

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	1/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Manual de prácticas del laboratorio de Ingeniería Ambiental I

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
M.I. Alba Beatriz Vázquez González M.E. Natasha Carime Villaseñor Hernández M.I. José Luis Sánchez Galarza	M.E. Natasha Carime Villaseñor Hernández M.I. José Luis Sánchez Galarza M.I. Alba Beatriz Vázquez González	Dr. Enrique César Valdez	10 de febrero de 2023

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	2/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Índice de Prácticas

	Pág.
Práctica #1 Aplicación del principio de la conservación de la masa a la predicción de impactos: reactores	3
Práctica #2 Estratificación Térmica	12
Práctica #3 Microbiología	18
Práctica #4 Transferencia de gases: Ley de Henry	27

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	3/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica # 1

Aplicación del principio de conservación de la masa a la predicción de impactos: reactores



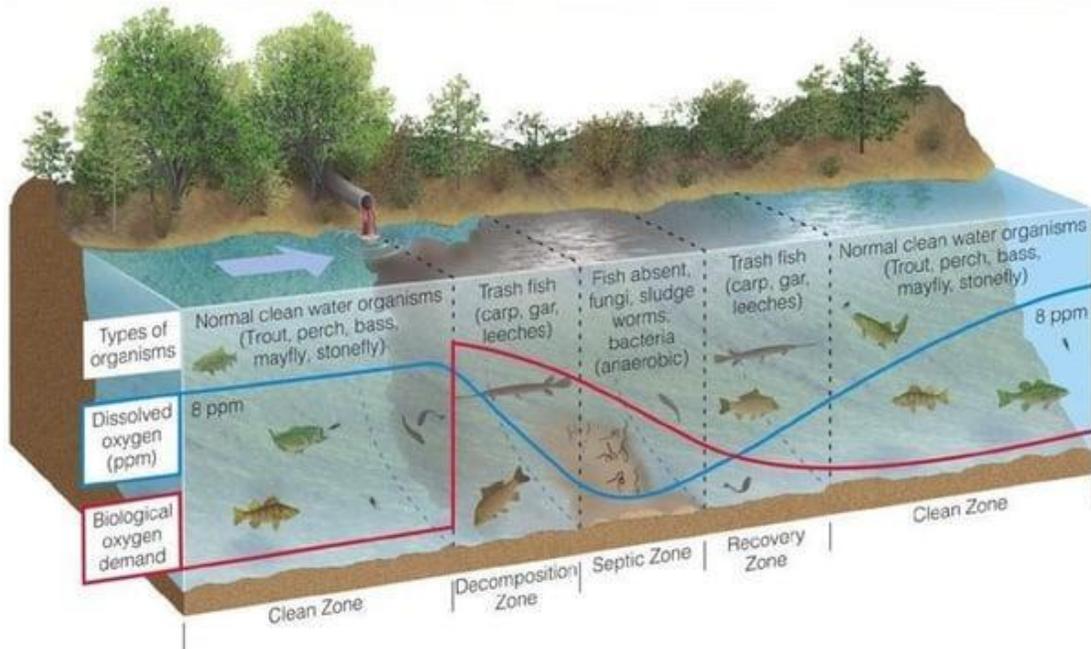
**Manual de prácticas del
Laboratorio de Ingeniería
Ambiental I**

Código:	MADO-53
Versión:	02
Página	4/34
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	10 de febrero de 2023

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

La impresión de este documento es una copia no controlada

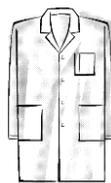


Tomado de: https://blog.structuralia.com/hs-fs/hubfs/Imported_Blog_Media/Depuracin3-5.jpg?width=900&height=537&name=Depuracin3-5.jpg

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Parrilla con agitación	Daño a equipo o corto

Equipo de protección personal, que deberá traer cada uno de los alumnos



	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	5/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

2. Objetivos de aprendizaje

Verificar la aproximación del modelo matemático de un sistema abierto que contiene una sustancia conservativa, con respecto al modelo físico operado en el laboratorio, a partir del principio de conservación de la masa.

3. Introducción

Los ríos, lagos y mares recogen, desde tiempos inmemoriales los desechos producidos por la actividad humana. El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de auto depuración, pero esta misma facilidad de regeneración del agua y su aparente abundancia, hace que sea un vertedero habitual en el que arrojamos los residuos producidos por nuestras actividades: Pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radioactivos, etc., se encuentran en cantidades crecientes al analizar las aguas de los lugares más remotos del mundo, muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana y dañinas para la vida.

Es por ello que surge la necesidad de contar con modelos que ayuden a determinar la concentración de un determinado contaminante en el cuerpo de agua, y de esta manera, conocer el comportamiento físico, químico y microbiológico del agua contaminada para poder prever efectos secundarios adversos.

En la mayoría de los casos los modelos se basan en el *principio de conservación de la masa*, que establece: *en un sistema el flujo de masa entrante menos el flujo de masa saliente más o menos lo que se transforma, es igual a lo que se acumula en el sistema.*

$$A = E - S \pm T \quad (1.1)$$

Donde:

- A = Acumulación
- E = Entradas
- S = Salidas
- T = Transformaciones

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	6/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Pero la acumulación es igual a: $A = \frac{\partial M}{\partial t}$ (1.2)

Donde:

$\frac{\partial M}{\partial t}$ es la variación de la masa con respecto al tiempo.

