

# Protocolo de Salinidad



## **Objetivo General**

Medir la salinidad del agua en el sitio de estudio de Hidrología.

## **Visión General**

Se usará un hidrómetro para medir la densidad relativa de la muestra de agua y se usará un termómetro para medir la temperatura. Con esos dos valores se usarán tablas para determinar la salinidad.

## **Objetivos Didácticos**

El alumnado aprenderá a:

- Usar un hidrómetro.
- Aplicar los conceptos de densidad absoluta y relativa a la salinidad (avanzado).
- Usar tablas de densidad relativa y valores de temperatura para determinar la salinidad.
- Examinar las razones que explican cambios en la salinidad.
- Compartir los resultados de proyectos con otros centros GLOBE;
- Colaborar con otros centros GLOBE (de su mismo país o de otros); y
- Compartir observaciones a través del envío de datos al archivo GLOBE.

## **Conceptos de Ciencias**

### *Ciencias de la Tierra y del Espacio*

Los materiales de la Tierra son rocas sólidas, suelos, agua y atmósfera.

El agua es un disolvente.

Cada elemento se puede mover entre los diferentes reservorios (biosfera, litosfera, atmósfera e hidrosfera)

### *Ciencias Físicas*

Los objetos tienen propiedades observables.

### *Ciencias de la Vida*

Los organismos pueden sobrevivir sólo en entornos donde sus necesidades puedan ser cubiertas.

La Tierra tiene muchos entornos distintos que soportan diferentes combinaciones de organismos.

Los humanos pueden cambiar los entornos naturales.

Todos los organismos deben ser capaces de obtener y usar los recursos mientras viven en un ambiente en cambio constante.

## **Habilidades de Investigación Científica**

Usar un hidrómetro para medir la salinidad.

Identificar preguntas y respuestas relacionadas con este protocolo.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones usando evidencias.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos y explicaciones.

## **Tiempo**

10 minutos. Control de Calidad, 10 minutos.

## **Nivel**

Todos.

## **Frecuencia**

Semanalmente. Control de Calidad, cada 6 meses.

## **Materiales y Herramientas**

*Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología*

*Guía de Campo del Protocolo de Salinidad*

*Guía de Campo del Protocolo de Temperatura.*

Tabla de mareas de la región más próxima al sitio de Hidrología.

Hidrómetro.

Tabla de conversión en la *Guía del Maestro*  
Probeta transparente de 500 ml

Termómetro de Alcohol

Guantes de Látex

## **Procedimiento para el Control de Calidad, además de lo anterior:**

- *Hoja de Datos del Procedimiento de Control de Calidad de la Investigación de Hidrología*

- *Guía de Laboratorio del Procedimiento de Control de Calidad para el Protocolo de Salinidad*

- Sal (NaCl)

- Agua destilada

- Balanza

- Dos botellas de litro con tapa y etiquetas para guardar las disoluciones de referencia.

### **Preparación**

Actividades de Aprendizaje sugeridas:  
*Practicando Tus Protocolos: Salinidad (sólo en la versión electrónica de la guía, Detectives del Agua (solo en la versión electrónica de la guía)*

### **Requisitos Previos**

Instrucciones para leer la tabla de mareas.

## Protocolo de Salinidad. Introducción.

¿Por qué hay algunas plantas y animales que viven en aguas salobres, otros viven en el océano y las hay que viven en agua dulce como en lagos y ríos? Una de las principales razones es la diferencia en salinidad entre esos medios. La salinidad es la medida de la cantidad de sólidos disueltos en el agua. Hay muchos tipos diferentes de sólidos disueltos, pero el más común es el Cloruro de Sodio (NaCl). Los sólidos disueltos son llamados a menudo sales.

Todos los animales y plantas tienen sal en el interior de las células de sus cuerpos. La concentración de esas sales está en torno a un tercio de la del agua marina. Las plantas y animales tanto en agua dulce como en agua salada tienen mecanismos especiales para mantener el equilibrio apropiado entre sus células y el medio que le rodea. Los organismos de agua dulce son más salados que el agua en la que ellos viven. El agua dulce tiende a entrar en sus células y debe ser bombeada fuera para evitar que las células se hinchen e incluso exploten. Los animales tales como los peces de agua salada son menos salados que el agua en el que viven. Muchos peces de agua salada excretan sales a través de sus branquias y producen poca orina de tal manera que minimizan la pérdida de líquidos de sus cuerpos. Los tiburones resuelven el problema almacenando la sal extra en sus células de tal manera que están en equilibrio con el contenido en sal del agua que les rodea. También los organismos que se alimentan de otros organismos que viven en aguas salobres o saladas han desarrollado maneras de manejar el contenido de sal. Por ejemplo los peces marinos y las tortugas de mar tienen unas glándulas de sal especiales, que excretan la sal que toman con su alimento y con el agua.

