSA



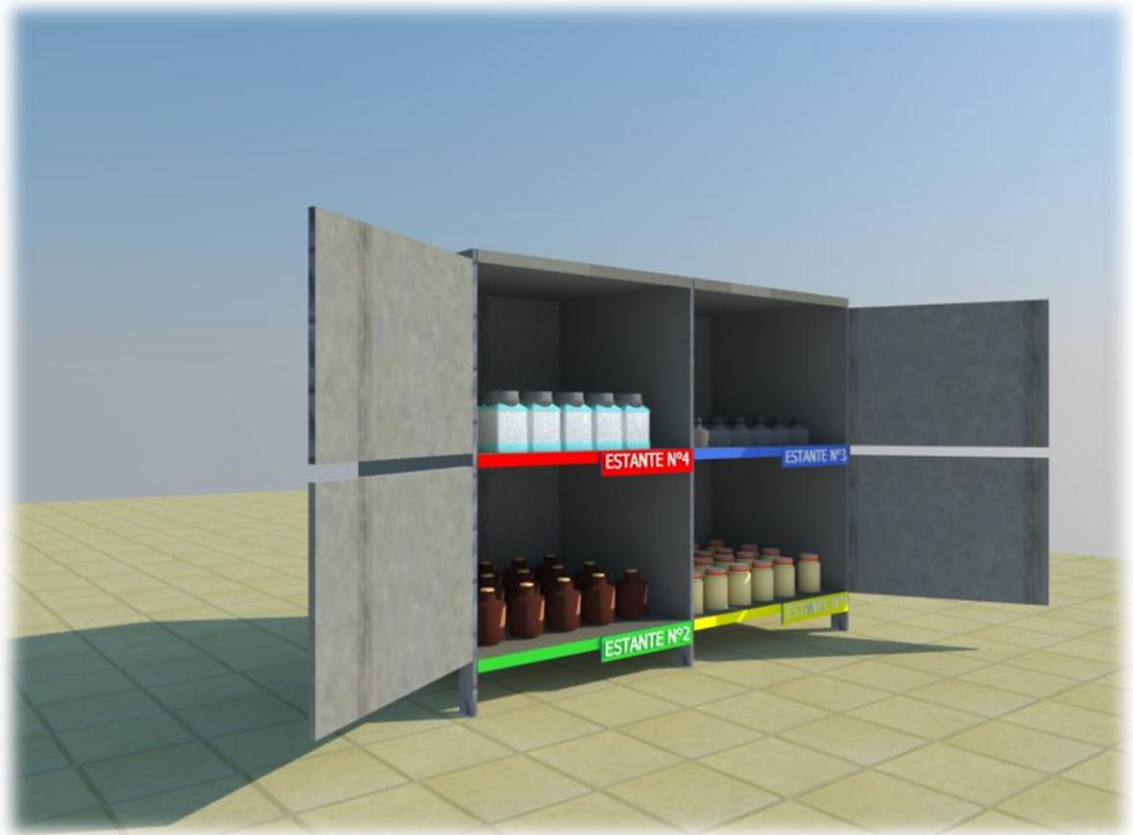
Anexo N°2. Lista de reactivos presentes en el laboratorio de Aguas Residuales				ROMBO NFPA 704			
Número	Nombre del reactivo	Frase R	Frase S	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGO ESPECIAL
1	1,10 Fenantrolina monohidrato	R25-50/53	S45-60-61	1	0	0	
2	Ácido bórico	R60-61	S53-45	1	0	0	
3	Ácido clorhídrico fumante 37%	R34-37	S26-36/37/39	3	0	1	W
4	Ácido nítrico 65%	R35	S23.2-51-26-36/37/39-45	3	0	0	OX
5	Ácido oxálico dihidrato	R21-22	S24-25	3	1	0	
6	Ácido salicílico	R22-41	S22-24-26-39	3	0	2	W
7	Ácido sulfúrico	R35	S26-30-36/37/39-45	0	1	0	
8	Almidón	-	-	1	0	0	
9	Amonio cloruro	R22-36	S22	1	0	0	
10	Amonio heptamolibdato tetrahidrato	-	-	3	0	0	
11	Amonio monovedato	R20-25-36/37	S26-37-45	1	0	0	
12	Amonio y hierro (II) sulfato hexahidratado	-	-	1	1	0	
13	Azul de metileno	R22	S2-46	2	0	0	
14	Bario cloruro dihidrato	R20-25	S45	0	0	0	
15	Calcio acetato hidrato	-	-	1	0	0	
16	Calcio cloruro	R36	S22-24	1	0	0	
17	Calcio cloruro dihidratado	R36	S22-24	1	0	0	
18	Cinc acetato dihidrato	R22-50/53	S24/25-61	2	0	0	
19	Cloroformo	R38-22-40-48/20/22	S2-36/37	1	1	0	
20	Difenilcarbazona	-	-	0	0	0	
21	di-Potasio hidrogeno fosfato	-	-	1	0	0	
22	di-Sodio hidrogenofosfato anhidrido	-	-	1	0	0	
23	di-Sodio hidrogenofosfato heptahidratado	-	-	2	0	0	
24	di-Sodio oxalato	R21-22	S24-25	1	3	0	
25	Éter ter-butilmetílico	R11-38	S16-24-9	1	0	0	
26	Fenoltaleína	R45-62-68	S53-45	2	0	0	
27	Hierro(II) sulfato heptahidratado	R22-36/38	-	1	0	0	
28	Hierro(III) sulfato hexahidratado	R22-38-41	S26-39	1	0	0	
29	L(+) Ascorbico Ácido	-	-	2	0	0	
30	Magnesio sulfato heptahidratado	-	-	3	0	0	OXI
31	Manganeso (II) sulfato monohidrato	R48/20/22-51/53	S22-61	1	0	1	
32	Mercurio(II) óxido	R26/27/28-33-50/53	S28-45-60-61	2	0	2	
33	Metavanadato de Amonio	R20-25-36/37	S26-37-45	1	0	0	
34	Molibdato de amonio	-	-	1	0	0	
35	Plata sulfato	R41	S22-26-39	3	0	1	
36	Potasio dicromato	R45-46-60-61-8-21-25-26-34-42/43-48/23-50/53	S53-45-60-61	1	0	0	
37	Potasio dihidrogeno fosfato	-	-	1	0	1	OXI
38	Potasio hidrogenofosfato	-	-	1	0	0	
39	Potasio hidróxido	R22-35	S26-36/37/39-45	1	1	0	
40	Potasio sulfato	-	-	2	0	0	
41	Potasio yodato	R41	S17-26-39	3	1	3	
42	Potasio yoduro	-	-	2	0	0	
43	Rojo de metilo	R51/53	S61	1	0	0	
44	Selenio (polvo)	R23/25-33-53	S28-45-61-1/2-20/21	2	0	0	
45	Sodio azida	28-32-50/53	S28-45-60-61	3	0	2	W
46	Sodio carbonato	R36	-	1	0	0	
47	Sodio cloruro	-	-	0	0	0	
48	Sodio dihidrogenofosfato anhidrido	-	-	1	0	0	
49	Sodio hidróxido (pellet)	R35	-	1	0	0	
50	Sodio sulfato	-	-	2	0	1	
51	Sodio tetraborato anhidrido	R60-61	S53-45	1	3	0	
52	Sodio tetraborato decahidratado (Borax)	R60-61	S53-45	2	3	1	
53	Sodio tiosulfato pentahidratado	-	-	3	0	1	
54	Sodio yoduro	-	-	0	1	0	
55	Sulfato de Mercurio	R26/27/28-33-50/53	S13-28-45-60-61	1	0	0	
56	Verde bromocresol	-	-	3	0	0	

**Anexo N°3. Diseño propuesto (Vista frontal 3D) para el almacenamiento de reactivos químicos en el laboratorio de Aguas residuales**



Anexo N°4 Lista de reactivos químicos presentes en el laboratorio de calidad del aire				ROMBO NFPA 704			
Número	Nombre del reactivo	Frase R	Frase S	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGO ESPECIAL
1	1-Naftiletildiamina (NEDA)	R36-38	S22	2	1	0	
2	Acetato de Sodio Trihidratado	-	-	1	0	0	
3	Acetona Certificada	R11-36-66-67	S9-16-26	1	3	0	
4	Acido Acético Glacial	R10-35	S23-26-45	3	2	0	
5	Acido Fosfórico	R34	S26-45	3	0	1	
6	Acido Nitrico	R8-35	S23-26-36-45	3	0	0	
7	Acido Ortofosfórico 85 %	R34	S26-45	3	0	1	
8	Acido Sulfúrico 70 %	R35	S26-30-45	3	0	2	W
9	Amonio Hidróxido	R34-50	S26-36/37/39-45-61	3	1	0	
10	Carbón activado	-	-	0	1	0	
11	CDTA (Fischer)	-	S24/25	1	1	0	
12	Cloruro de Cobre (I)	R22-50/53	S22-60-61	2	0	0	
13	dihydrochloride 98 % ACS	R36/38	S22	2	1	0	
14	Estandar de Nitrito RICCA CHEMICAL	-	-				
15	Ethylen Glycol	R22	-	1	1	0	
16	Etilendiamina 2 HCl	R10-34-21/22-42/43	S23.5-36/37/39-26-45	3	3	0	
17	Formaldehido en solución (37%)	R23/24/25-34-39/23/24/25-40-43	S26-36/37/39-45	3	2	0	
18	Fosfato de Potasio Monobásico	-	-	1	0	0	
19	Fosfato de Sodio	R36/37/38	S26-36	2	0	0	
20	Fuchina	R45	S53-45	2	1	1	
21	Hidróxido de Potasio	R22-35	S26-36/37/39-45	3	0	1	
22	Hidróxido de Sodio	R35	S26-36/37/39-45	3	0	1	W
23	MBTH	R22	S37	1	0	0	
24	Nitrito de Sodio	R8-25-50	S45-61	2	1	1	
25	Pararosaniline Chloride	R45	S53-45	3	1	0	
26	Pirogalol	R20/21/22-52/53-68	S36/37-61	2	1	1	
27	Silica Gel con Indicador de humedad	-	-	1	0	0	
28	Silica Gel Desecante	-	-	2	0	0	
29	Sulfanilamida	-	-	2	1	1	
30	Sulfato de Calcio Anhidro	-	-	1	0	0	
31	Sulfito de Sodio	R22-36/38-40	S22-26-36	2	0	1	
32	Tanque de gas CO para Calibración			1	0	0	
33	Tanque de gas SO2 para Calibración			3	0	0	
34	Tiosulfato de Sodio	-	-	1	0	0	
35	Titriplex CDTA-Merck	R36/38	-	1	1	0	
36	Trietanolamina p.a.	-	-	2	1	1	
37	Yodato de Potasio	R41	S26-39	1	0	1	OXI
38	Yodo Resublimado	R20/21-50	S23-25-61	3	0	0	
39	Yoduro de Potasio	-	-	1	0	1	OXI

**Anexo N°5. Diseño propuesto (Vista frontal 3D) para el almacenamiento de reactivos químicos en el laboratorio Calidad del Aire**



Anexo N°6. Lista de reactivos presentes en el laboratorio físico químico de aguas naturales				ROMBO NFPA 704			
Número	Nombre del reactivo	Frase R	Frase S	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGO ESPECIAL
1	Ácido tánico	-	-	1	1	1	
2	1-10 Fenantrolina monohidrato	R25-50/53	45-60-61	3	1	0	
3	1-4-fenilendiamina diclorhidrato	R23/24/25-36-43-50/53	S28-36/37-45-60-61	2	1	0	
4	1-Naftilamina	R45-22-51/53	S53-45-61	2	1	0	
5	4-(Dimetilamino)-benzaldehído	-	-	1	1	1	
6	5-4-Dimetilaminobencilideno rodanina	-	-	1	1	1	
7	Acete de silicona	-	-	2	1	0	
8	Acetato de amonio	-	-	1	1	1	
9	Acetato de cobre II	R22-41-50/53	S26-39-61	2	1	0	
10	Acetato de plomo (II) 3 hidrato	R61-33-48/22-50/53-62	S53-36/37-45-61	2	1	1	
11	Acetato de sodio anhidro	-	-	2	1	0	
12	Acetato de sodio trihidratado	-	-	1	1	0	
13	Acetato de zinc dihidratado	R22-50/53	S24/25-61	2	1	0	
14	Acetona	R11-36-66-67	S9-16-26	1	3	0	
15	Ácido 1-amino-2-hidroxinaftaleno-4-sulfónico	-	-	2	1	0	
16	Ácido acético (glacial) 100%	R10-35	S23-26-45	3	2	0	
17	Ácido bórico	R60-61	S53-45	2	0	0	
18	Ácido carminico	-	-	1	0	0	
19	Ácido cítrico monohidratado	R36	S26	3	1	0	
20	Ácido clorhídrico 37%	R34-37	S26-36/37/39-45	3	0	1	
21	Ácido fórmico 98-100%	R10-35	S23-26-45	3	2	1	
22	Ácido L-(+)-tartárico	R36	S24/25	2	1	0	
23	Ácido L-glutámico	-	-	1	0	0	
24	Ácido mercaptoacético 70%	R23/24/25-34	S11/2-25-27-28-45	3	1	0	
25	Ácido nítrico	R8-35	S23-26-36-45	4	0	0	OXI
26	Ácido orto-fosfórico 85%	R34	S26-36/37/39-45	3	0	1	
27	Ácido oxálico	R21/22	S24/25	3	1	0	
28	Ácido perclórico	R5-8-35	S23-26-36-45	3	0	3	OXI
29	Ácido sulfámico	R36/38-52/53	S26-28-61	3	1	0	
30	Ácido sulfanílico	R36/38-43	S24-37	2	1	0	
31	Ácido sulfúrico 95-97%	R35	S26-30-45	3	0	2	W
32	Almidón soluble	-	-	1	1	0	
33	Aluminio metálico	-	-	0	3	1	W
34	Amoniaco	R34-50	S26-36/37/39-45-61	3	1	0	COR
35	Anaranjado de metilo	R25	S37-45	2	1	0	
36	Antimonio potasio tartrato hidratado	R20/22-51/53	S46-61	2	0	0	
37	Azul de bromofenol	-	-	1	0	0	
38	Azul de timol	-	-	1	0	0	
39	Bencina de petróleo 40-60°C	R11-51/53-65-66-67	S9-16-23-24-33-61-62	1	3	0	
40	Biftalato de potasio	-	-	1	1	0	
41	Bisulfito de sodio	R22-31	S2-25-46	2	0	2	
42	Bromato de potasio	R9-25-45	S45-53	2	1	0	
43	Bromuro de amonio	-	-	1	0	0	
44	Bromuro de potasio	R36	S22-26	1	0	0	
45	Bromuro de sodio	-	-	2	0	0	
46	Buffer ph 4.01 ORION	-	-	1	0	0	
47	Cadmio en polvo	R45-26-48/23/24/25-62-53-68-50/53	S53-45-60-61	4	2	1	
48	Carbón activado	-	-	0	1	0	
49	Carbonato de calcio	-	-	0	0	0	
50	Carbonato de litio puro	R22-36	S24	1	0	0	
51	Carbonato de potasio	R36/37/38	S22/26	2	0	0	
52	Carbonato de sodio anhidro	R36	S22-26	2	0	0	
53	Carbonato de sodio decahidratado	R36	S22-26	2	0	0	
54	Carmin alum lake	-	-	1	0	0	
55	Cianuro de potasio	R26/27/28-32-50/53	S7-28-29-45-60-61	3	0	0	
56	Ciclohexanona	R10-20	S25	2	2	0	
57	Citrato de hierro III y amonio	-	-	1	1	0	
58	Citrato de sodio	-	S25	1	0	0	
59	Cloramina T trihidratado	R22-31-34-42	S7-22-26-36/37/39-45	3	1	0	
60	Clorato de potasio	R9-20/22-51/53	S13-16-27-61	3	0	0	