Además, se tiene que: $concentración (\chi) = \frac{Masa}{Volúmen} = \frac{M}{\nabla}$ (1.3)

Por lo que en una dimensión se tiene:

$$A = \frac{dM}{dt} = \frac{d\chi \nabla}{dt} \quad (1.4)$$

Y de este modo el principio de conservación de la masa queda:

$$\frac{d\chi \nabla}{dt} = E - S \pm T \quad (1.5)$$

Sistema bien mezclado con sustancia conservativa

Considérese un sistema bien mezclado con las siguientes condiciones:

1. El volumen permanece constante, por lo tanto, el gasto de entrada (Q_e) es igual al gasto de salida (Q_s)

$$Q_e = Q_s = cte. = Q$$

2. Siendo un sistema bien mezclado podemos considerar que la concentración a la salida del sistema es igual a la concentración de todo el sistema

$$X_{salida} = X_{sistema}$$

3. Tratándose de una sustancia conservativa, no existen transformaciones ($T = 0$)

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	7/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Por lo tanto, de $\frac{d\chi^{\forall}}{dt} = Q_e\chi_e - Q_s\chi_s$ tenemos que:

$$\frac{\forall d\chi}{dt} = Q[\chi_e - \chi]$$

Definiendo el tiempo de retención como el tiempo que tarda el material desde la entrada hasta

la salida del sistema sin renovarse, $\theta = \frac{\forall}{Q}$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{\theta}[\chi_e - \chi]$$

Integrando:

$$\chi = \chi_e \left(1 - e^{-t/\theta}\right) + \chi_0 e^{-t/\theta} \quad (1.6)$$

4. Material, Equipo y Reactivos

Material y equipo <ul style="list-style-type: none"> ✓ Recipiente de plástico con despachador ✓ Vasos de precipitados de 250 [mL] ✓ Probeta de 1000 [mL] ✓ Probeta de 250 [mL] ✓ Probeta de 100 [mL] ✓ Agitador de vidrio ✓ Manguera 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tinas ✓ Piseta con agua destilada ✓ Espátula ✓ Balanza granataria ✓ Cronómetro ✓ Multiparamétrico o conductivímetro ✓ Manguera Reactivos <ul style="list-style-type: none"> ● Cloruro de sodio (NaCl)
---	---

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	9/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

la agitación. Introducir el conductivímetro (multiparamétrico) y medir la concentración de sólidos disueltos totales (TDS).

- Armar el dispositivo de un reactor de flujo continuo como se muestra en la Figura 1.1.



Figura 1.1. Reactor de flujo continuo.

- Llevar la manguera al recipiente de plástico con ayuda de una probeta y simultáneamente abrir la llave del despachador.
- Introducir el conductivímetro (multiparamétrico) dentro del recipiente de plástico y medir la concentración de sólidos disueltos totales cada 30 [s]. Es importante enjuagar el electrodo del conductivímetro al final del experimento.

Actividad 2

- Realizar las siguientes actividades e incluir siempre la memoria de cálculo.
 - Elaborar la tabla 2, donde se registren los datos iniciales antes de la prueba:

Concentración del agua sin sal X_e [mg/L]	Concentración inicial de la mezcla X_0 [mg/L]	Flujo [L/s]	Tiempo de retención θ [s]

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	10/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

b) Elaborar la tabla 3, donde se registren los datos del desarrollo de la prueba:

Evento	Tiempo [s]	Concentración X [mg/L]

c) Elaborar la tabla 4 y comparar los datos obtenidos experimentalmente con los que proporciona el modelo matemático del sistema bien mezclado conteniendo una sustancia conservativa y calcular el porcentaje de error de la prueba.

Tiempo [s]	X teórica [mg/L]	X experimental [mg/L]	% error (%e)

$$\%e = \left| \frac{X_{teórica} - X_{experimental}}{X_{teórica}} \right| \times 100$$

d) Con los datos de la tabla 4 construir una gráfica, comparando los resultados experimentales y los resultados teóricos.

Actividad 3

1. ¿Es razonable fundamentar siempre la validez de un modelo matemático basado en el cálculo de un error de prueba?
2. En un sistema abierto con sustancia conservativa, determine el tiempo para el cual la concentración de salida es igual a la concentración de entrada del sistema.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	11/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Análisis de resultados

1. Realizar el análisis de cada uno de los resultados, mencionar las posibles causas de las desviaciones de los mismos, así como su implicación directa o indirecta con cada uno de los objetivos.

7. Conclusiones

1. Generar la conclusión correspondiente basándose en la relación entre los objetivos y los resultados obtenidos.

8. Bibliografía

- Anote todas las referencias bibliográficas de libros, revistas, manuales, imágenes, tablas, videos, normas, infografías, entre otras de acuerdo a la APA versión 7, empleadas en la elaboración del informe y lo solicitado en el Anexo.

9. Anexos

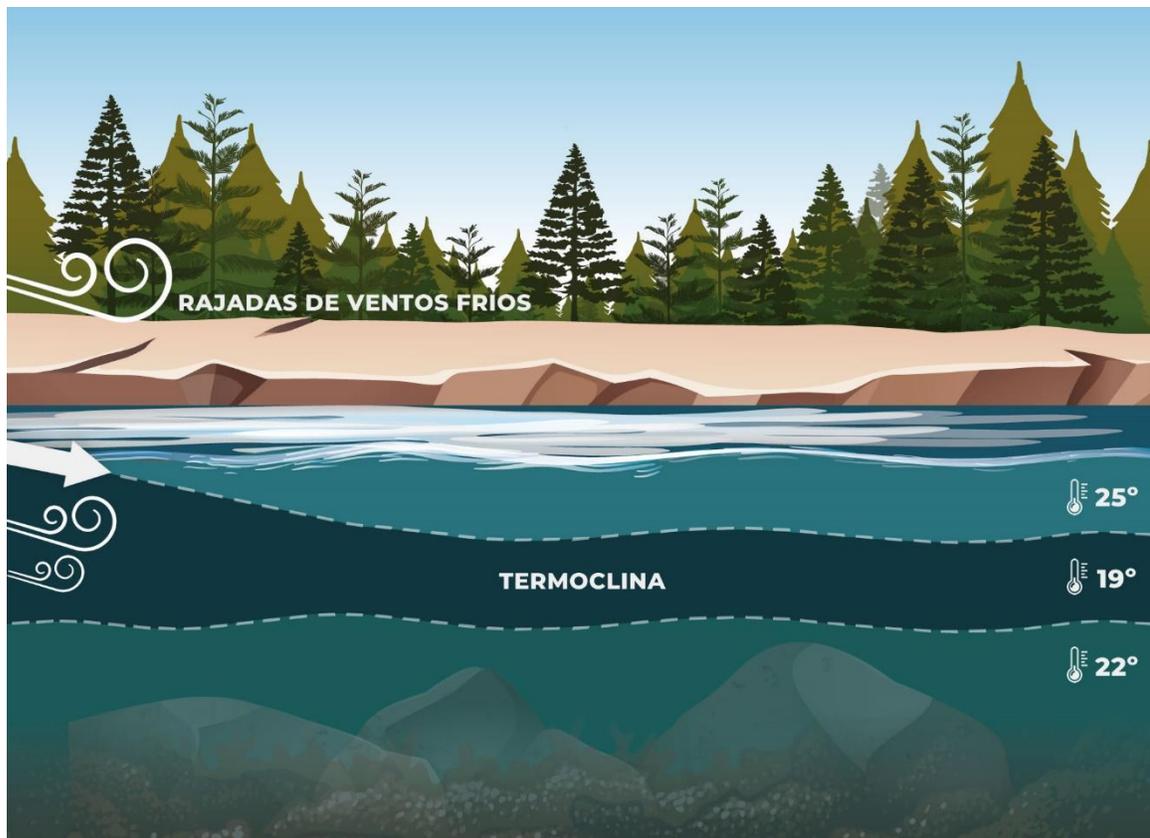
I. Actividades previas a la realización de la práctica.