Los organismos adaptados a un tipo de medio ambiente no pueden ser introducidos en otros sin que sufran daños o incluso mueran.

Los océanos tienen como media de salinidad 35 partes por mil (ppmil). Las medidas en agua dulce son de 0,5 ppmil o menos. Las aguas costeras y las aguas superficiales de los océanos lejos de las orillas pueden ser menos salinas, de 35 ppmil, debido a que el agua dulce entra desde la tierra o procedente de la lluvia, o más salina debido a altas tasas de evaporación en climas cálidos. Algunos lagos son también de agua salada, como el Mar Caspio en Asia central, el Gran Lago Salado en América del Norte y varios lagos en el Gran Valle del Rift del Este de África. Esos cuerpos de agua son salados porque el agua fluye dentro de ellos y después se evapora, dejando las sales en el mar interior o lago. Los cuerpos de agua dulce tienen alguna salida, por eso la sal se mueve a través de ellos en lugar de acumularse.

El agua salobre es agua más salada que el agua dulce pero no tan salada como el agua de mar. Se encuentra en estuarios y bahías donde el agua dulce y salada se mezclan. Los estuarios son cuerpos de agua que están parcialmente cerrados desde el mar abierto y normalmente tienen una fuente de agua dulce. Las mareas pueden afectar a la salinidad en esos cuerpos de agua. Cuando la marea es alta, la salinidad puede ser más alta que cuando la marea está baja. La salinidad puede disminuir cuando grandes cantidades de agua dulce se incorporan durante las lluvias o por deshielo. Las plantas y animales que viven en esas aguas deben ser capaces de adaptarse a los rápidos y grandes cambios de salinidad. Las fases jóvenes de muchos animales marinos, tales como las crías de gambas y peces, viven en estuarios salobres. A menudo esos animales jóvenes tienen la habilidad de sobrevivir en un rango de salinidad mayor que los adultos.

# Apoyo al Profesorado

## **Conductividad Eléctrica Versus Salinidad**

La medida de la salinidad se utiliza para conocer el total de sólidos disueltos en aguas salobres o aguas saladas. Puede ser en un océano, en un estuario, o en un lago de agua salada. El agua dulce tiene también alguna cantidad de sólidos disueltos; para determinar con exactitud el total de sólidos disueltos se usa el hidrómetro. Los centros docentes de GLOBE con sitio de hidrología de agua dulce utilizan el *Protocolo de Conductividad Eléctrica* para calcular el total de los sólidos disueltos en su agua. El *Protocolo de Conductividad Eléctrica* para agua dulce medirá solamente hasta 2000 microSiemens/cm. Si el agua del sitio de estudio está por encima de este rango se deberá utilizar el *Protocolo de Salinidad*.

## **Conceptos de Apoyo**

### *Densidad Absoluta y Relativa*

La densidad hace alusión a la ligereza o peso de materiales del mismo tamaño. La densidad indica el tamaño de las moléculas y como están “empaquetadas” en una sustancia en particular. Cuanto más y más fuertemente empaquetadas estén las moléculas más densa es la sustancia. La densidad se mide por la relación de la masa de cualquier objeto o sustancia con respecto a su volumen. Se dice que una cuchara de metal es más densa que una de madera del mismo tamaño porque la cuchara de metal es más pesada. ¿Qué es más denso, un balón de béisbol o uno de hierro del mismo tamaño?

La densidad relativa es también una medida de la densidad. Cuando se mide la densidad relativa, se está comparando la densidad de un material con la densidad del agua pura a 4° C. Se utiliza el agua como estándar porque es la sustancia más común. Se fijan los 4° C porque esa es la temperatura a la cual el agua es más densa. La gravedad específica del agua pura a 4° C es, por definición 1,0. Una sustancia más densa que el agua pura a 4° C tiene una densidad relativa mayor de 1,0.