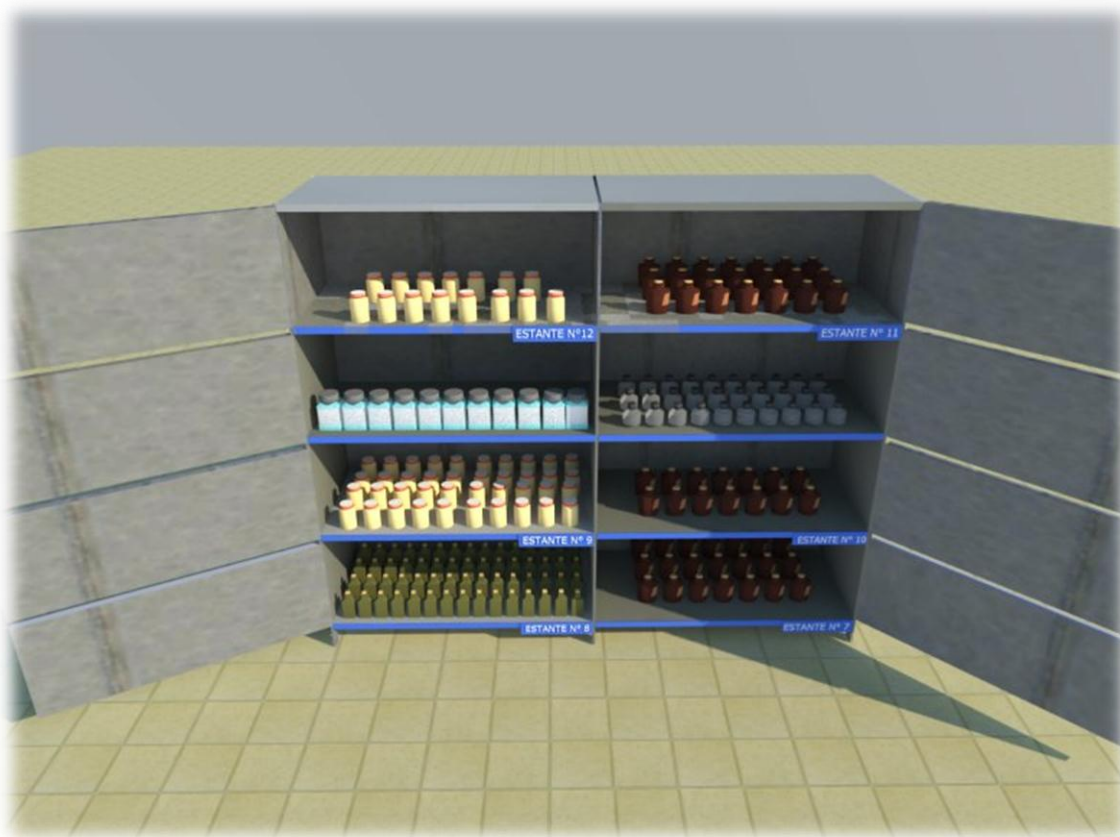


61	Clorhidrato de anilina	R20/21/22-40-48/23/24/25-50	S1/2-28-36/37-45-61	3	1	0	
62	Cloro reactivo #1 (sln. Tampón)	-	-				
63	Cloruro de amonio	R22-36	S22	2	0	0	
64	Cloruro de calcio anhidro (polvo puro)	R36	S22-24	2	0	0	
65	Cloruro de calcio dihidratado	R36	S22-24	2	0	1	
66	Cloruro de calcio fundido granulado	R36	S22-24	2	0	0	
67	Cloruro de cobalto II hexahidratado	R49	S22	3	0	0	
68	Cloruro de cobre I	R22-50/53	S22-60-61	2	0	0	
69	Cloruro de estaño (II) dihidrato	R22-36/37/38-43	S24-26-37	3	0	0	
70	Cloruro de hidroxilamina	R5-22-37/38-41-43-48/22-50	S2-22-26-36/37/39-61	2	0	0	
71	Cloruro de hierro III anhidro	R22-38-41-43	S24-26-37/39	3	0	1	
72	Cloruro de litio	R22-36/38	-	2	1	1	
73	Cloruro de magnesio hexahidratado	-	-	1	0	0	
74	Cloruro de manganeso II	R22-51/53	S61	2	0	0	
75	Cloruro de mercurio II	R28-34-48/24/25-62-68-50/53	S26-36/37/39-45-60-61	4	0	0	
76	Cloruro de potasio	-	-	2	0	0	
77	Cloruro de sodio	-	-	1	0	1	
78	Cloruro de zirconio	R14-22-34	S8-26-36/37/39-45	3	1	2	W
79	Cloruro stannoso II dihidratado	R22-36/37/38-43	S24-26-37	3	0	0	
80	Cromato de potasio	R49-46-36/37/38-43-50/53	S53-45-60-61	2	0	0	
81	Curcumina	-	-	0	0	0	
82	D(-)-Manita	-	-	1	1	0	
83	Diclorometano	R40	S2-23-24/25-36/37	2	1	0	
84	Dicromato de potasio	R45-46-60-61-8-21-25-26-34-42/43-48/23-50/53	S53-45-60-61	4	0	0	
85	Dimetilglioxima, sal disódica octahidratado	-	-	0	0	0	
86	Di-potasio hidrogenofosfato anhidro	-	-	1	0	1	
87	Di-sodio hidrogenofosfato heptahidratado	-	-	1	0	0	
88	Disulfuro de sodio	R22-31-41	S26-39-46	3	0	0	
89	Ditizona	R36/38	S26	2	1	0	
90	Dodecilo hidrogeno sulfato sal sódica	R11-21/22-36/37/38	S26-36/37	2	3	0	
91	Eriocromo azul SE	-	-	2	1	0	
92	Eriocromo cyanine R	-	-	2	1	0	
93	Eriocromo negro T	-	-	1	0	0	
94	Etanol 96 %	R11	S7-16	2	3	0	
95	Etanol absoluto	R11	S7-16	2	3	0	
96	Éter diisopropilico	R11-19-66-67	S9-16-29-33	1	3	1	
97	Etilenglicol	R22	-	2	1	0	
98	Étilo acetato	R11-36-66-67	S16-26-33	1	3	0	
99	Fenol	R23/24/25-34-48/20/21/22-68	S24/25-26-28-36/37/39-45	4	2	0	
100	Fenoltaleína	R45-62-68	S53-45	1	0	0	
101	Ferriicianuro de potasio	-	-	1	0	0	
102	Fluoruro de potasio	R23/24/25	S26-45	3	0	0	
103	Fluoruro de sodio	R25-32-36/45	S22-36-45	3	0	0	
104	Formaldehído en solución 37%	R23/24/25-34-39/23/24/25-40-43	S26-36/37/39-45	2	0	0	
105	Fosfato de sodio anhidro	-	-	1	0	0	
106	Glicerina (glicerol) anhidra	-	-	1	1	0	
107	Glicerol (glicerina) 87%	-	-	1	1	0	
108	Heptamolibdato de amonio tetrahidratado	-	-	2	0	0	
109	Hexacloroplato de potasio IV	R25-41-42/43	S22-26-36/37/39-45	3	0	0	
110	Hexametileno tetramina	R11-42/43	S16-22-24-37	2	2	2	
111	Hexametileno tetramina	R11-43	S24-37	2	1	0	
112	Hidracinio sulfato	R45-23/24/25-43-50/53	S53-45-60-61	3	1	0	
113	Hidrogeno diodato de potasio	R8-36/38	S26	2	0	0	
114	Hidrogeno tartrato de potasio	-	-	1	0	0	
115	Hidrogenofosfato de disodio	-	-	1	0	0	
116	Hidrogenofosfato de disodio dihidratado	-	-	1	0	0	
117	Hidrogenofosfato dipotasio trihidratado	-	-	1	0	0	
118	Hidrogenofosfato disodio heptahidratado	-	-	1	0	0	
119	Hidrogenoftalato de potasio	-	-	1	0	0	
120	Hidróxido de aluminio	-	-	1	0	0	

121	Hidróxido de amonio	R34-37	S7-26-36/37/39-45	3	1	0	COR
122	Hidróxido de calcio	R37/38-41	S22-26-39	3	0	0	
123	Hidróxido de potasio	R22-35	S26-36/37/39-45	3	0	1	
124	Hidróxido de sodio	R35	S26-36/37/39-45	3	0	1	COR
125	Hierro obtenido por reducción	R11	-	2	1	1	
126	L (+) ácido ascórbico	-	-	1	0	0	
127	Magnesio metálico cinta (3mm ancho)	-	-	1	0	0	
128	Manganeso (polvo)	R11	S22-24/25				
129	Metaarsenito de sodio	R23/25-52/53	S23-51-45-61	3	0	0	
130	Metanol	R11-23/24/25-39/23/24/25	S7-16-36/37-45	1	3	0	
131	Metasilicato de sodio nonahidratado 98%	R34-37	S1/2-13-24/25-36/37/39-45	3	0	0	
132	Mezcla reactiva de selenio	R52/53	S61	2	0	0	
133	Monovadato de amonio	R20-25-36/37	S26-37-45	4	1	1	
134	m-Peryodato de potasio	R8	S24/25	2	0	1	OXI
135	Murexida	-	-	1	0	0	
136	Neocuproína hidrato	-	-	1	0	0	
137	N-Hexano	R11-38-48/20-51/53-62-65-67	S9-16-29-33-36/37-61-62	2	3	0	
138	Nitrato de mercurio (II) monohidratado	R26/27/28-33-50/53	S13-28-45-60-61	3	1	1	OXI
139	Nitrato de plata	R8-34-50/53	S26-36/37/39-45-60-61	3	1	2	OXI
140	Nitrato de potasio	R8	S16-41	2	0	1	
141	Nitrato de sodio	R8-22	S22-41	2	0	1	
142	Nitrito de sodio	R8-25-50	S45-61	3	0	1	OXI
143	Nitroprusiato de sodio	R25	S22-37-45	3	1	1	
144	Oxalato de amonio	R21/22	S24/25	2	1	0	
145	Oxalato de disodio	R21/22	S24/25	2	0	0	
146	Oxalato dipotasio hidrato	R21/22	S24/25	3	0	0	
147	Óxido de magnesio	-	-	1	0	0	
148	Óxido de mercurio II rojo	R26/27/28-33-50/53	S28-45-60-61	4	0	0	
149	Perclorato de magnesio X hidratado	R8-36/37/38	S17-26				
150	Permanganato de potasio	R8-22-50/53	S60-61	3	0	1	OXI
151	Persulfato de amonio	R8-22-36/37/38-42/43	S22-24-26-37	2	1	2	OXI
152	Persulfato de potasio	R8-22-36/37/38-42/43	S2-22-24-26-37	1	0	1	OXI
153	Piridina	R11-20/21/22	S26-28	3	3	0	
154	Potasio dihidrogenofosfato	-	-	1	0	0	
155	Purpura de bromocresol	-	-	1	1	0	
156	Reagent alcohol	-	-	2	4	1	
157	Rojo de alizarina	-	-	2	1	0	
158	Rojo de metilo	-	-	1	0	0	
159	Rojo fenol	-	-	2	1	0	
160	Safranina	-	-	2	0	0	
161	Salicilato de sodio	R22-36	S22-24	2	1	0	
162	Selenio powder 99.5 +%	R23/25-33-53	S20/21-28-45-61	2	0	0	
163	Silica gel 60	R36	S22-24	1	0	0	
164	Sodio dihidrogenofosfato monohidratado	-	-	2	0	0	
165	Sodio hidrogenocarbonato	-	-	2	0	1	
166	Sodio sulfato anhidro	-	-	1	0	1	
167	Sudan black b	-	-	2	1	0	
168	Sudan III	-	-	2	1	0	
169	Sulfanilamida	-	-	2	1	1	
170	Sulfato de aluminio	-	-	3	0	0	
171	Sulfato de aluminio 18 hidratado	-	S24/25	2	0	0	
172	Sulfato de amonio	-	-	2	0	1	
173	Sulfato de amonio y hierro II hexahidratado	-	-	2	0	0	
174	Sulfato de cobre pentahidratado	R22-36/38-50/53	S22-60-61	2	0	0	
175	Sulfato de hidrazina	R45-E23/24/25-43-50/53	S53-36/37-45-60-61	3	1	0	
176	Sulfato de hierro II heptahidratado	R22-36/38	-	2	1	1	
177	Sulfato de magnesio heptahidratado	-	-	1	0	0	
178	Sulfato de mercurio II	R26/27/28-33-50/53	S13-28-45-60-61	3	0	0	
179	Sulfato de níquel hexahidratado	R49-61-20/22-38-42/43-48/23-68-50/53	-	2	0	0	
180	Sulfato de potasio	-	-	3	0	0	