1. Explique los conceptos de tiempo de vida media, tiempo de retención, estado estable o estacionario.
2. Explique el concepto de sustancia conservativa y no conservativa. Proporcione 3 ejemplos de cada tipo de sustancia.
3. Realizar un mapa conceptual basándose en la introducción.
4. Realizar un diagrama de flujo basándose en el desarrollo.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	12/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica # 2

Estratificación térmica



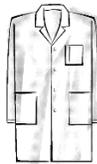
Tomado de: <https://oceanhub.com.br/wp-content/uploads/2020/04/img-termocline-na-pratica.jpg>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	13/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Parrilla con agitación	Daño a equipo

Equipo de protección personal, que deberá traer cada uno de los alumnos



2. Objetivos de aprendizaje

Observar el fenómeno de estratificación térmica en un ambiente léntico, y comprender su influencia en los ecosistemas acuáticos.

3. Introducción

Una diferencia entre lagos y ríos es la característica del transporte de masas. La interacción de la temperatura, densidad y viento durante las diferentes estaciones del año produce una secuencia de modelos característicos en la *estratificación térmica* de lagos y depósitos. En latitudes templadas, los lagos experimentan una estratificación térmica dos veces al año, misma que divide al sistema en capas y restringe el transporte de masas. Los periodos de estratificación alternan con periodos de mezcla completa en los que el transporte de masas alcanza su máximo.

La restricción del transporte de masa durante la estratificación influye en la circulación de muchas especies químicas (por ejemplo: hierro, oxígeno y fósforo) y tiene efectos marcados en la calidad del agua.

La causa del proceso de estratificación térmica es la relación entre la temperatura y la densidad del agua. De particular importancia es el hecho de que la densidad máxima del agua ocurre a 3.94 [°C] en vez de

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	14/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

a 0 [°C]. De esta manera, el hielo flota y los lagos se congelan de arriba hacia abajo, en vez del fondo hacia arriba, como sucedería si la densidad máxima ocurriera a los 0 [°C].

Durante la estratificación del verano, una capa superior de agua tibia menos densa flota sobre una capa inferior de agua fría más densa. A las capas se les asignan nombres especiales: *epilimno*, la capa tibia superficial que se halla bien mezclada con respecto a la temperatura; *metalimnio*, la región de transición donde la temperatura cambia en promedio a razón de 1 [°C] por cada metro de profundidad; y el *hipolimnio*, la capa fría del fondo que también está bien mezclada con respecto a la temperatura. El plano del metalimnio donde el gradiente de temperatura – profundidad es más pronunciado se denomina la *termoclina*.

La estratificación y el mezclado siguen un patrón estacional predecible. En el invierno, el lago presenta estratificación térmica y las aguas densas más calientes (2 – 4 [°C]) se localizan en el fondo. Cuando las aguas superficiales se acercan a una temperatura de 4 [°C] en la primavera, se hacen más densas y se hunden, lo que trae a las aguas más frías a la superficie para que se calienten. El proceso de mezclado por convección, ayudado por la energía del viento, hace circular la columna de agua y aparece una condición isotérmica conocida como *cambio de primavera*.

Conforme las aguas del lago continúan calentándose a más de 4 [°C], el lago se estratifica térmicamente. Durante este periodo de *estratificación de verano* las aguas superficiales se hacen notablemente más calientes y menos densas que las aguas inferiores. En el otoño, la temperatura del aire disminuye y el lago pierde calor con mayor rapidez que con la que lo gana por entrada de energía solar.

Cuando las aguas de la superficie se enfrían, se hacen más densas, se hunden y promueven la circulación por convección, otra vez con la ayuda del viento. Este fenómeno se conoce como *cambio de otoño* y otra vez lleva a condiciones isotérmicas.

Por último, cuando el lago se enfría más, las aguas frías poco densas se juntan en la superficie y el lago vuelve a entrar en la estratificación invernal. Los lagos con dos periodos de estratificación (invierno y verano) y mezclado (otoño y primavera) cada año se dice que son *dimícticos* o *de mezclado dual*.

La producción interna de materia orgánica de los lagos se ve afectada por éste fenómeno. Dicha materia orgánica se produce en las aguas superiores bien iluminadas y se va al fondo, donde se descompone. En condiciones de estratificación (transporte de masa limitado), el oxígeno que se consume en las aguas del

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	15/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

fondo por la descomposición no se vuelve a suministrar a un ritmo importante. Si la producción y la descomposición de la materia orgánica sobrepasan a los recursos del hipolimnio, el oxígeno se reducirá.