Densidad relativa = $\frac{\text{masa de un objeto de un cierto volumen}}{\text{masa de un volumen igual de agua pura}}$
--

Si se quiere saber la densidad relativa de un objeto, como una roca, se necesita saber:

1. La masa de la roca
2. El volumen de la roca
3. la masa de un volumen igual de agua pura

La primera parte de la información es fácil. La masa de la roca se determina pesándola en una balanza.

Para encontrar la segunda información es necesario hablar atender a una breve lección de historia.

Arquímedes quien vivió en la antigua Grecia, descubrió dos cosas muy importantes mientras estaba tomando un baño (o eso cuenta la historia). La primera fue que cuando se paraba dentro del agua, el nivel de éste subía, y cuando se sentaba el nivel subía un poco más, llegando a la conclusión de que cuando un cuerpo es sumergido en agua, desplaza (o mueve fuera de su sitio) un volumen de agua igual al volumen del cuerpo que se sumerge.

Así, para calcular el volumen de la roca, hay que poner agua en una probeta, meter la roca dentro y anotar el incremento del volumen. Ese incremento de volumen es el mismo que el volumen de la roca, ya conocemos la segunda información.

El segundo descubrimiento importante de Arquímedes fue que cuando un cuerpo es sumergido en el agua parece que pierde masa. Esta *pérdida de masa* es igual a la masa del agua que se desplaza. De esta manera se puede determinar la masa de agua que fue desplazada y obtener la tercera parte de la información que se necesita (o se puede calcular la masa del agua sabiendo que la masa de 1,0 ml. de agua es 1,0 gr. )

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{masa de la roca}}{\text{masa del agua desplazada}}$$

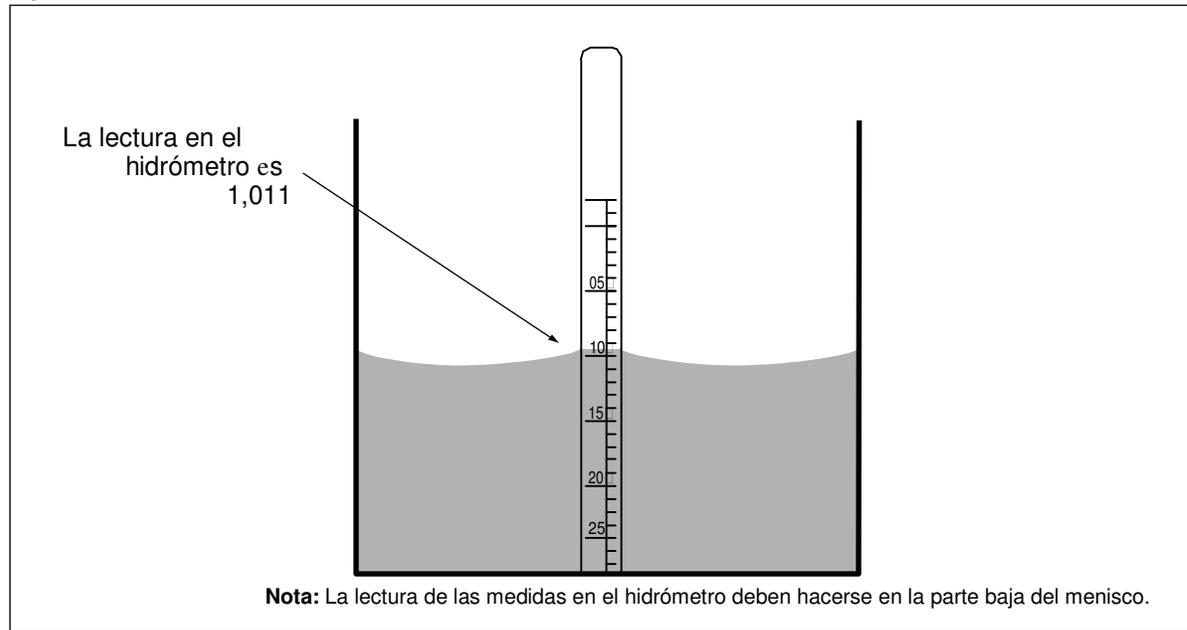
Cada mineral tiene una densidad relativa característica que puede ser usada para ayudar a identificarlos. Muchas rocas comunes están compuestas de un mineral, sílice, que tiene una densidad relativa de 2,65. En el *Protocolo de Salinidad* se trata de determinar la cantidad de mineral disuelto. Esto puede resultar un poco más difícil de entender para el alumnado ya que no pueden ver la roca, pero el principio en el que se basa es el mismo. Se utiliza el hidrómetro para calcular el desplazamiento causado por la adición de minerales disueltos (sólidos).