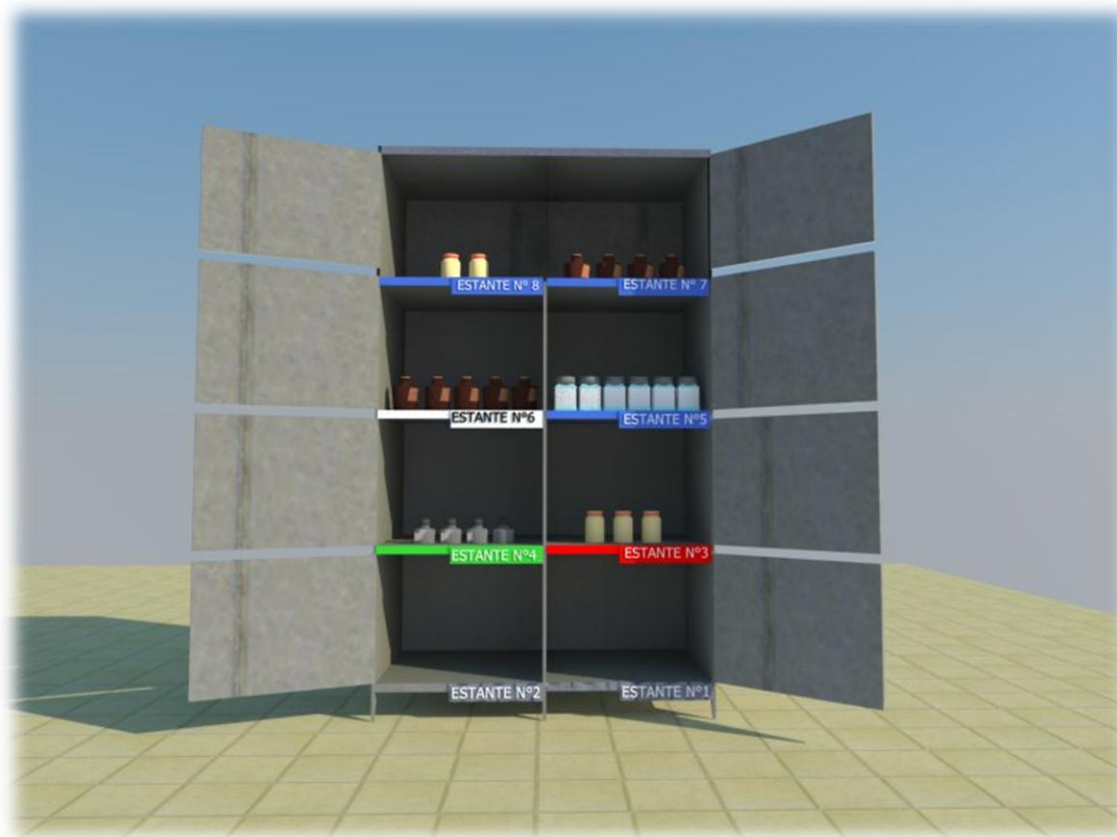
181	Sulfato de potasio y aluminio 12 hidratado	-	-	2	0	0	
182	Sulfato de sodio anhidro	-	-	1	0	1	
183	Sulfato de zinc heptahidratado	R22-41-50/53	S22-26-39-46-60-61	1	0	0	
184	Sulfato ferroso	R22-36/38	-	2	1	1	
185	Sulfito de sodio anhidro	-	-	2	0	0	
186	Tartrato de disodio	-	-	1	0	0	
187	Tartrato de potasio sodio tetrahidratado	-	-	1	1	0	
188	Tetraborato de disodio anhidro	R60-61	S53-45	1	0	0	
189	Tetraborato de sodio decahidratado	R60-61	S53-45	2	0	0	
190	Tetracloruro de carbono	R23/24/25-40-48/23-59-52/53	S23-36/37-45-59-61	3	0	0	
191	Tierra silicea G	R68/20	S22	1	0	0	
192	Tiocetamida	R45-22-36/38-52/53	S53-45-61	2	1	0	
193	Tiocianato de potasio	R22-32	S13	1	0	0	
194	Tiosinamina (N-allylthiohamstoff)	R25	S24/25-37-45	2	1	0	
195	Tiosulfato de sodio pentahidratado	-	-	1	0	0	
196	Tolueno	R11-38-48/20-63-65-67	S36/37-46-62	2	3	0	
197	Triplitec III (EDTA)	-	-	2	1	0	
198	Verde de bromocresol	-	-	1	0	0	
199	Yodato de potasio	R8	S17	2	0	1	
200	Yodo resublimado	R20-21/50	S23-25-61	3	0	0	OXI
201	Yoduro de potasio	-	-	2	1	0	
202	Yoduro de sodio	R50	S61	1	0	0	
203	Zincón	-	-	1	1	0	

**Anexo N°7. Diseño propuesto (Vista frontal 3D) para el almacenamiento de reactivos químicos en el laboratorio Físico-Químico de aguas naturales**



Anexo N°8. Lista de reactivos laboratorio Microbiología de aguas				ROMBO NFPA 704			
Número	Nombre del reactivo	Frase R	Frase S	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGO ESPECIAL
1	1- Naftol	R21/22-37/38-41	S22-26-37/39	1	1	0	
2	2, 3, 5-Trifeniltetrazolo clorhidrato	R11-22-36	-				
3	Ácido Acético (glacial)	R10-35	S23-26-45	2	2	0	
4	Agar bismuto-sulfito	-	-				
5	Agar Caso	-	-				
6	Agar ECD	R22	-				
7	Agar glucosa 4% según SABOURUAD	-	-				
8	Agar Nutritivo	-	-				
9	Agar para Coliformes	R34	-				
10	Agar Plate Count	-	-				
11	Agar Salmonella-shigella	R36/37/38	S26-36				
12	Agar Triptosa Soya	R36/37/38	S7-22-26-36				
13	Almidón Soluble	-	-				
14	Azul de Bromotimol	-	-				
15	Base Agar Endo	R40	S36/37				
16	Caldo de Sulfato de Laurilo	-	-				
17	Caldo Verde Brillante	-	-				
18	Caldo Verde Brillante	-	-				
19	Carbonato de Calcio presipitado para analisis Reag. Ph Eur	-	-	1	0	0	
20	Carbonato de sodio	R36	S22-26	2	0	0	
21	Cloruro de Amonio	R22-36	S22	1	0	0	
22	Cloruro de Sodio	-	-	1	0	0	
23	D- Asparagina						
24	D(+)-Glucosa monohidratada	-	-	0	1	0	
25	D-cycloserine	-	-	1	1	0	
26	Dihidrogeno Fosfato de potasio	-	-	1	0	0	
27	Dihidrogenocitrato de potasio						
28	Di-potasio hidrogenofosfato trihidratado	-	-	0	1	0	
29	Etanol 96%	R11	S7-16	2	3	0	
30	Fucsina	R45	S53-45	2	1	1	
31	Glicerina	-	-	1	1	0	
32	Hidrogenofosfato de sodio y amonio tetrahidratado	-	-	1	0	0	
33	Hidróxido de sodio	R36/38	S26	3	0	1	W
34	Hierro(III) cloruro hexahidrato	R22-38-41	S26-39	2	0	0	
35	Jabón Medical en polvo						
36	L(-)-sorbosa	-	-	0	1	0	
37	L(+)-Arabinosa	-	-	0	0	0	
38	L(+)-Ramnosamonohidrato	-	-	1	1	0	
39	Maltosa monohidrato	-	-	1	1	0	
40	Medio E.C						
41	Medio E.C + Mug						
42	Púrpura de bromocresol	-	-	1	1	0	
43	Reactivo de Ehrlichs para unabilinogeno						
44	Safranina	-	-	1	0	0	
45	Sodio Azida para Sintesis	R28-32-50/53	S28-45-60-61	4	0	2	
46	Sulfato de Magnesio Heptahidratado	-	-	1	0	0	
47	Sulfito de sodio heptahidratado	-	-	2	0	0	
48	Tiosulfato de sodio	-	-	1	0	1	
49	Tri-sodio citrato dihidratado	-	-	1	0	0	
50	Verde de malaquita oxalato	R22-41-63-50/53	S26-36/37-39-46-60-61	2	1	0	
51	Violeta de genciana fenicado en solución	R21/22-36/38	S28				
52	Yoduro de potasio	-	-	2	1	0	

**Anexo N°9. Diseño propuesto (Vista frontal 3D) para el almacenamiento de reactivos químicos en el laboratorio de Microbiología**



Anexo N°10. Lista de reactivos presentes en el laboratorio de Micropoluentes				ROMBO NFPA 704			
Número	Nombre del reactivo	Frase R	Frase S	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGO ESPECIAL
1	Acetato de etilo	R11-36-66-67	S16-26-33	1	3	0	
2	Acetona	R11-36-66-67	S9-16-26	1	3	0	
3	Acido Clorhidrico	R34-37	S1/2-26-45	3	0	0	
4	Acido Nítrico 65%	R35	S23-26-36/37/39-45	3	0	0	OXI
5	Acido Sulfúrico 95-97%	R35	S26-30-45	3	0	2	W
6	Amoniaco en solución 25%	R34-50	S26-36/37/39-45-61	3	1	0	COR
7	Dicloro metano	R40	S23.2-51-25-36/37	2	1	0	
8	Estándar traza Metal para agua	-	-	2	0	0	
9	Eter de petróleo	R11-38-48/20-51/53-62-65-67	S16-23-24-33-36/37-61-62	1	4	0	
10	Fosfato de Amonio	-	S24/25	2	0	0	
11	Hexahidrato de nitrato de magnesio	R8	S24/25	2	0	1	OXI
12	Hidroxido de Potasio	R22-35	S1/2-26-37/39-45	3	0	1	
13	Iso Octano	R11-38-50/53-65-67	S9-16-29-33-60-61-62	2	3	0	
14	Metanol	R11/23/24/25-39/23/24/25	S7-16-36/37-45	2	3	0	
15	Methyl-ter-Buthyl Ether	R11-38	S9-16-24	2	3	0	
16	N-Hexano	R11-38-48/20-51/53-62-65-67	S9-16-29-33-36/37-61-62	1	3	0	
17	Nitrato de Paladio II	R8-22-34-50/53	S17-26-36/37/39-45-61	3	1	2	OXI
18	Silical gel	R49	S22	1	0	0	
19	Solución estándar de As	R45-36/38-52/53	S53-26-37-45-61	3	0	0	
20	Solución estandar de Co	R49-60-42/43-50/53-68	S53-22-36/37-45-61	2	0	1	OXI
21	Solución estándar de Cr	R36/38	S26	2	0	0	
22	Solución estándar de Cu	R36/38-52/53	S52/53-61	3	0	0	
23	Solución estándar de Fe	R36/38	S26	1	0	2	OXI
24	Solución estándar de Hg	R34	S26-36/37/39-45	3	1	1	OXI
25	Solución estándar de Mn	R36/38	S26	3	0	0	
26	Solución estándar de Pb	R36/38	S26	3	0	0	
27	Solución estándar de Se	R36/38	S26	1	0	0	
28	Solución estándar de Zn	R36/38-52/53	S26-61	3	0	0	
29	Sulfato de sodio	-	S24/25	1	0	0	
30	Zn(II) chloride-dihydrat	R22-34-50/53	S26-36/37/39-45-60-61	3	0	1	