Los recursos de oxígeno de los lagos estratificados productivos y no productivos difieren considerablemente, por lo que hay contrastes muy notables. El agotamiento del oxígeno acelera la circulación de los contaminantes que residen en los sedimentos lacustres (en particular el fósforo), la generación de varios productos químicos potencialmente tóxicos que por lo general están asociados con ambientes anaerobios (NH_3 , H_2S , CH_4) y la muerte de peces y macro invertebrados que habitan en el fondo.

La reducción del oxígeno es uno de los problemas de calidad del agua más importantes y que más comúnmente se observan en los lagos. También es importante en los depósitos donde se colocan la toma de agua potable a varias profundidades, lo que da a los operadores la oportunidad de seleccionar la mejor calidad de agua y evitar el crecimiento de algas cerca de la parte superior y la acumulación de compuestos nocivos cerca del fondo.

La estratificación térmica controla los movimientos estacionales de las masas, en aguas que de otra manera permanecerían estáticas. Como resultado, el agua produce gradientes en la calidad del agua que son imágenes del gradiente térmico mismo (por ejemplo el oxígeno disuelto). Existe por consiguiente, una variación vertical estacional en la calidad del agua dentro de un depósito o masas similares de agua, así como una variación estacional en la temperatura del agua. Es por esto que la profundidad de las tomas de agua puede cambiar para seleccionar agua de la mejor calidad disponible según los propósitos que debe cumplir.

4. Material, Equipo y Reactivos

Material y equipo	Reactivos
✓ Vaso de precipitados de 1 [L]	✓ Solución de caolín
✓ Pipeta volumétrica de 50 [mL]	✓ Hielo con colorante vegetal
✓ Propipeta	
✓ Parrilla	
✓ Termómetro	

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	16/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Desarrollo

Actividad 1

1. Colocar aproximadamente 800 [mL] de agua de la llave en un vaso de precipitados de 1000 [mL] y registrar su temperatura.
2. Medir temperatura de una solución de caolín disuelto, previamente preparada. Esta solución simulará los sedimentos y los nutrientes presentes en el lago (bentos).
3. Medir con la pipeta volumétrica, 50 [mL] de la solución de caolín.
4. Agregar **lentamente** en el fondo del vaso de precipitados, que contiene el agua de la llave, la solución de caolín. Observe y tome nota.
5. En este punto se puede observar una marcada estratificación en el vaso de precipitados.

Caso invierno (a)

- a) Colocar con mucho cuidado el hielo con color vegetal al vaso de precipitados, evite crear turbulencia o agitación en éste.
- b) Observar el transporte de materia que se genera.
- c) Registrar la temperatura final de la mezcla.

Caso verano (b)

- a) Precalentar la parrilla colocando la perilla a 100 [° C] durante 3 minutos y apagarla.
- b) Colocar el vaso de precipitados sobre la parrilla cuidado de no generar turbulencia o mezclado.
- c) Observar el transporte de materia que se genera.
- d) Registrar la temperatura final a diferentes profundidades.

Actividad 2

- a) Realizar una tabla comparativa de las temperaturas alcanzadas durante la prueba e incluya una columna para ilustrar y explicar lo observado. (Puede apoyarse de fotografías tomadas durante el desarrollo experimental)

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	17/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

- a) Describir lo observado en la prueba y analizar los diferentes tipos de mezcla que se generan en cada caso.

Actividad 4

- a) Explicar ¿cómo influye la estratificación térmica en la determinación de la profundidad de una toma de agua en un almacenamiento de acuerdo a su uso?

6. Análisis de resultados

1. Realizar el análisis de los resultados, así como su implicación directa o indirecta con cada uno de los objetivos (observar y comprender).

7. Conclusiones

1. Generar la conclusión correspondiente basándose en la relación entre los objetivos y los resultados obtenidos.

8. Bibliografía

- Anote todas las referencias bibliográficas de libros, revistas, manuales, imágenes, tablas, videos, normas, entre otros documentos, de acuerdo a la APA versión 7, empleadas en la elaboración del informe y lo solicitado en el Anexo.

9. Anexos

I. Actividades previas a la realización de la práctica.

1. Realizar un mapa conceptual basándose en la introducción.
2. Realizar un diagrama de flujo basándose en el desarrollo.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	18/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica # 3

Microbiología



Imagen tomada de: https://es.123rf.com/photo_69180143_micrograf%C3%ADa-que-muestra-las-porciones-de-diversos-microorganismos-de-agua-dulce-en-luz-posterior.html

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	19/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Microscopio	Daño a equipo

Equipo de protección personal, que deberá traer cada uno de los alumnos



2. Objetivos de aprendizaje

Observar e identificar muestras de interés sanitario sometidas a técnicas naturales y de tinción, reconociendo la importancia del uso del microscopio en esta actividad.

3. Introducción

Microscopio

El microscopio es un instrumento que permite aumentar el tamaño de un objeto un número determinado de veces. Existen dos grandes tipos de microscopio: el microscopio óptico (que usa luz) y el microscopio electrónico (que usa electrones). El microscopio óptico fue el instrumento que llevó al descubrimiento de la célula, mientras que el microscopio electrónico, dado su enorme poder de resolución, permitió establecer una descripción detallada de las estructuras subcelulares (organelos).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página:	20/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 3. 1. Microscopio y sus componentes

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	21/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Tabla 3.1 Relación de componentes y función dentro del microscopio.