## **Mareas**

Las mareas están causadas por el sistema gravitacional de la luna y del sol sobre la Tierra. Ya que la luna está mucho más cerca de la Tierra que el sol, ejerce mayor influencia sobre la Tierra. Las mareas más extremas, llamadas mareas de primavera, tienen lugar durante las fases de luna llena y luna nueva, cuando la Tierra, la luna y el sol están alineados.

En cuarto menguante y cuarto

Figura HI-SA-1



creciente la luna la Tierra y el sol forman un ángulo recto y el rango de marea (la diferencia entre marea alta y baja) es el menor. A esas mareas se las denomina mareas muertas.

En la mayoría de las áreas se producen dos mareas altas y dos bajas al día con un conjunto de altas y bajas más extremos que las otras. Esto se llama marea mixta semidiaria (mixta porque los dos ciclos de marea son irregulares y semidiario porque hay dos series por día). Las dos mareas altas y bajas tienen lugar aproximadamente cada 24 horas con aproximadamente 6 horas de separación entre unas y otras. El ciclo de mareas realmente tiene lugar cada día lunar, lo cual significa 24 horas y 50 minutos de duración. Las dos mareas bajas en un día tienen lugar, como media, cada 12 horas y 25 minutos. El tiempo de la primera marea baja cada día tiene lugar aproximadamente unos 50 minutos de media más tarde que el día anterior. Los rasgos de la topografía pueden ser causantes de variaciones de ese tiempo.

Dato de marea cero (también expresado como + 0, o "plus 0") es una medida del nivel medio de la marea baja. Hay dos definiciones diferentes usadas en todo el mundo para el dato cero de la marea: Media de la marea baja más baja y media de la marea baja. La media de la marea baja más baja es *la media de las mareas más bajas para esa área*. La media de la marea baja es *la media de todas las mareas bajas para esta área*. El valor cero de marea se encontrará en la leyenda de la tabla de mareas.

El alumnado necesitará revisar en la hoja de datos qué definición de valor cero de marea es usada en la tabla de mareas

### **Procedimiento de Medida**

#### **Usando el Hidrómetro**

El hidrómetro es un instrumento que permite medir la gravedad específica de un fluido. Hay que recordar que la gravedad específica es una comparación de la densidad del fluido que se está midiendo y la densidad del agua pura a 4° C.

Un hidrómetro es un pequeño flotador con una escala en su pie. Si se pone el hidrómetro en agua pura a la misma temperatura, flotará a la misma profundidad. Si se añade sal al agua el hidrómetro flotará más alto. Según el agua se va haciendo más densa, se verá más parte de la escala del hidrómetro. Las marcas a lo largo del hidrómetro permiten leer la gravedad específica directamente sin tener que calcular la masa del agua desplazada.

Como en la mayoría de las sustancias, la densidad del agua se altera con la temperatura. Hay que recordar que la densidad relativa es medida en relación a una temperatura del agua de 4° C. Algunos hidrómetros toman lecturas de la densidad relativa a una temperatura diferente. Hay que mirar el aparato que se usa para saber a la temperatura a la que fue calibrado. Si la temperatura del agua a analizar es distinta a la cual fue calibrado, se debe hacer un ajuste para la temperatura utilizando una tabla de conversión.