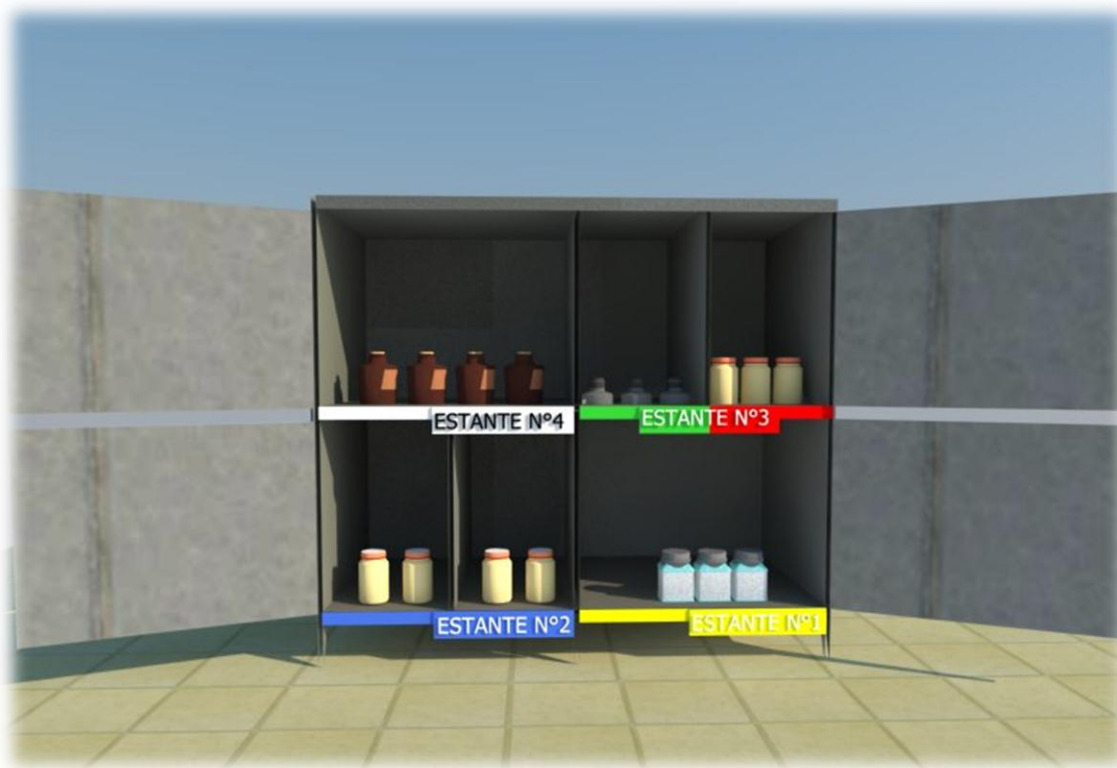
**Anexo N°11. Diseño propuesto (Vista frontal 3D) para el almacenamiento de reactivos químicos en el laboratorio de Micropoluentes**





Tabla N°12. Lista de reactivos presentes en el laboratorio de operaciones unitarias					ROMBO NFPA 704			
Número	Nombre del reactivo	Frase R	Frase S	SALUD	INFLAMABILIDAD	REACTIVIDAD	RIESGO ESPECIAL	
1	Ácido Bórico 2%	R60-61	S53-45	2	0	0		
2	Ácido Bórico cristal ACS, ISO	R60-61	S53-45	2	0	0		
3	Ácido clorhídrico concentrado	R34-37-36/38	S1/2-2-9-26-45-37/37/39	3	0	1		
4	Ácido clorhídrico concentrado al 37% fumante	R34-37	S26-36/37/39-45	3	0	1		
5	Ácido nítrico concentrado	R8-35	S23-26-36-45	4	0	0	OXI	
6	Ácido sulfúrico	R35	S1/2-26-30-45	3	0	2	W	
7	Cloruro de amonio	R22-36	S22	2	0	0		
8	Cloruro de calcio anhidro	R36	S2-22-24	2	0	0		
9	Cloruro de hierro	R22-38-41-43	S24-26-37/39	3	0	1		
10	Cloruro de sodio cristalino	-	-	1	0	0		
11	Cloruro platino de potasio							
12	Cromato de potasio granular	R49-46-36/37/38-43-50/53	S53-45-60-61	3	0	1		
13	Dicromato de potasio cristal	R45-46-60-61-8-21-25-26-34-42/43-48/23-50/53	S53-45-60-61	2	0	2		
14	Etanol absoluto ACS,ISO	R11	S7-16	2	3	0		
15	Fosfato dibásico sodio heptahidratado	-	-	1	0	0		
16	Fosfato potasio monobásico cristalino	-	-	1	0	0		
17	Fosfato hidrógeno dipotasio anhidro	-	-	1	0	1		
18	Hexano	R11-38-48/20-51/53-62-65-67	S2-9-16-29-33-36/37-61-62	1	3	0		
19	Hidróxido de amonio	R34-50	S26-36/37/39-45-61	3	1	0		
20	Hidróxido de sodio perlas	R35	S26-36/37/39-45	3	0	2	COR	
21	Indicador mixto rojo/azul/metilo	R11	S7-16	2	3	1		
22	Nitrato de plata cristal	R8-34-50/53	S26-36/37/39-45-60-61	3	1	2	OXI	
23	Solución buffer pH 5	-	-	1	0	1		
24	Solución buffer pH 10	-	-	1	0	1		
25	Solución estandar conductividad							
26	Sulfato aluminio hidratado	-	-	1	0	1		
27	Sulfato amonio aluminio	-	-	1	0	0		
28	Sulfato ferroso amoniacal	-	-	2	0	0		
29	Sulfato potasio aluminio	-	-	1	0	0		

**Anexo N°13. Diseño propuesto (Vista frontal 3D) para el almacenamiento de reactivos químicos en el laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios**



## Anexo N<sup>o</sup>14. Hoja de información para el almacenamiento seguro



# ALMACENAMIENTO SEGURO DE PRODUCTOS QUÍMICOS



### INFORMACIÓN Y FORMACIÓN

Solicitar la ficha informativa de seguridad de cada producto. Identificar siempre los envases con etiquetas normalizadas. Adiestrar a los trabajadores en métodos seguros de trabajo.



### RECIPIENTES

Utilizar envases resistentes, ergonómicos y con cierres seguros. Trasladar los envases de vidrio siempre protegidos. Controlar los envases de plástico, ya que se deterioran con facilidad.

Cerrar los recipientes herméticamente, después de su utilización. Informarse de los posibles riesgos antes de utilizar recipientes vacíos y sucios.



### ALMACENAMIENTO



Evitar guardar sustancias peligrosas en el lugar de trabajo. Identificar la peligrosidad de los productos químicos y agruparlos por tipo de riesgo. Almacenar los productos inflamables sólo en salas o armarios protegidos y de uso exclusivo. Evitar la proximidad de sustancias incompatibles o muy reactivas, como las inflamables o combustibles con oxidantes o tóxicas. Vigilar la ventilación y el drenaje en el almacén ante posibles derrames. Evitar trasvasar líquidos peligrosos en el almacén.

### LEGISLACIÓN

Orden de 9/3/1971. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Tit. 3, arts. 81, 130-133-138. Real Decreto 648/1982, de 8/2. Reglamento de almacenamiento de productos químicos, modificado por Real Decreto 3483/1983 y complementado por Instrucciones Técnicas Complementarias. ITC-AQ-001 a 026. Real Decreto 1078/1992, de 2/7. Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de productos peligrosos, modificado por Orden del 20/3/1992 y por Real Decreto 363/1995. Real Decreto 363/1995, de 10/3. Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, modificado por Orden de 12/9/1992 y por Orden del 10/3/1997.



# PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL TRASVASE DE PRODUCTOS QUÍMICOS

## FORMACIÓN E INFORMACIÓN



Los trabajadores estarán adiestrados en métodos seguros de trabajo.

Los productos irán acompañados de una ficha informativa de seguridad.



Los envases se identificarán siempre con etiquetas normalizadas.

## MANIPULACIÓN

Emplear equipos de protección personal, en especial de cara y manos. Evitar en lo posible el vertido libre y utilizar equipos de bombeo o útiles adecuados.

Trasvasar en lugares fijos, ventilados y con control de derrames.

En trasvases de productos inflamables, no fumar y comprobar que los recipientes metálicos y la bomba estén conectados entre sí y a tierra.



## RESIDUOS Y DERRAMES

Clasificar los residuos y eliminarlos con métodos seguros.

No verter en los desagües sustancias o preparados peligrosos sin tratamiento previo.

Evitar la limpieza con trapos o papel de productos peligrosos, en especial los corrosivos.

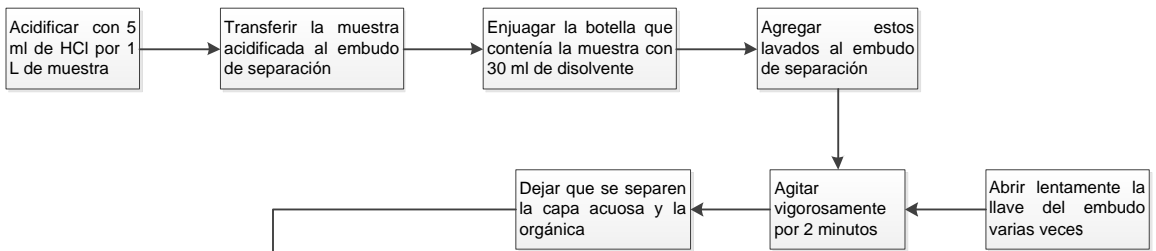
## NORMATIVA BÁSICA ESPAÑOLA

1. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (Orden de 24-02-71)
2. Reglamento sobre la declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. (R.D. 22/16/1983 de 25-10, modificado y actualizado por R.D. 722/1988 de 03-06, y por Orden de 9-12-1992, respectivamente)
3. Ley básica de residuos tóxicos y peligrosos. Anexo con una relación de sustancias e materias tóxicas y peligrosas (Ley 20/1986 de 14-03. Reglamento para la ejecución (R.D. 833/1988 de 20-7).
4. Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales (R.D. 886/1988 de 15-7, modificado por R.D. 952/1990 de 29-06).

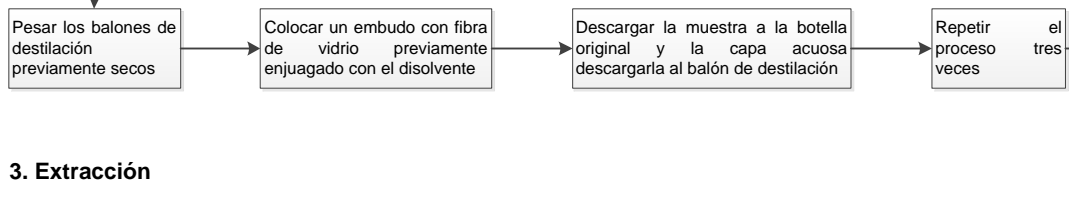


## ANEXO N<sup>o</sup>16. ETAPAS PARA LA DETERMINACION DE ACEITES Y GRASAS

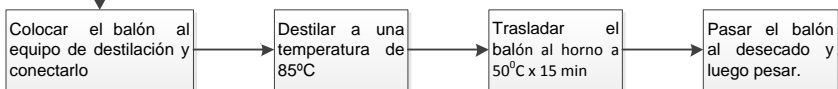
### 1. Preparación de la muestra



### 2. Filtración

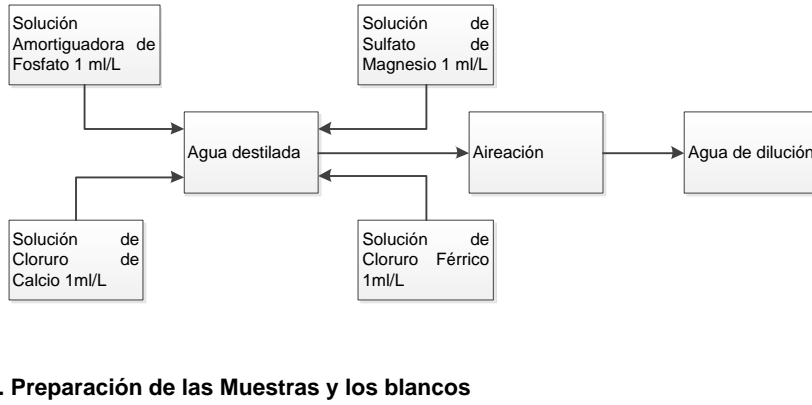


### 3. Extracción

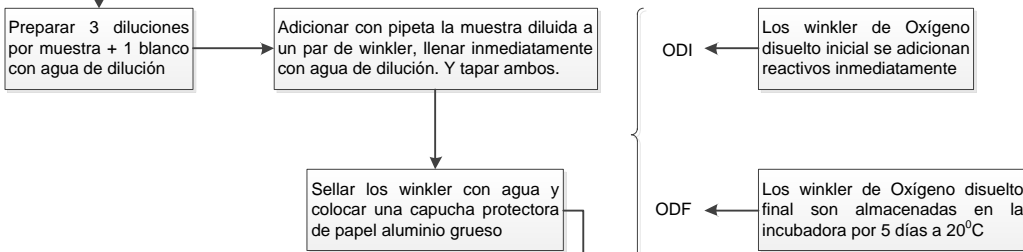


## ANEXO N°17. ETAPAS PARA LA DETERMINACION DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

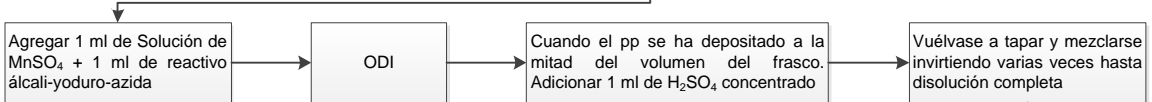
### 1. Preparación del Agua de Dilución



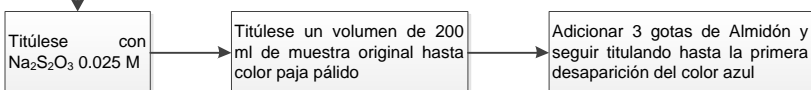
### 2. Preparación de las Muestras y los blancos