Parte del microscopio	Función
Fuente de luz o lámpara	Ampolleta que proporciona los rayos de luz
Lente condensador	Concreta los rayos de luz
Diafragma	Regula la cantidad de luz que llega a la muestra
Platina y pinza	Sostienen la placa a observar
Controles X e Y	Mueven la placa en los ejes X e Y
Tornillo macrométrico	Mueve la platina hacia arriba o hacia abajo, permite el enfoque grueso de la muestra
Tornillo micrométrico	Permite el enfoque fino de la muestra
Lentes objetivos	Proporcionan diferentes grados de aumento (4x, 10x, 40x y 100x)
Revolver	Sostiene los lentes objetivos y permite rotarlos
Lente ocular	Proporciona una magnificación de 10x

Identificación de microorganismos

Para identificar a los microorganismos se utilizan principalmente los frotis sin tinción y las tinciones.

a) Frotis sin teñir

Se denomina frotis a la extensión que se realiza sobre un portaobjetos de una muestra o cultivo con objeto de separar lo más posible los microorganismos, ya que si aparecen agrupados en la preparación es muy difícil obtener una imagen clara y nítida.

b) Frotis naturales

Colocar una pequeña gota de agua en el centro de un portaobjetos limpio. Es necesaria muy poca cantidad de agua, ya que en el extremo curvo de su filamento queda retenida una mínima gota de agua, que resulta suficiente.

c) Tinciones, se presentan dos opciones

i) Tinción de Gram

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	22/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

La tinción de Gram desarrollada por Christian Gram en 1884 es la más utilizada hoy en día en el laboratorio de microbiología para la identificación de bacterias Gram positivas y Gram negativas.

Fundamento

1. Tinción inicial. Las células se tiñen con cristal violeta, el cual es el colorante primario. En este paso todas las células se tiñen de morado.
2. Mordente. Se adiciona yoduro (lugol) que reacciona con el cristal violeta y forma un complejo cristal violeta-yoduro. En este punto todas las células continúan de color morado.
3. Decoloración. Se adiciona un solvente no polar, el cual actúa lavando el complejo cristal violeta-yoduro de las células Gram negativas. De esta manera las bacterias Gram positivas continúan moradas y las Gram negativas quedan incolores. Este es el paso crítico de esta tinción, pues si se exagera la cantidad de solvente, se decoloran las Gram positivas y las Gram negativas no se decoloran.
4. Contra tinción. Se vuelve a teñir con safranina o fucsina de manera que las bacterias Gram negativas, que habían sido decoloradas, se tiñen de rosado o fucsina (rojizo) según el colorante empleado. En tanto, las bacterias Gram positivas no son afectas con la contra tinción y permanecen moradas.

ii) Tinción: azul de lactofenol o azul de algodón

La tinción de azul de lactofenol se emplea para observar hongos.

Es una tinción simple (un sólo colorante) y como tal está basada en la afinidad del colorante por componentes de las células, en este caso por las estructuras fúngicas.

El azul de lactofenol tiene características que ayudan en la observación de estructuras en los hongos del tipo moho, obtenidos en los cultivos por aislamiento. Dichas características que lo hacen especial son:

- El fenol destruye la flora acompañante (en ocasiones junto a los cultivos de hongos, pueden crecer colonias de bacterias).
- El ácido láctico conserva las estructuras fúngicas al crear una película que las protege, provocado por un cambio de gradiente osmótico entre el interior y el exterior de dicha estructura.
- El azul de algodón tiene la capacidad de adherirse a las hifas y conidios de los hongos microscópicos.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	23/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Material, Equipo y Reactivos

Material y equipo ✓ Microscopio óptico ✓ Microscopio estereoscópico ✓ Muestras preservadas ✓ Portaobjetos	✓ Pipeta ✓ Cubreobjetos ✓ Piseta con agua destilada ✓ Muestra de agua (la traerán los alumnos)
--	---

5. Desarrollo

Actividad 1

El microscopio de luz tiene una serie de reglas que debes seguir para su correcto uso. Debe asegurarse que el microscopio esté en condiciones óptimas antes de empezar a trabajar con él, luego, debe lograr el enfoque de la muestra a diferentes aumentos, y finalmente deje el microscopio en un estado de reposo adecuado para el cuidado del equipo y para futuros usuarios.

A continuación, se enumeran los pasos a seguir para el correcto uso del microscopio, léalos cuidadosamente:

1. Colocar el objetivo de menor aumento en el eje óptico del microscopio. Si no es así, colocar en su sitio. Compruebe el sonido metálico que indica que está en su lugar. Si el condensador es ajustable y se observarán muestras teñidas, asegúrese de que esté arriba (cercano a 2 mm de la platina) y con el filtro azul puesto (el filtro azul es un dispositivo que selecciona los rayos de luz más cercanos al azul).
2. Prender el microscopio. Subir la intensidad de la luz si ésta es regulable y utilizar el diafragma para ajustar la cantidad de luz que pasa a través de la muestra.
3. Poner la placa sobre la platina. Desplazar por la platina y sujetar con la pinza. Si la placa está sucia, límpiela antes de ponerla. Asegurarse de colocar la muestra con el cubreobjetos hacia arriba (lámina de vidrio delgada).
4. Centrar la muestra con los controles x e y. Pon la parte coloreada o el lugar donde se encuentra la muestra en el eje óptico del microscopio (lugar por donde pasa la luz). Cierre un poco el diafragma para evitar que la luz lo encandile.
5. Observar lateralmente y, utilizando el tornillo macrométrico acercar la platina hasta casi tocar la preparación (respetando al menos unos 3 mm) o bien hasta que la platina llegue a su tope.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	24/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Observar a través del ocular o los oculares. Si es un microscopio binocular y es la primera vez que mira por él, ajuste la distancia interpupilar (que cada ocular quede alineado con tu pupila), cuando lo haya hecho verá un único campo centrado, de lo contrario verá dos. Con el tornillo macrométrico alejar lentamente la platina del objetivo. En una determinada posición, el espécimen aparecerá en foco.
7. Ajustar el foco con movimientos finos del micrométrico a sus ojos. Utilizar para la observación la parte central del campo visual. Centrar el espécimen si es necesario y ajustar el diafragma (o mueve el condensador) de forma que obtenga una iluminación adecuada (campo claro con iluminación homogénea, si es una muestra al fresco obtén el mayor contraste posible).
8. Para pasar a un aumento mayor, girar el revólver, hasta colocar el siguiente objetivo en el eje óptico. Realiza nuevamente el enfoque fino con el micrométrico. No utilizar el tornillo macrométrico con los objetivos de 10x y 40x, para evitar romper la muestra o dañar los lentes. Procurar no pasar al objetivo de 100x a menos que lo indique el profesor. El uso de este objetivo necesita la colocación de una gota de aceite de inmersión y una manipulación extremadamente cuidadosa para evitar romper la muestra y dañar la lente.
9. Al finalizar sus observaciones y realizar sus esquemas correspondientes, apagar la luz del microscopio (baja la potencia) y deje el microscopio en posición de reposo:
 - a) Con el objetivo de menor aumento en el eje óptico.
 - b) Con el condensador en la posición más alta.
 - c) La platina en su posición más baja.
 - d) El carro atrás centrado y apegado al brazo del microscopio.
 - e) Si es oportuno, dejar el microscopio en el centro de la mesa (cuide levantarlo y evitar los golpes o vibraciones, ya que se puede descalibrar el instrumento).