Tabla HI-SA-1: Tabla de Mareas de Aberdeen, Washington

<p align="center"><b>Predicción de Mareas (Altas y Bajas) Agosto, 2002</b></p> <p align="center">Fuente: NOAA, National Ocean Service</p> <p align="center">Horario de verano</p>								
Día	Hora	Alt.	Hora	Alt.	Hora	Alt.	Hora	Alt.
1	Ju	131am B 0,6	730am A 2,0	106pm B 0,8	740pm A 2,6			
2	Vi	233am B 0,5	841am A 1,9	206pm B 1,0	832pm A 2,7			
3	Sab	335am B 0,3	956am A 1,9	313pm B 1,1	928pm A 2,7			
4	Do	432am B 0,1	1105am A 2,0	417pm B 1,1	1024pm A 2,8			
5	Lu	526am B -0,2	1204pm A 2,2	516pm B 1,0	1118pm A 2,9			
6	Ma	616am B -0,4	1256pm A 2,3	611pm B 0,9				
7	Mi	1209am A 3,0	703am B -0,6	143pm A 2,5	702pm B 0,8			
8	Ju	1258am A 3,2	747am B -0,7	228pm A 2,6	751pm B 0,6			
9	Vi	147am A 3,2	831am B -0,8	309pm A 2,7	839pm B 0,5			
10	Sab	237am A 3,2	913am B -0,7	349pm A 2,8	927pm B 0,3			
11	Do	327am A 3,2	955am B -0,6	428pm A 2,9	1017pm B 0,2			
12	Lu	419am A 3,0	1037am B -0,4	508pm A 3,0	1109pm B 0,1			
13	Ma	514am A 2,8	1121am B -0,1	549pm A 3,0				
14	Mi	1206am B 0,1	614am A 2,5	1209pm B 0,2	634pm A 3,0			
15	Ju	108am B 0,1	721am A 2,3	104pm B 0,5	725pm A 3,0			
16	Vi	215am B 0,0	837am A 2,1	206pm B 0,8	824pm A 2,9			
17	Sab	323am B 0,0	956am A 2,1	313pm B 0,9	928pm A 2,9			
18	Do	428am B -0,1	1110am A 2,2	419pm B 1,0	1032pm A 2,9			
19	Lu	527am B -0,2	1211pm A 2,3	521pm B 0,9	1130pm A 2,9			
20	Ma	618am B -0,3	101pm A 2,5	616pm B 0,8				
21	Mi	1221am A 2,9	703am B -0,3	142pm A 2,6	705pm B 0,7			
22	Ju	106am A 2,9	744am B -0,3	220pm A 2,7	750pm B 0,6			
23	Vi	148am A 2,9	821am B -0,3	254pm A 2,7	831pm B 0,5			
24	Sab	228am A 2,8	856am B -0,2	326pm A 2,7	910pm B 0,5			
25	Do	307am A 2,8	928am B 0,0	355pm A 2,7	949pm B 0,4			
26	Lu	346am A 2,7	1000am B 0,2	423pm A 2,7	1027pm B 0,4			
27	Ma	426am A 2,5	1029am B 0,3	450pm A 2,7	1107pm B 0,4			
28	Mi	510am A 2,3	1058am B 0,5	519pm A 2,7	1152pm B 0,4			
29	Ju	600am A 2,2	1129am B 0,8	551pm A 2,7				
30	Vi	1244am B 0,4	659am A 2,0	1208pm B 1,0	633pm A 2,6			
31	Sab	146am B 0,4	810am A 2,0	113pm B 1,2	730pm A 2,6			

**Nota:** Las Alturas en esta tabla están en metros. Muchas tablas de mareas en Los Estados Unidos y en Canadá están en pies. Para convertir pies en metros, hay que dividir los datos entre 3,28 pies/metro.

Todas las tablas de mareas (incluida ésta) están en tiempo local, por lo que deberán convertirse a Tiempo Universal (UT).

## **Leyendo la Tabla de Mareas**

Se necesita una tabla de marea calculada para el área local para poder determinar las mareas en el área de estudio. En la tabla de mareas aparecen el día, la hora y los niveles para la marea alta y baja. Estas tablas se pueden conseguir en dependencias oficiales, industrias pesqueras y en agencias de turismo. También se pueden encontrar en la web, en periódicos, o en otras publicaciones como folletos. Como las mareas varían cada año con el ciclo lunar es necesario utilizar una tabla de mareas calculada para el año en curso. Las mareas también varían con cada localidad, por eso hay que tratar de tener una tabla de mareas para el área exacta de observación o del área más próxima para la cual haya tabla disponible. Es posible que se necesite consultar dos tablas de mareas – una primera basada en la estación de mareas de la región general del sitio de estudio y una tabla auxiliar con correcciones para la hora y la altura de las mareas para el lugar concreto de estudio.