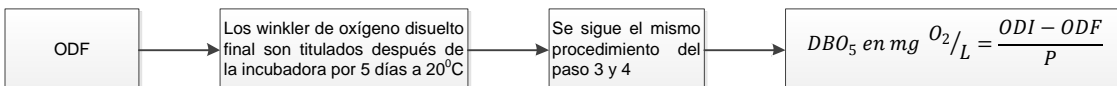
### 3. Adición de reactivos para las muestras y los blancos



### 4. Titulación del Oxígeno Disuelto Inicial de las muestras y los blancos

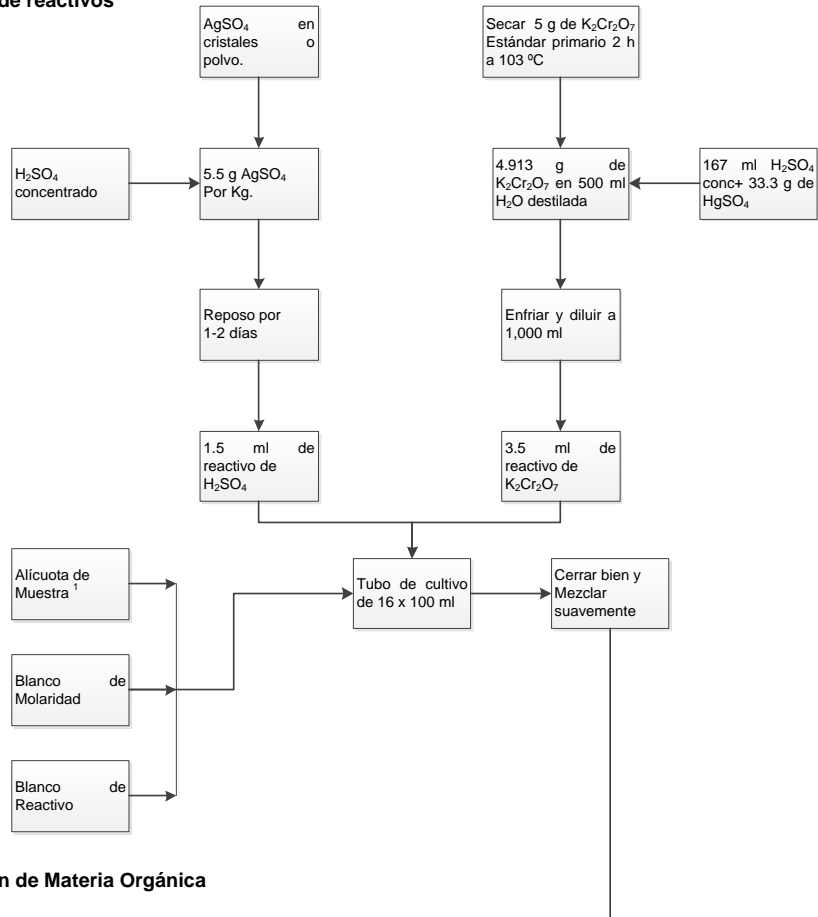


### 5. Titulación del Oxígeno Disuelto Final de las muestras y los blancos

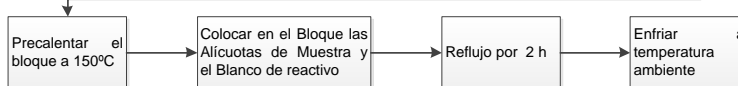


## ANEXO N°18. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

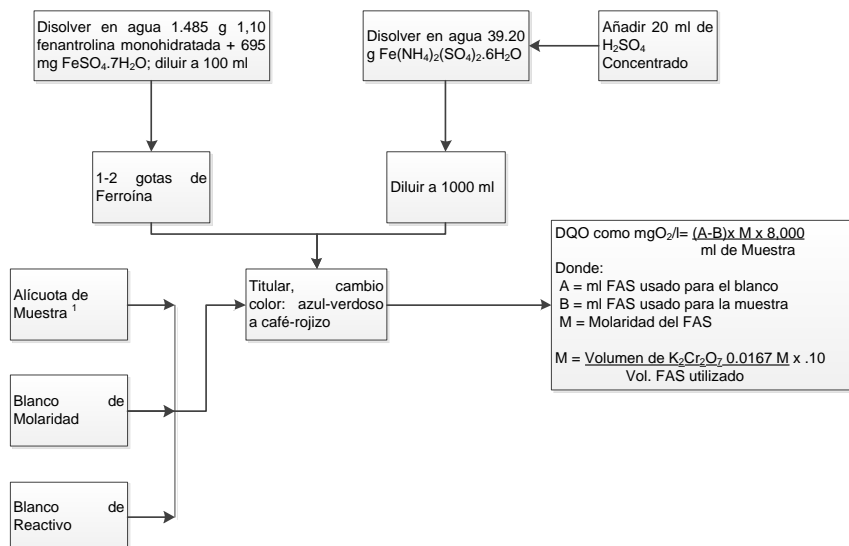
### 1. Adición de reactivos



### 2. Digestión de Materia Orgánica



### 3. Valoración del exceso de dicromato

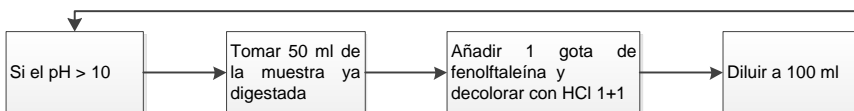


## ANEXO N<sup>o</sup>19. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE FOSFORO TOTAL

### 1. Digestión con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + HNO<sub>3</sub>



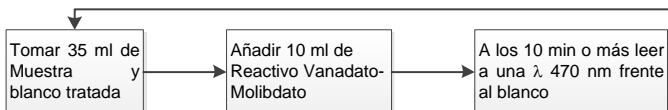
### 2. Ajuste de pH



### 3. Eliminación de color



### 4. Desarrollo de color



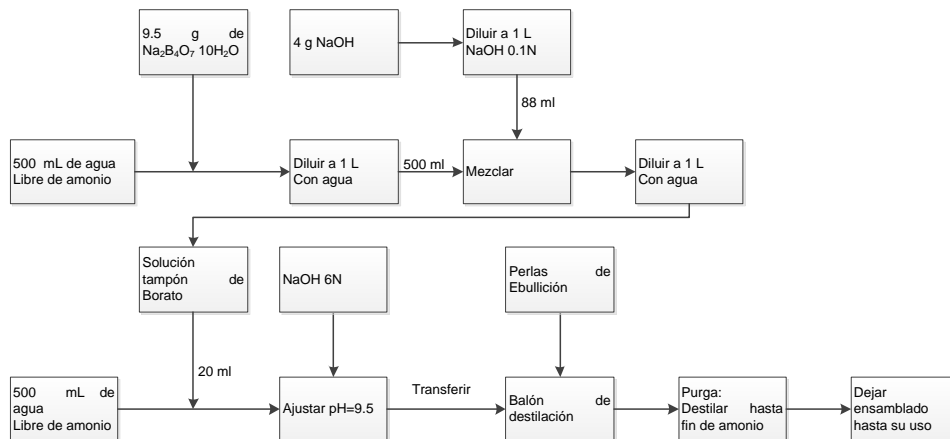
### 5. Cálculo

$$\frac{mg\ P}{L} = (mg\ P(en\ 50\ ml\ volumen\ final)) \times 1,000 / ml\ muestra$$

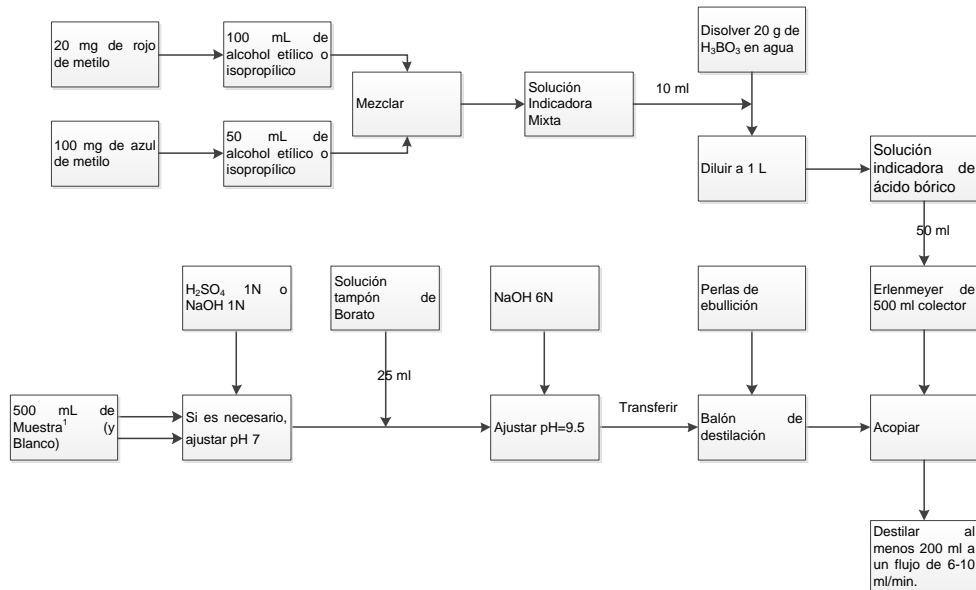


## ANEXO N°20. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE AMONIO (NITROGENO AMONIACAL)

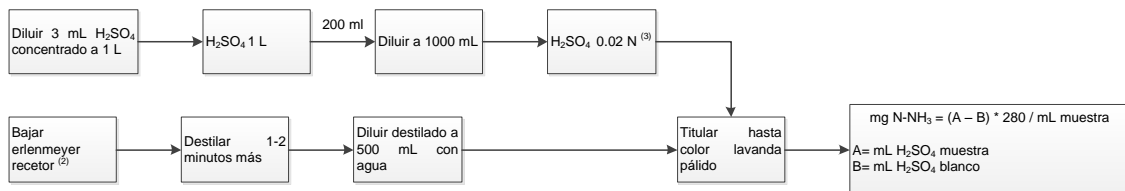
### 1. Preparación del equipo



### 2. Preparación y destilación de la muestra



### 3. Titulación



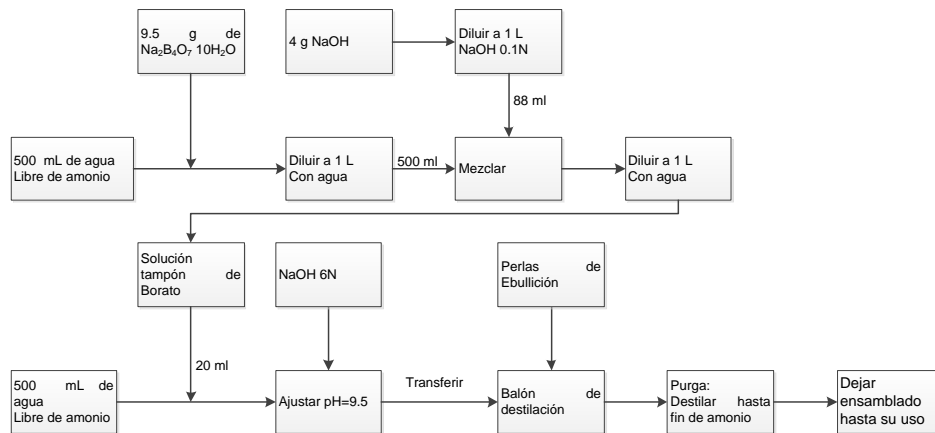
Nota 1: Remover el cloro residual en el momento de muestreo, por adición de tiosulfato de sodio equivalente al cloro residual (3.5 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en 1 L de agua; 1 mL equivale a 1 mg/l de cloro residual en 500 ml de muestra. Para destilación usar 500 ml de muestra o una porción diluida a 500 ml, de acuerdo con los volúmenes dados en el protocolo.

Nota 2: La punta del tubo de salida debe quedar libre de contacto con el líquido.