Actividad 2

1. Observación de microorganismos en muestras de agua.
 - a) Realizar de acuerdo al procedimiento anterior la observación e identificación de las siguientes muestras:
 1. Muestras de agua.
 2. Muestras con organismos de interés sanitario.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	25/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Análisis de resultados

1. Realizar la identificación de algunos protozoos de acuerdo a la imagen que se encuentra al final de ésta práctica.

7. Conclusiones

1. Generar la conclusión correspondiente basándose en la relación entre los objetivos y los resultados obtenidos.

8. Bibliografía

- Anote todas las referencias bibliográficas de libros, revistas, manuales, imágenes, tablas, videos, normas, entre otros documentos, de acuerdo a la APA versión 7, empleadas en la elaboración del informe y lo solicitado en el Anexo.

9. Anexos

- **Actividades previas a la realización de la práctica.**
 1. Define microorganismo ¿cuántos tipos hay?
 2. Realizar el diagrama de flujo del uso del microscopio
 3. Realice un mapa conceptual basándose en la introducción.
 4. Realice un diagrama de flujo basándose en el desarrollo.



**Manual de prácticas del
Laboratorio de Ingeniería
Ambiental I**

Código:	MADO-53
Versión:	02
Página	26/34
Sección ISO	8.3
Fecha de emisión	10 de febrero de 2023

Facultad de Ingeniería

Área/Departamento:
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

La impresión de este documento es una copia no controlada

PROTOZOOS

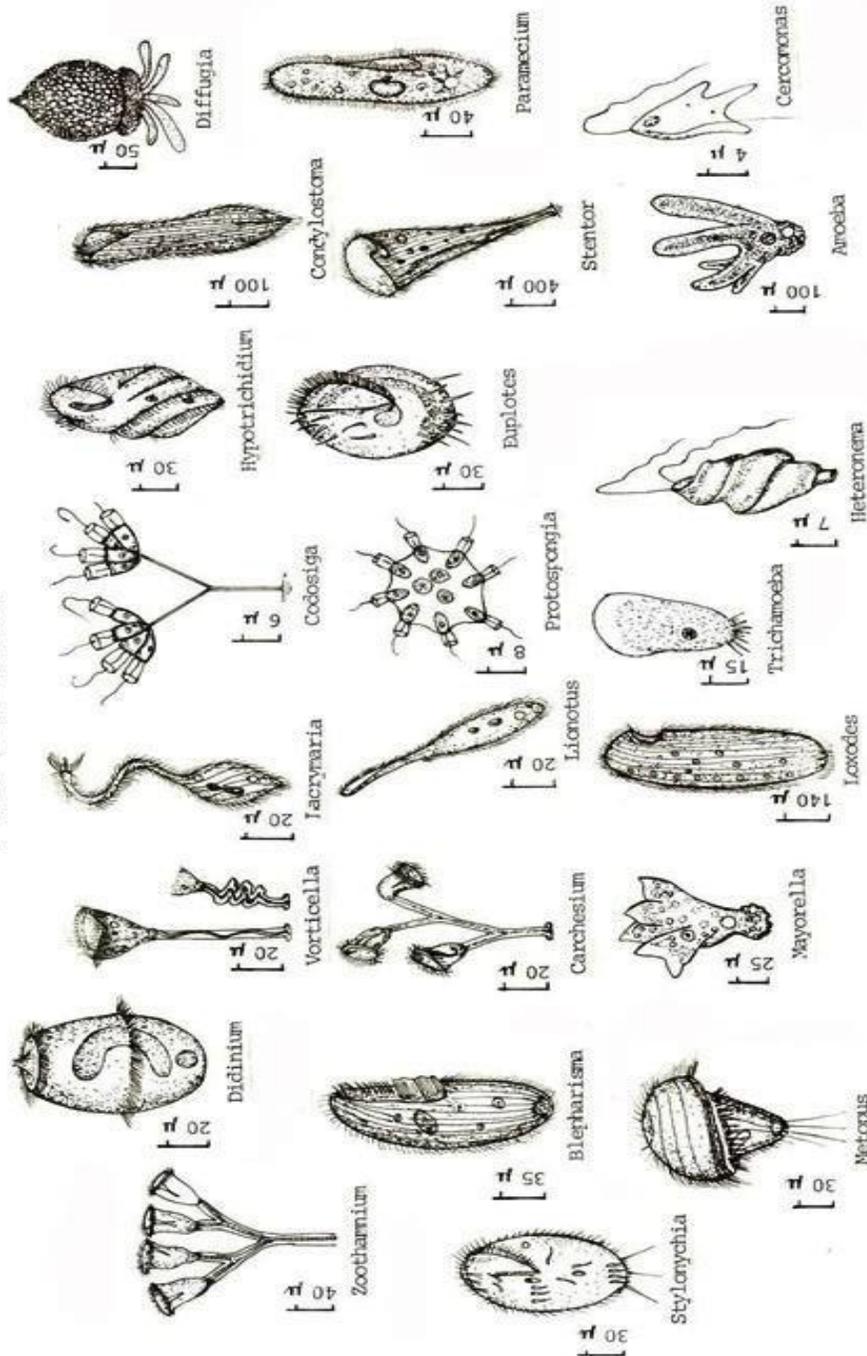


Imagen tomada de: <https://clubcienciasguayaquil.jimdofree.com/proyectos-1/observaciones-microscopicas/>