Para saber la altura de la marea en una hora en concreto de un día en particular, debe leer en la tabla las horas de marea alta y baja para el día en que se va a tomar la muestra y para el intervalo de tiempo del muestreo. Es importante determinar si la marea está subiendo o bajando cuando se está tomando la muestra, asumiendo que la marea cambia de dirección a las horas de mareas altas y bajas. Por ejemplo, si la muestra fue tomada a las 4 pm el día 1 de agosto de 2002 (Tabla HI-SA-1), la marea estaba subiendo porque estaba baja a la 1:06 pm y alta a una hora posterior 7:40 pm.

Para determinar la hora y la fecha de la marea más baja para un mes en particular, utilice la tabla de marea para ver las alturas de las mareas a lo largo de todo el mes. ¿Qué número es el más bajo? (incluyendo valores negativos). Esta es la marea más baja del mes, cuando el agua se retira lo más lejos de la orilla.

¿Qué valor es el más alto? Este número debe estar justo detrás de la marea más baja. Mire la tabla de mareas de Aberdeen para Agosto del 2002 para determinar las horas y las fechas de las mareas más alta y más baja para ese mes. El valor más extremo de marea baja, - 0,8 m, tiene lugar el 9 de agosto a las 8:31, hora local. Una marea alta de 3,2 metros tiene lugar 6 horas y 44 minutos antes, a la 1:47, hora local.

Es importante saber, para interpretar los datos, cual es el valor cero de marea que se usa en la tabla de marea.

Los valores negativos se refieren a niveles del agua por debajo del nivel cero de marea para su área. Por ejemplo, un nivel de marea de -0,5 se lee como “medio metro bajo el nivel cero de marea”

## **Actividades de Apoyo**

Los hidrómetros son utilizados para comparar las densidades de muchos líquidos. Por ejemplo, la cantidad de azúcar en zumo de frutas, la cantidad de grasa en la leche, y la cantidad de sal en el agua. Usted puede fabricar su propio hidrómetro colocando un peso en un palo suspendido en el agua. Pruebe con tres líquidos transparentes: agua dulce, agua salada y agua destilada. Identifique cada líquido utilizando el hidrómetro. Se puede calibrar este hidrómetro, fabricado por usted, comparándolo con el hidrómetro calibrado.

## **Consejos Prácticos**

- Un hidrómetro de cristal se puede romper con facilidad. Apóyelo siempre con suavidad. No lo deje donde pueda rodar. Póngalo dentro de la probeta con suavidad, sin dejarlo caer.
- La solución de referencia de 35 ppmil se puede guardar durante un año en una botella muy bien cerrada para usarse muchas veces.
- Cuando se utilice un nuevo hidrómetro hay que utilizar la solución estándar para revisar su precisión. Si no lee correctamente póngase en contacto con el proveedor.

## **Preguntas para Investigaciones Posteriores**

- ¿Podría ser buena el agua salobre para riego? ¿Por qué sí o por qué no?
- ¿Por que tienen aproximadamente la misma salinidad todos los océanos (35 ppmil)?
- ¿Cómo podría afectar a un área de estuarios o bahías un aumento del nivel en el océano?
- ¿Cuál es la salinidad de su sitio de estudio comparada con la de otros sitios de la misma y de diferentes latitudes?
- ¿Cómo influye el flujo externo de agua dulce de ríos cercanos en la salinidad del sitio de estudio?
- ¿Hay patrones estacionales del agua de río en el área de estudio?
- ¿Es posible esperar cambios estacionales en los niveles de salinidad del sitio de estudio?
- ¿Cómo varía la salinidad con respecto a la media mensual de temperatura del aire en el sitio de estudio?

# Protocolo de Salinidad.

# Procedimiento de Control de Calidad

## Guía de Laboratorio

### **Actividad**

Revisar la precisión del hidrómetro.

### **Qué se Necesita**

- Guía de Campo de Temperatura del Agua*
- Hidrómetro
- Tabla de conversión de Salinidad en la *Guía del Profesor*
- Probeta de 500 ml transparente
- Termómetro de alcohol (calibrado)
- Hoja de Datos del Procedimiento de Control de Calidad de la Investigación de Hidrología*
- Agua destilada
- Sal (NaCl)
- Balanza

### **En el Laboratorio**

*Preparar la solución estándar de 35 ppmil*

1. Pesar 17,5 g de sal de mesa (NaCl) con la balanza.
2. Echar la sal en la probeta de 500 ml.
3. Llenar la probeta hasta los 500 ml con agua destilada.
4. Mezclar suavemente la sal y el agua hasta que toda la sal esté disuelta. Esta es la solución estándar de 35 ppmil.