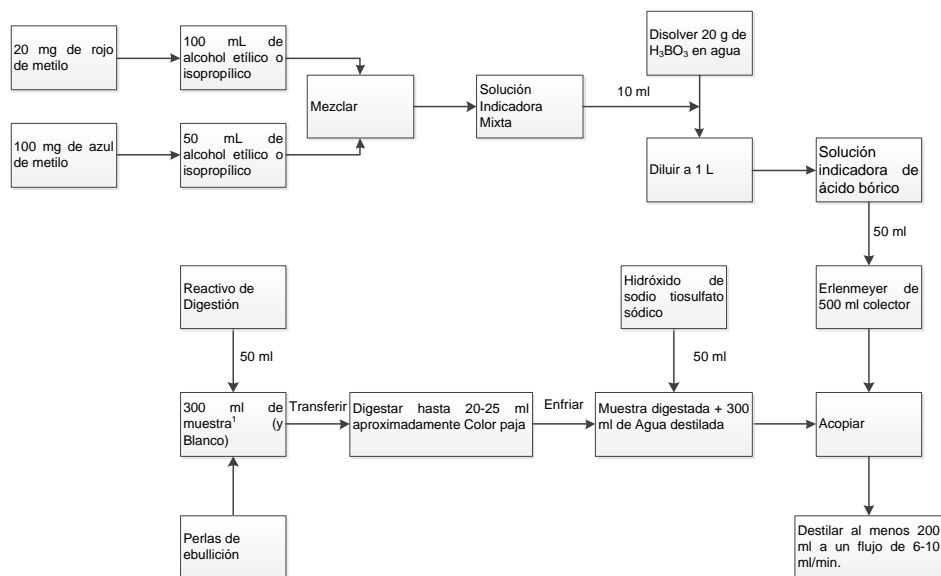
Nota 3: Estandarizar contra  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0.05N (2.5 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhídrido seco a 250°C diluido a 1L)

## ANEXO N°21. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN NITROGENO TOTAL

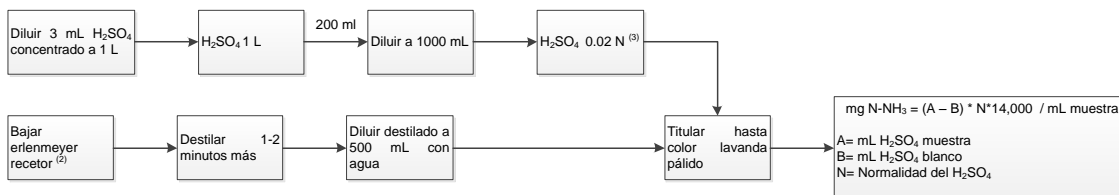
### 1. Preparación del equipo



### 2. Digestión y destilación de la muestra



### 3. Titulación



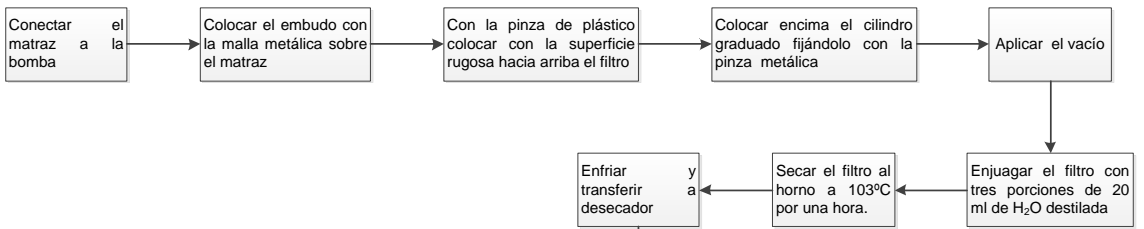
Nota 1: Remover el cloro residual en el momento de muestreo, por adición de tiosulfato de sodio equivalente al cloro residual (3.5 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en 1 L de agua; 1 mL equivale a 1 mg/l de cloro residual en 500 ml de muestra. Para destilación usar 500 ml de muestra o una porción diluida a 500 ml, de acuerdo con los volúmenes dados en el protocolo.

Nota 2: La punta del tubo de salida debe quedar libre de contacto con el líquido.

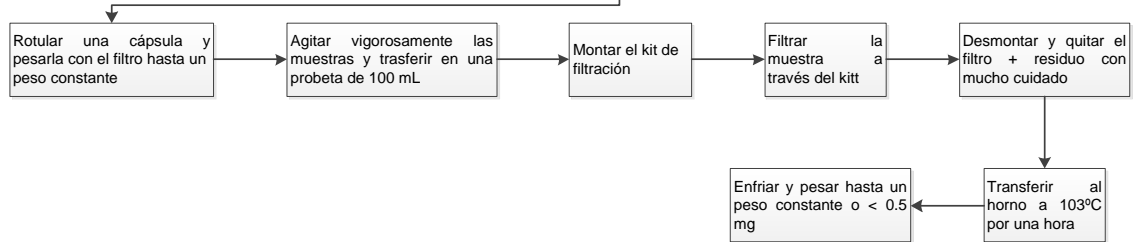
Nota 3: Estandarizar contra  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0.05N (2.5 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhidro secado a 250°C diluido a 1L)

## ANEXO N°22. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

### 1. Preparación del filtro de fibra de vidrio



### 2. Determinación de los sólidos suspendidos



### 3. Cálculos

$$SST \frac{mg}{L} = (W_2 - W_1) \times 1,000 / V_m$$

$W_1$  = peso de la cápsula + filtro limpio en mg  
 $W_2$  = peso de la cápsula + filtro + residuo en mg  
 $V_m$  = Volumen determinado de la muestra en ml

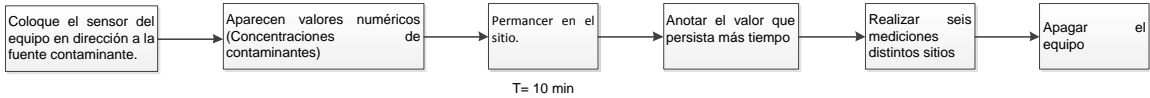
**Anexo N°23. Mapa de riesgos químicos para el Laboratorio de Aguas Residuales**

## ANEXO N°24. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE

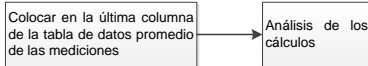
### 1. Preparar sensor electroquímico



### 2. Muestreo

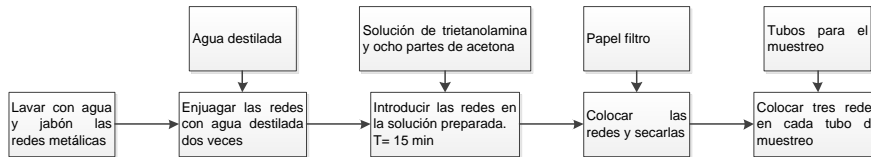


### 3. Análisis de los datos

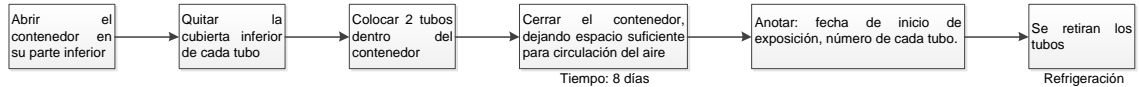


## ANEXO N°25. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DIÓXIDO DE NITRÓGENO

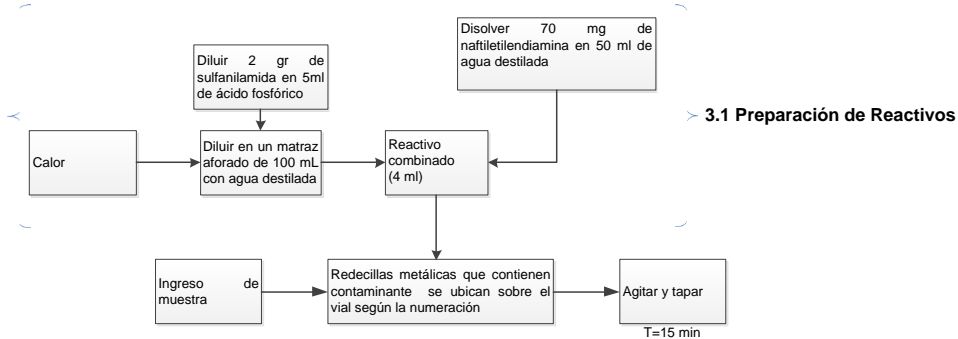
### 1. Preparación de los tubos Pasivos



### 2. Muestreo



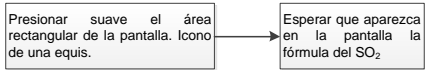
### 3. Análisis de muestras



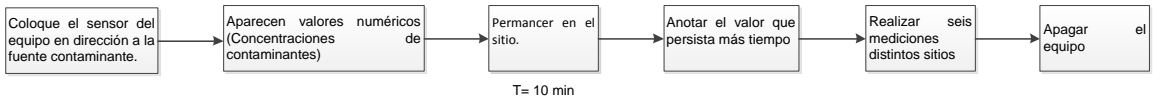
### 4. Lectura del análisis

## ANEXO N°24. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE

### 1. Preparar sensor electroquímico



### 2. Muestreo



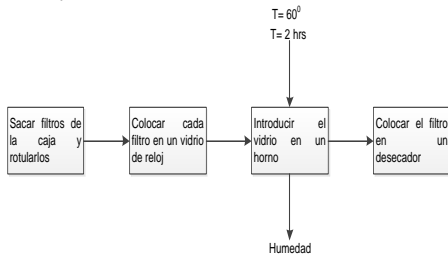
### 3. Análisis de los datos



**ANEXO N°27. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS**

**1. Preparación y colocación de filtros**

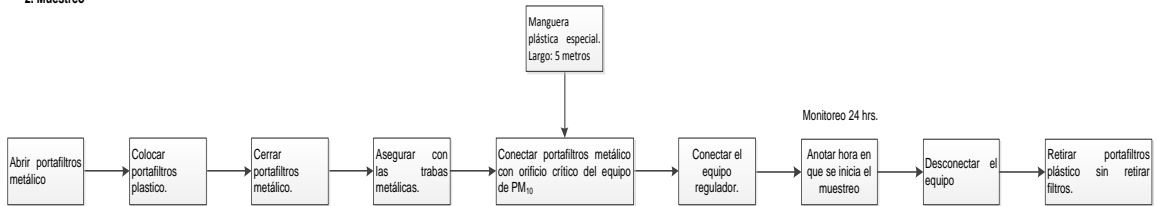
**1.1 Preparación de los filtros**



**1.2 Pesada y colocación de filtros**

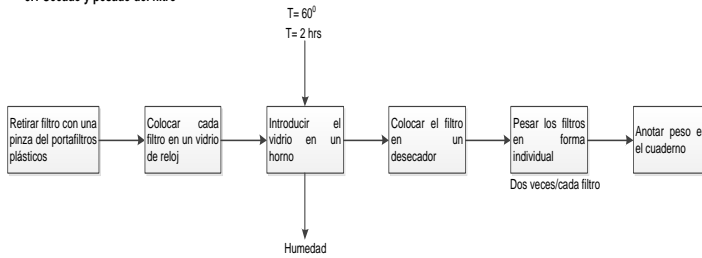


**2. Muestreo**

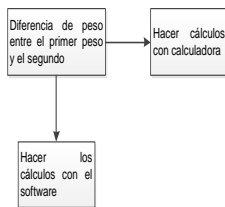


**3. Análisis**

**3.1 Secado y pesado del filtro**

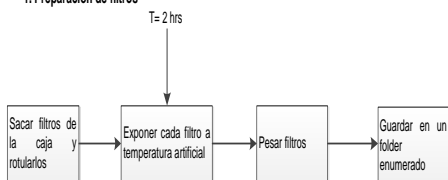


**3.2 Interpretación de datos**



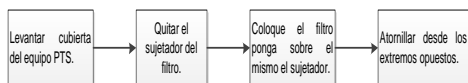
## ANEXO N°28. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTICULAS TOTALES SUSPENDIDAS

### 1. Preparación de filtros

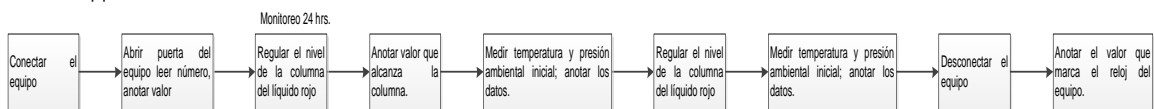


### 2. Muestreo

#### 2.1 Colocación de filtros



#### 2.2 Uso del equipo de PTS

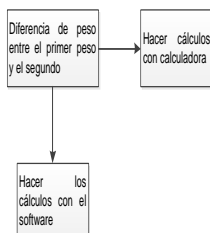


### 3. Análisis

#### 3.1 Secado y pesado del filtro



#### 3.2 Interpretación de datos





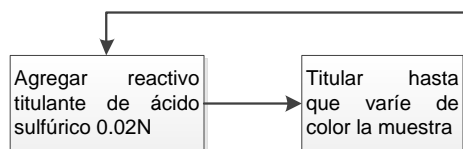
## **Anexo N°29. Mapa de riesgos químicos para el Laboratorio Calidad del Aire**

## ANEXO N°30. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN ALCALINIDAD TOTAL

### 1. Preparación de la muestra



### 2. Titulación

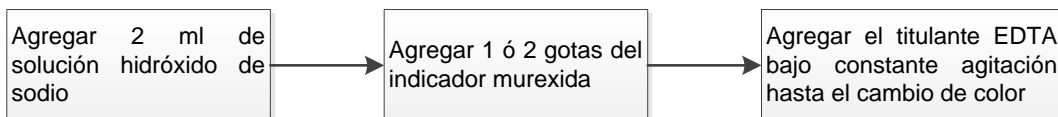


## ANEXO N°31. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN CALCIO

### 1. Preparación de la muestra

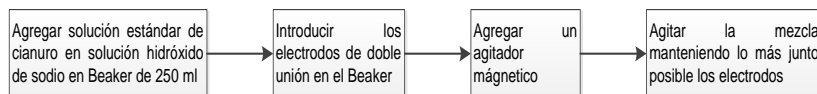
Diluir una porción de la muestra a 50 ml