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	27/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Práctica # 4

Transferencia de gases: Ley de Henry



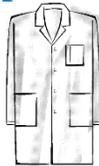
Imagen propia

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	28/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Ácido sulfúrico concentrado	Quemadura
2	Álcali-nitruro-yoduro	Quemadura

Equipo de protección personal, que deberá traer cada uno de los alumnos



2. Objetivos de aprendizaje

Comprobar la ley de Henry, observando el efecto de la presión parcial, la temperatura y la salinidad sobre la solubilidad de un gas en el agua.

3. Introducción

La solubilidad de un gas en agua depende de:

- su presión parcial en la atmósfera que se encuentra en contacto con el agua.
- de la temperatura del agua.
- de la concentración de las impurezas en el agua.

La transferencia de gases dentro y fuera del agua es una parte importante de los procesos naturales de purificación. Considérese un sistema simple como el mostrado en la Figura 4.1 en el cual un recipiente con líquido es sellado con un gas sobre él. Si el líquido es inicialmente puro con respecto al gas, las moléculas de gas migrarán a través de la interfase gas-líquido y se disolverán en el líquido. Aunque algunas moléculas de gas comenzarán a dejar el líquido regresando a la fase gaseosa, la reacción neta será hacia el líquido hasta que se alcance un estado de equilibrio.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	29/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

En esta condición, el número de moléculas que salen del líquido es igual al número de moléculas que entran otra vez, y se dice que el líquido está saturado del gas. El equilibrio en este caso implica un estado estacionario dinámico, no un estado estático en el que todo movimiento de moléculas de gas se detendría una vez alcanzada la saturación.

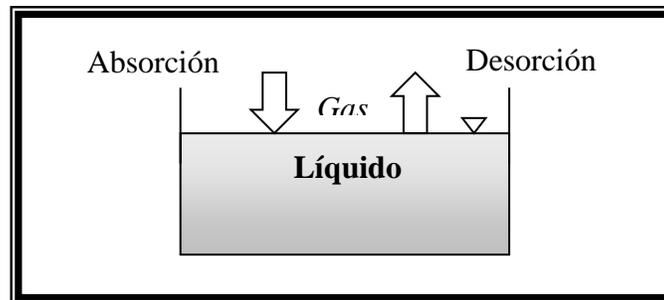


Figura 4.1 Transferencia de partículas entre la interfase gas-líquido

Fuente: "Impacto ambiental" de Vázquez & César

La solubilidad de un gas en equilibrio con un líquido se cuantifica con la ley de Henry: *“La cantidad de gas disuelta en un líquido a una temperatura determinada es directamente proporcional a la presión parcial que ejerce ese gas sobre el líquido”*, expresado matemáticamente como:

$$\chi = \frac{P}{H} \quad (4.1)$$

Donde:

χ es la concentración del gas en el líquido

P es la presión parcial del gas sobre el líquido

H es la constante de absorción o constante de Henry (función del gas, el líquido y la temperatura de éste).

Cuanto mayor sea la presión parcial de un gas sobre un líquido, mayor cantidad de gas absorberá el líquido. A menor temperatura la capacidad del líquido para absorber gases aumenta, por el contrario, con el aumento de temperatura el líquido disminuirá su capacidad para absorber gases. También la naturaleza de los líquidos es un factor importante, ya que unos son capaces de absorber más gas que otros.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	30/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Así según en qué estado esté el proceso de absorción de gases se pueden establecer los siguientes estados en los líquidos:

- ✓ **Insaturado:** Cuando el líquido es capaz de absorber más gas. La presión parcial que el gas ejerce sobre el líquido es mayor que la tensión¹.
- ✓ **Saturado:** Existe un equilibrio en la cantidad de gas que absorbe el líquido y la que elimina. La presión parcial del gas es igual a la tensión.
- ✓ **Sobresaturado:** La cantidad de gas contenida en el líquido es superior a la que puede absorber y por tanto libera el exceso de gas. La presión parcial del gas es menor que la tensión del mismo.

Si el espacio arriba del líquido es ocupado por una mezcla de gases, cada gas tendrá su propia fracción molar en equilibrio.

4. Equipo, Material y Reactivos

Material y equipo	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vasos de precipitados de 1 [L] ✓ Vasos de precipitado de 50 [mL] ✓ Matraces Erlenmeyer de 500 [mL] ✓ Probeta de 250 [ml] ✓ Bureta con soporte universal con pinzas para bureta ✓ Frasco Winkler ✓ Pipetas ✓ Propipetas ✓ Parrilla con agitación y agitador magnético ✓ Termómetro 	<ul style="list-style-type: none"> ● Cloruro de sodio (NaCl) ● Sulfato manganoso (Mn₂SO₄) ● Alkali-yoduro-nitruro ● Ácido sulfúrico 0.2 [N] (H₂SO₄) ● Almidón ● Tiosulfato de sodio 0.025 [N] (Na₂S₂O₃)

¹ Tensión: presión del gas disuelto en el líquido.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	31/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Desarrollo

Actividad 1

1. Colocar en cada uno de los vasos de precipitados aproximadamente 500 [mL] de los siguientes tipos de aguas:
 - a. Agua fría
 - b. Agua caliente
 - c. Agua a temperatura ambiente
 - d. Agua a temperatura ambiente con 10000 [mg/L] de NaCl

2. Determinar el oxígeno disuelto (O_2) para cada muestra utilizando el medidor de oxígeno disuelto:
 - 2.1 Encender el equipo y esperar el auto calibrado.
 - 2.2 Introducir el electrodo en la muestra de agua y verificar que se encuentre sumergido por encima de los orificios del capuchón. Agitar ligeramente.
 - 2.3 Dejar de agitar y tomar la lectura en [mg/L] más estable y hacer el ajuste siguiendo la indicación del profesor.
 - 2.4 Apagar el medidor de oxígeno, retirar el electrodo de la muestra y enjuagar con agua destilada.