### **Revisar el Hidrómetro Utilizando Agua Destilada.**

1. Echar 500 ml de agua destilada en la probeta.
2. Meter el termómetro en el agua destilada. Utilizar *La Guía de Campo de Temperatura del Agua* para medir la temperatura del agua. Anotar los datos en la *Hoja de Datos del Procedimiento de Control de Calidad del Área de Investigación de Hidrología*.
3. Poner el hidrómetro en el agua suavemente, y después de que deje de moverse leer la densidad relativa en la parte baja del menisco. No debería tocar los lados de la probeta. Leer la densidad relativa con tres decimales y anotarlo en la *Hoja de Datos del Procedimiento de Control de Calidad de la Investigación de Hidrología*.
4. Mirar la densidad relativa en la tabla de conversión. La salinidad debería estar entre 0,0 y 1,0 ppmil.
5. Si la salinidad no está entre 0,0 y 1,0 ppmil, revisar las mediciones. Si la salinidad sigue sin estar entre esos valores quiere decir que el hidrómetro no lee correctamente.

**Revisar el Hidrómetro utilizando la solución de referencia**

1. Poner la solución de referencia o estándar en la probeta.
2. Meter el termómetro en el agua destilada. Usar la *Guía de Campo de Temperatura del Agua* para medir la temperatura del agua. Anotarla en la *Hoja de Datos del Procedimiento de Control de Calidad para la Investigación de Hidrología*.
3. Suavemente colocar el hidrómetro dentro de la probeta. Cuando pare de oscilar, leer la densidad relativa en la parte baja del menisco. No debería tocar los lados de la probeta. Leer la densidad relativa con tres decimales y anotarlo en la *Hoja de Datos del Procedimiento de Control de Calidad de la Investigación de Hidrología*.
4. Buscar la densidad relativa y la temperatura del agua en la tabla de conversión para encontrar la salinidad del agua. Anotar la salinidad en la *Hoja de Datos del Procedimiento de Control de Calidad de la Investigación de Hidrología*.
5. Si la salinidad del estándar está fuera de rango por más de 1 ppmil, mezclar una nueva estándar y repetir el proceso. Si está todavía fuera más de 1 ppmil, puede haber algún problema.
6. Desechar la solución de referencia de 35 ppmil o echarla dentro de una botella de litro limpia y seca, tapar y etiquetar. Enjuagar el equipo con agua destilada, secar y guardar.

# Protocolo de Salinidad

## Guía de Campo

### **Actividad**

Medida de la salinidad de la muestra de agua.

### **Qué se Necesita**

- Tabla de mareas de la zona
- Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología
- Guía de Campo del Protocolo de Temperatura
- Hidrómetro
- Probeta de 500 ml
- Termómetro
- Tabla de conversión
- Bolígrafo o lápiz
- Guantes de Látex

### **En el Campo**

1. Cumplimentar la parte superior de la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología*.
2. En la sección de Salinidad de la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología*, anotar la hora de la marea alta y la baja que tienen lugar antes y después de que se mida la salinidad. También anotar el lugar para el que están calculadas las horas en la Tabla de Mareas.
3. Ponerse los guantes.
4. Enjuagar la probeta con el agua de la muestra dos veces.
5. Llenar la probeta con agua de la muestra a 2 ó 3 cm. del borde.
6. Medir y anotar la temperatura del agua en la probeta. (Ver *Guía de Campo del Protocolo de Temperatura del Agua de la Investigación de Hidrología*)
7. Suavemente poner el hidrómetro dentro de la probeta.
8. Esperar a que el hidrómetro pare de oscilar. No debe tocar las paredes de la probeta.
9. Leer el hidrómetro en la parte baja del menisco. Leer la gravedad específica con tres decimales. Anotar la gravedad específica en la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología*
10. Buscar la gravedad específica y la temperatura del agua en la Tabla de conversión para calcular la salinidad del agua. Anotar la salinidad en la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología como Observador 1*
11. Repetir los pasos 3 al 9 utilizando nuevas muestras de agua. Anotar las medidas de salinidad como *Observador 2 y 3*
12. Calcular la media de las tres medidas.
13. Cada una de las tres medidas deberán estar dentro del rango de 2 ppmil de la media. Si una o más de las observaciones no están dentro de ese rango, repetir la medición y calcular la media de nuevo. Si las medidas siguen estando fuera del rango, comentar con la persona responsable el posible problema.