### 2. Titulación

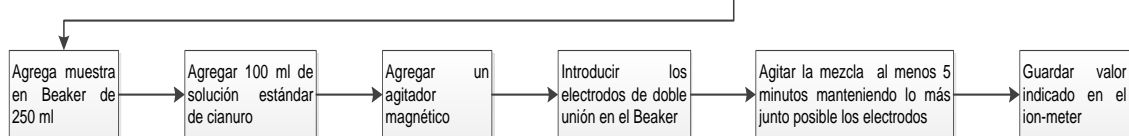


## ANEXO N°32. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CIANURO

### 1. Calibración del equipo

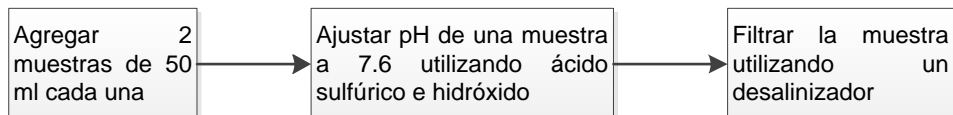


### 2. Medición de la muestra

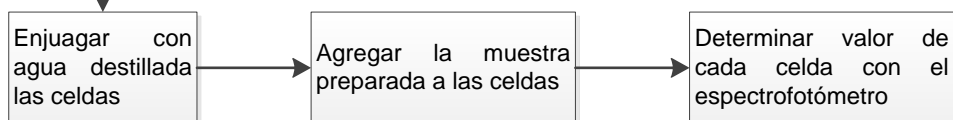


## ANEXO N°33. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE COLOR

### 1. Preparación de la muestra

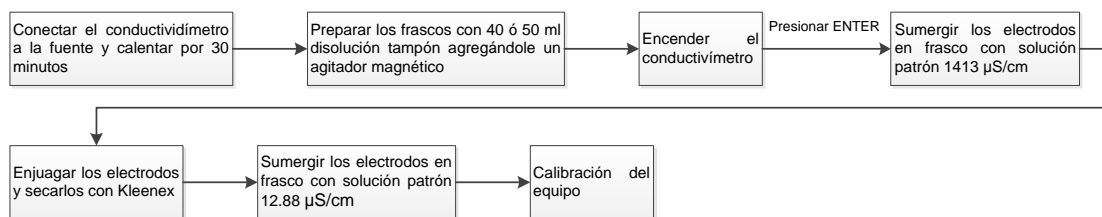


### 2. Determinación de color

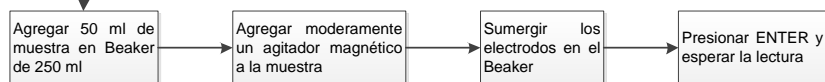


## ANEXO N°34. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

### 1. Calibración del método



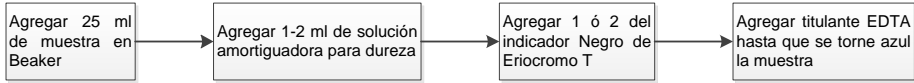
### 2. Análisis de muestra



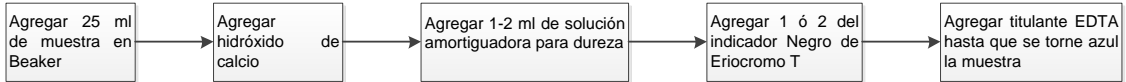
## ANEXO N°35. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE DUREZA TOTAL Y CÁLCICA

### 1. Titulación de la muestra

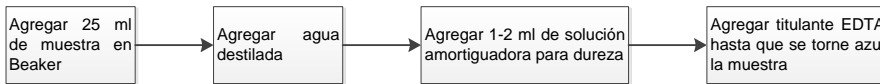
Primera muestra de agua



Segunda muestra de agua



Tercera muestra de agua



## ANEXO N°36. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUOR

### 1. Calibración del método



### 2. Preparación de estándar de fluoruro

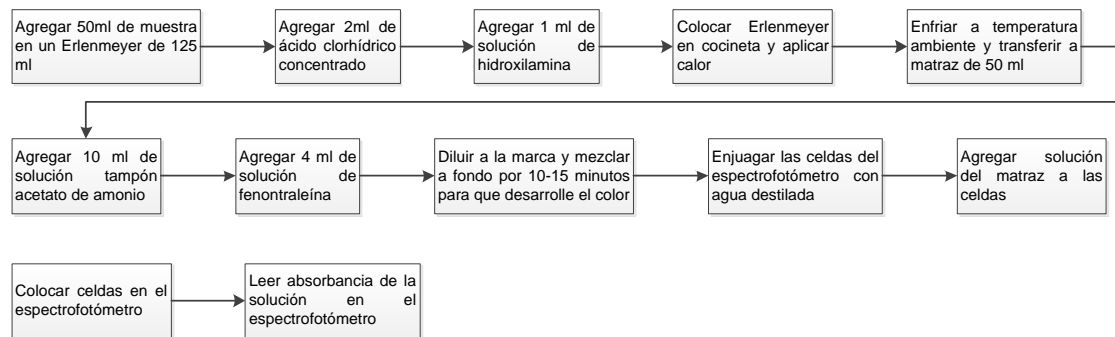
Diluir 5, 10 y 20 ml de solución estándar de fluor en 100 ml de agua destilada

### 3. Tratamiento de estándares y muestra



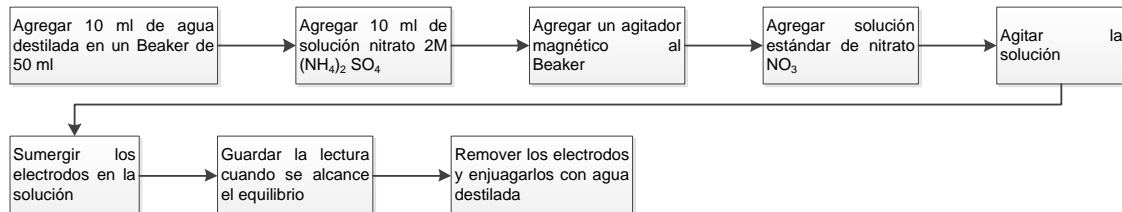
## ANEXO N°37. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE HIERRO TOTAL

### 1. Hierro total

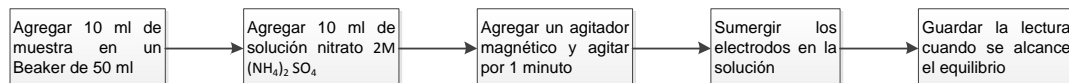


## ANEXO N°38. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE N-NITRATO ( $\text{NO}_3^-$ )

### 1. Preparación de curva de calibración

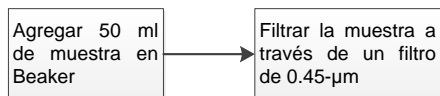


### 2. Medición de la muestra



## ANEXO N°39. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE N-NITRITO ( $\text{NO}_2^-$ )

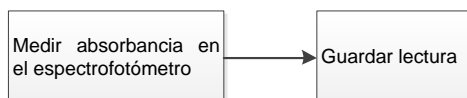
### 1. Remoción de sólidos suspendidos



### 2. Desarrollo de color

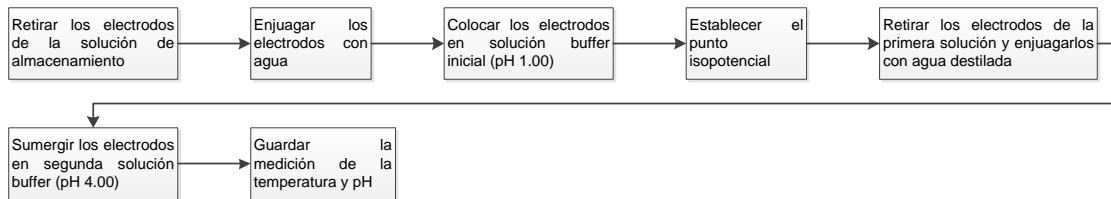


### 3. Medición fotométrica



## ANEXO N°40. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE pH

### 1. Calibración de instrumentos



### 2. Análisis de la muestra



## ANEXO N°41. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE POTASIO

### 1. Calibración de instrumentos



### 2. Análisis de la muestra

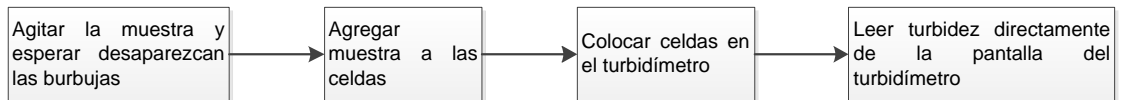


## ANEXO N°42. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN DE TURBIEDAD

### 1. Calibración del turbidímetro

Utilizar estándar secundarios para calibración del turbidímetro

### 2. Medición de la turbidez



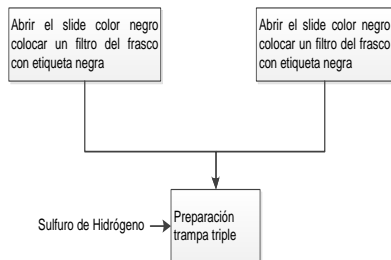
**Anexo N<sup>o</sup>43. Mapa de riesgos químicos para el laboratorio de Físico Químico de Aguas Naturales**