3. Determinar el oxígeno disuelto (O_2) para cada muestra utilizando el método volumétrico de Winkler:
 - 3.1 Llenar el frasco Winkler de 300 [mL].
 - 3.2 Con ayuda de su respectiva pipeta graduada, al frasco Winkler:
 - a) Agregar 2 [mL] de sulfato manganoso (Mn_2SO_4), tapar, escurrir el excedente.
 - b) Agregar 2 [mL] de álcali-yoduro-nitruro,
 - c) Tapar el frasco derramando el excedente y mezclar invirtiendo 15 veces. Se formará un precipitado.

Si el precipitado es: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Blanco, indica ausencia de oxígeno} \\ \text{Café o amarillo indica presencia de oxígeno} \end{array} \right.$

 - 3.3 Esperar a que sedimente el precipitado hasta el hombro de la botella y vuelva a mezclar invirtiendo el frasco.
 - 3.4 Añadir 2 [mL] de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) tapar y mezclar. El precipitado se disolverá y el oxígeno quedará fijado.
 - 3.5 Con ayuda de una probeta medir 200 [mL] de la muestra y colocarlos en un matraz Erlenmeyer.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	32/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

3.6 Agregar de 2 a 3 gotas del indicador almidón y mezclar.

3.7 Llenar la bureta con tiosulfato de sodio 0.025 [N] ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) hasta la marca de cero mililitros.

3.8 Dosificar el tiosulfato de sodio, abriendo la llave de la bureta a goteo, y mantener agitación manual hasta que la muestra vire al color original (contenida en el frasco Winkler), cuantificar la cantidad necesaria de tiosulfato para el cambio de color.

La cantidad en mililitros de tiosulfato utilizado corresponde directamente a los [mg/L] de oxígeno disuelto en dicha muestra. En caso de que el tiosulfato tenga una concentración diferente, se deberá hacer el ajuste para obtener la concentración del oxígeno disuelto.

Actividad 2

1. Elabore la tabla 1 donde se registren los datos experimentales de la prueba:

Tabla 1

Muestra	Temperatura [°C]	Tiosulfato de sodio [mL]	Concentración de O_2 [mg/L]	Concentración de O_2 por el Método de Winkler [mg/L]
Agua fría				
etc. ...				

2. Calcule la concentración teórica de O_2 disuelta en el agua usando el modelo de Henry

$$\chi = \frac{P}{H}C$$

P [atm] = presión parcial del O_2 en el aire = (0.21 x presión atmosférica local) [atm]

H [atm/fracción molar] = constante de Henry obtenido del cuadro 4.1 [atm/fracción molar]

C [mg/L] = factor de conversión de moles de O_2 a [mg/L]

$$C = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{moles de solvente}} = \frac{\text{moles de } \text{O}_2}{\text{moles de } \text{H}_2\text{O}} \left[\frac{32 \text{ g } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{O}_2} \right] \left[\frac{1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}}{18 \text{ g } \text{H}_2\text{O}} \right] \left(\frac{1000 \text{ mg } \text{O}_2}{1 \text{ g } \text{O}_2} \right) \left(\frac{1000 \text{ g } \text{H}_2\text{O}}{1 \text{ l } \text{H}_2\text{O}} \right)$$

$$C = 1.77 \times 10^6 \text{ [mg/L]}$$

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	33/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Cuadro 4.1 Coeficientes de absorción

T [°C]	x 10 ⁴ (atm / fracción molar)			
	aire	CO ₂	N ₂	O ₂
0	4.32	0.073	5.29	2.55
10	5.49	0.104	6.68	3.27
20	6.64	0.142	8.04	4.01
30	7.71	0.186	9.24	4.75
40	8.70	0.233	10.40	5.35
50	9.46	0.283	11.30	5.88
60	10.10	0.341	12.00	6.29

Fuente: "Impacto ambiental" de Vázquez & César

Actividad 3

1. Comparar los datos obtenidos experimentalmente con los que proporciona el modelo matemático de la Ley de Henry y explicar las diferencias en la tabla 2.

Tabla 2

Muestra	X teórica (a saturación)	X experimental [mg/L]	X experimental Método de Winkler [mg/L]	Explicar la diferencia entre ambos métodos experimentales

	Manual de prácticas del Laboratorio de Ingeniería Ambiental I	Código:	MADO-53
		Versión:	02
		Página	34/34
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	10 de febrero de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 4

1. Calcular la concentración de saturación del oxígeno en agua a una temperatura de 45 [°C], cuando el agua está expuesta a una presión atmosférica de 0.80 [atm].

6. Análisis de resultados

1. Realizar el análisis de cada uno de los resultados, mencionar las posibles causas de las desviaciones de los mismos, así como su implicación directa o indirecta con el objetivo.

7. Conclusiones

1. Generar la conclusión correspondiente basándose en la relación entre los objetivos y los resultados obtenidos.

8. Bibliografía

- Anote todas las referencias bibliográficas de libros, revistas, manuales, imágenes, tablas, videos, normas, entre otros documentos, de acuerdo a la APA versión 7, empleadas en la elaboración del informe y lo solicitado en el Anexo.

9. Anexos

I. Actividades previas a la realización de la práctica.

1. Realice un mapa conceptual basándose en la introducción.
2. Realizar un diagrama de flujo basándose en el desarrollo.