## ANEXO N°44. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN ARSÉNICO TOTAL POR GENERACIÓN DE HIDRUROS

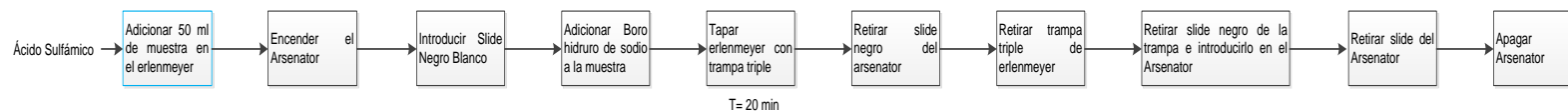
### 1. Muestreo y Preservación



### 2. Preparación de Slides

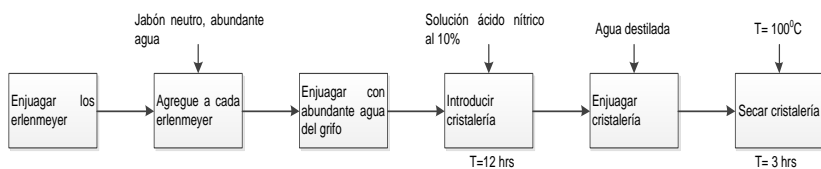


### 3. Análisis de la muestra



### 4. Lectura del Análisis

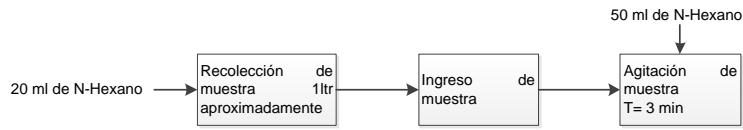
### 5. Lavado de la cristalería



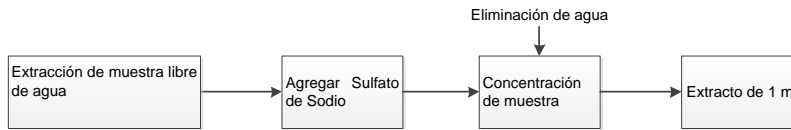


## ANEXO N°45. ETAPAS PARA LA DETERMINACION EXTRACCIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN AGUA

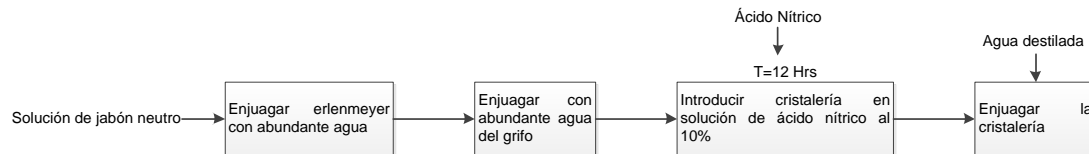
### 1. Muestreo y Preservación



### 2. Extracción



### 3. Lavado de cristalería



## ANEXO N°46. ETAPAS PARA LA DETERMINACION EXTRACCIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN SUELO

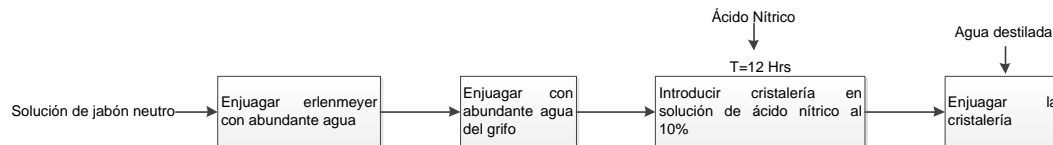
### 1. Muestreo y Preservación



### 2. Extracción

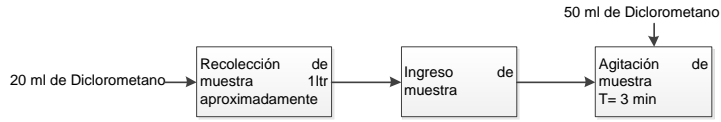


### 3. Lavado de cristalería

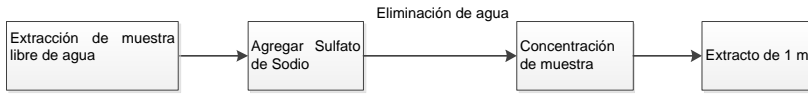


## ANEXO N°47. ETAPAS PARA LA DETERMINACION EXTRACCIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADO EN AGUA

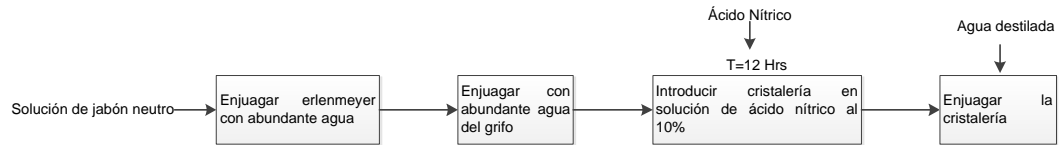
### 1. Muestreo y Preservación



### 2. Extracción

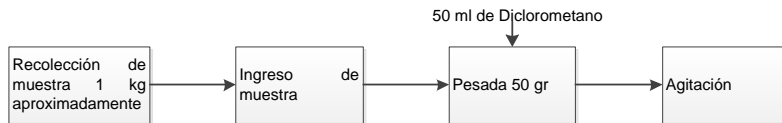


### 3. Lavado de cristalería

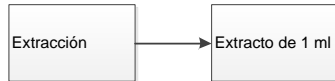


## ANEXO N°48. ETAPAS PARA LA DETERMINACION EXTRACCIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADO EN SUELO

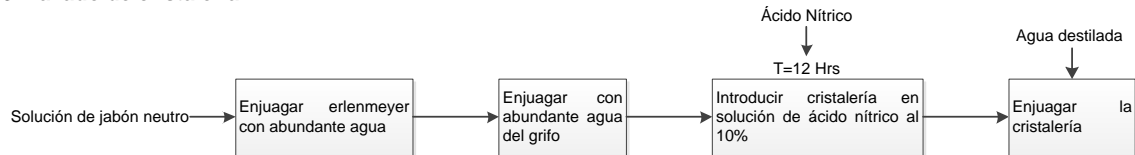
### 1. Muestreo y Preservación



### 2. Extracción



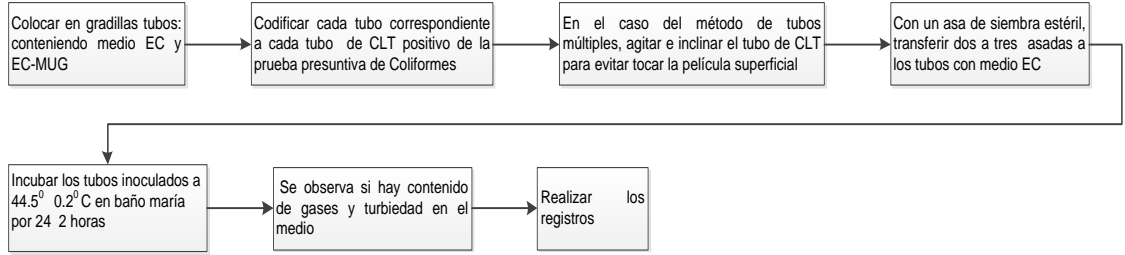
### 3. Lavado de cristalería



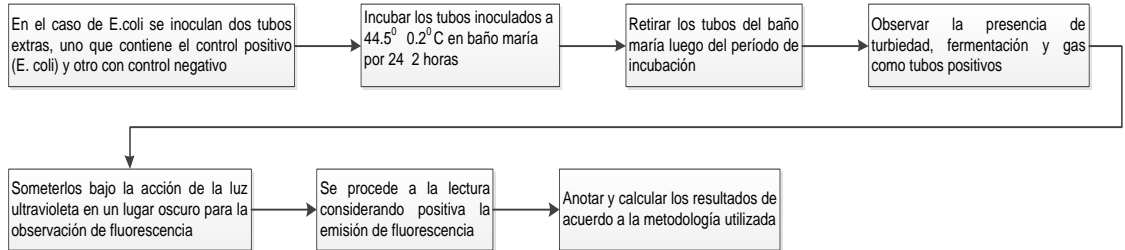
**Anexo N°49. Mapa de riesgos químicos para el laboratorio de Micropoluentes**

## ANEXO N°50. ETAPAS PARA LA DETERMINACION DE COLIFORMES FECALES Y E. COLI EN AGUAS RESIDUALES

### 1. Coliformes fecales

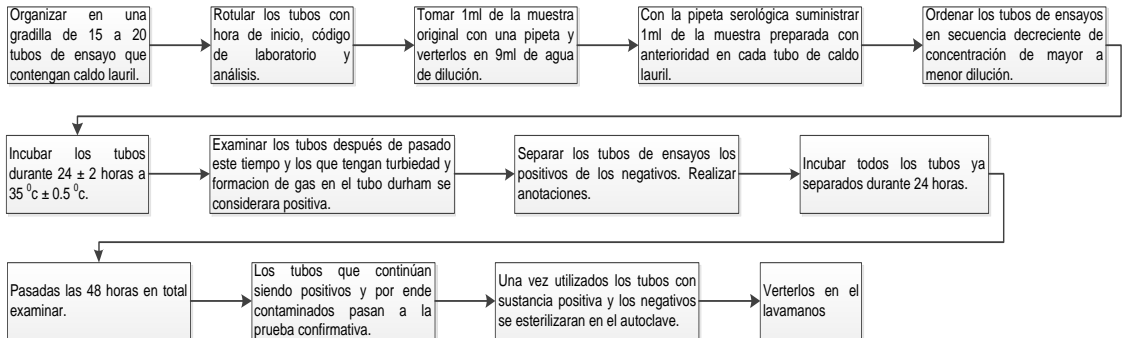


### 2. E. coli

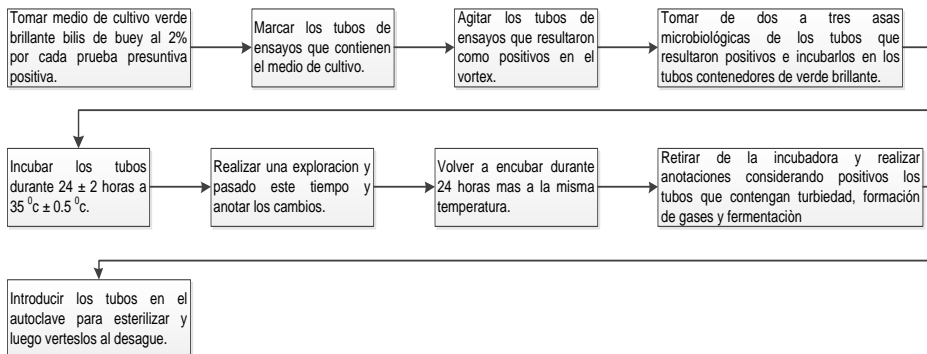


## ANEXO N°51. ETAPAS PARA LA DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES

### 1. Prueba presuntiva

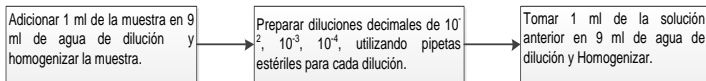


### 2. Prueba confirmativa

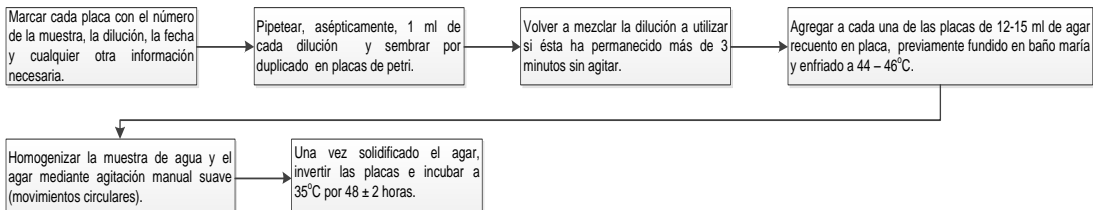


## ANEXO N°52. ETAPAS PARA LA DETERMINACIÓN RECuento DE MESÓFILOS

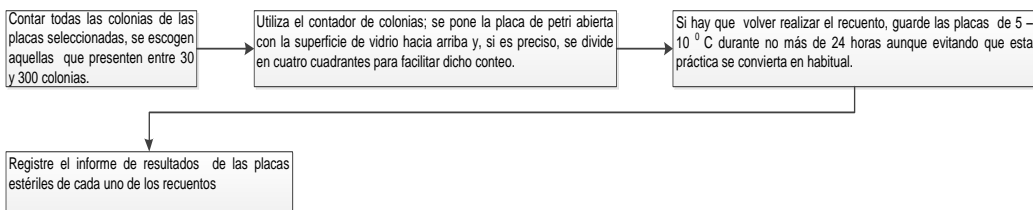
### 1. Preparación de la muestra



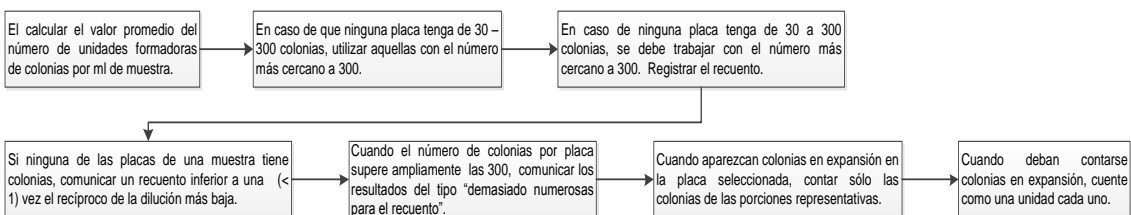
### 2. Técnica de incubación



### 3. Recuento en placas



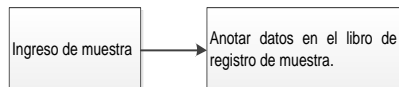
### 4. Cálculo



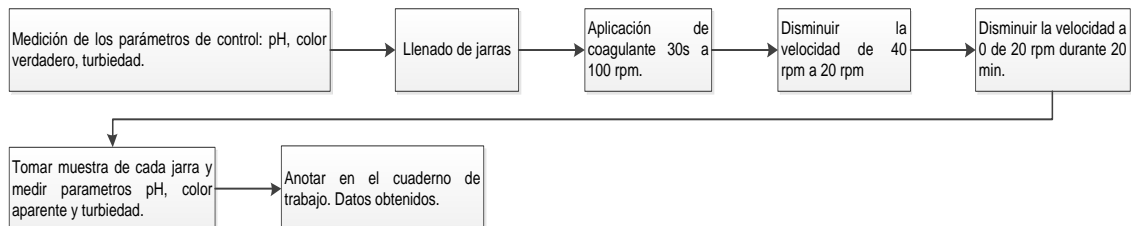
## ANEXO N°53. ETAPAS PARA LA DETERMINACION DE DÓSI S ÓPTIMA DE COAGULANTE (PRUEBA DE JARRAS)

### 1. Muestreo

### 2. Análisis de muestra



### 3. Medición de parámetros



## Anexo N°54. Resumen de la evaluación de riesgos químicos y biológicos

Análisis	Peligro identificado	Estimación de riesgos	Riesgo	Efectos sobre la salud
<b>Químicos</b>				
Aceites y grasas	1. Manipulación del ácido clorhídrico riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Irritación de las vías respiratorias.
	2. Manipulación del ácido clorhídrico riesgo por contacto	Moderado	Contacto	Quemaduras el grado de esta depende del nivel de concentración y la cantidad manipulada.
Demanda bioquímica de oxígeno	3. Manipulación de ácido sulfúrico concentrado y la base solución álcali azida, riesgo de reacción química peligrosa	Moderado	Reacción química peligrosa	Irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación.
Demanda química de oxígeno	4. Manipulación de solución de digestión y ácido sulfúrico, riesgo de reacción química peligrosa	Trivial	Reacción química peligrosa	Irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación.
Fósforo total	5. Manipulación de ácido sulfúrico y ácido nítrico, riesgo de reacción química peligrosa	Trivial	Reacción química peligrosa	Irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación. Quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
	6. Manipulación de fenoltaleína, riesgo de inhalación	Moderado	Inhalación	Puede provocar cáncer, sospecha de provocar defectos genéticos y perjudica la fertilidad.
Nitrógeno amoniacal	7. Manipulación de hidróxido de sodio 6N, riesgo de reacción química peligrosa	Trivial	Reacción química peligrosa	E contacto con los ojos provoca dolor, lagrimeo y dolor en los ojos. En contacto con piel irritación y formación de ampollas.
Nitrógeno total	8. Manipulación de reactivo de digestión, riesgo por contacto	Moderado	Contacto	Irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación.
	9. Manipulación de hidróxido de sodio tiosulfato sódico, riesgo de reacción química peligrosa	Trivial	Reacción química peligrosa	E contacto con los ojos provoca dolor, lagrimeo y dolor en los ojos. En contacto con piel irritación y formación de ampollas.
Dióxido de nitrógeno	10. Manipulación de ácido fosfórico al 85%, riesgo por contacto	Moderado	Contacto	Quemaduras severas, daños permanentes e irreversibles en los ojos.
	11. Manipulación de Nafiletildiamina, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Irritación de las vías respiratorias.
Alcalinidad total	12. Manipulación de fenoltaleína, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Cáncer, desperfectos genéticos, perjudica la fertilidad.
Cianuro	13. Manipulación de cianuro de potasio, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Fatal si se inhala.
Dureza	14. Manipulación de cloruro de amonio, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Efectos irritantes, tos insuficiencia respiratoria.
Hierro total	15. Manipulación de ácido clorhídrico concentrado, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Puede irritar las vías respiratorias.
Arsénico	16. Manipulación de borohidruro de sodio, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Puede irritar las vías respiratorias.
	17. Manipulación de ácido nítrico, riesgo por contacto	Moderado	Contacto	Provoca quemaduras graves en la piel y la ceguera en caso de caer en el ojo.
Extracción de plaguicidas Organoclorados en H <sub>2</sub> O	18. Manipulación de N-hexano, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Provoca somnolencia y vértigo.
Extracción de plaguicidas Organofosforados en H <sub>2</sub> O	19. Manipulación del solvente diclorometano, riesgo por inhalación	Tolerable	Inhalación	Provoca vértigo somnolencia, dolor de cabeza náuseas y pérdida del conocimiento.
	20. Manipulación de ácido nítrico riesgo por contacto.	Moderado	Contacto	Provoca quemaduras graves en la piel y la ceguera en caso de caer en el ojo.
<b>Biológicos</b>				
Coliforme fecal y e.coli	21. Exposición a bacteria coliforme	Moderado	Contacto	Infecciones de la piel, dermatitis, conjuntivitis, envenenamiento, alergias, diarreas desde leves hasta muy graves.
Muestreo	22. Exposición a microorganismos infecciosos	Moderado	Contacto	Enfermedades dérmicas desde leves hasta muy graves.
	23. Mordedura de serpiente	Moderado	Mordedura	Mareo delirio, parálisis y muerte, destruye las células cardíacas. Edema pulmonar paro respiratorio, insuficiencia renal aguda va en dependencia del tipo de culebra que ocasione la mordedura.