Tabla HI-SA-2: Salinidad (partes por mil) Como una Función de la Densidad Relativa y de la Temperatura (desde 9/2005)

LECTURA	Temperatura del Agua (°C)																
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,998																	
0,999																	
1																	
1,001	2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8	1,9	1,9	2	2,1
1,002	3,3	3,2	3,2	3,1	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6
1,003	4,6	4,5	4,4	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,9
1,004	5,8	5,7	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2
1,005	7,1	7	6,8	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	7	7,1	7,2	7,5
1,006	8,3	8,1	8,1	8	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	8	8	8,1	8,1	8,3	8,4	8,5	8,8
1,007	9,4	9,4	9,3	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,3	9,4	9,4	9,6	9,7	9,8	10,1
1,008	10,7	10,6	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,6	10,6	10,7	10,9	11	11,1	11,3	
1,009	11,9	11,8	11,8	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,8	11,8	11,9	11,9	12	12,2	12,3	12,4	12,6
1,01	13,2	13,1	13	13	13	13	13	13	13	13,1	13,1	13,2	13,3	13,5	13,6	13,7	13,9
1,011	14,4	14,3	14,3	14,1	14,1	14,1	14,1	14,3	14,3	14,4	14,4	14,5	14,7	14,8	14,9	15	15,2
1,012	15,6	15,6	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,6	15,6	15,7	15,8	16	16,1	16,2	16,3	16,5
1,013	16,9	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,9	17	17,1	17,1	17,3	17,5	17,6	17,8
1,014	18	18	17,9	17,9	17,9	17,9	17,9	18	18	18,2	18,3	18,3	18,4	18,6	18,8	19	19,1
1,015	19,3	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,3	19,3	19,5	19,6	19,7	19,9	20,1	20,3	20,4
1,016	20,5	20,5	20,4	20,4	20,4	20,4	20,5	20,5	20,6	20,6	20,8	20,9	21	21,2	21,4	21,6	21,7
1,017	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,7	21,8	21,8	21,9	22,1	22,2	22,3	22,5	22,6	22,9	23
1,018	23	23	23	22,9	22,9	23	23	23	23,1	23,3	23,4	23,5	23,6	23,8	23,9	24,2	24,3
1,019	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,3	24,3	24,4	24,6	24,7	24,8	24,9	25,1	25,2	25,5	25,6
1,02	25,5	25,5	25,5	25,3	25,5	25,5	25,5	25,6	25,6	25,7	25,9	26	26,1	26,4	26,5	26,8	26,9
1,021	26,6	26,6	26,6	26,6	26,6	26,8	26,8	26,9	26,9	27	27,2	27,3	27,4	27,7	27,8	28,1	28,2
1,022	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	28,1	28,1	28,2	28,3	28,5	28,6	28,7	29	29,1	29,4	29,5
1,023	29,1	29,1	29,1	29,1	29,1	29,2	29,2	29,4	29,5	29,6	29,8	29,9	30	30,2	30,4	30,7	30,8
1,024	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,4	30,5	30,7	30,8	30,8	31,1	31,2	31,3	31,5	31,7	31,9	32,1
1,025	31,6	31,6	31,6	31,6	31,7	31,7	31,9	31,9	32	32,1	32,2	32,4	32,6	32,8	33	33,2	33,4
1,026	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9	33	33	33,2	33,3	33,4	33,5	33,7	33,9	34,1	34,3	34,5	34,7
1,027	34,1	34,1	34,1	34,2	34,2	34,2	34,3	34,5	34,6	34,7	34,8	35	35,2	35,4	35,6	35,8	36
1,028	35,2	35,4	35,4	35,4	35,4	35,5	35,6	35,8	35,8	36	36,1	36,3	36,4	36,7	36,9	37,1	37,3
1,029	36,5	36,5	36,5	36,7	36,7	36,8	36,8	36,9	37,1	37,2	37,5	37,6	37,7	38	38,1	38,4	38,6
1,03	37,7	37,8	37,8	37,8	38	38	38,1	38,2	38,4	38,5	38,6	38,9	39	39,3	39,4	39,7	39,9
1,031	39	39	39	39,1	39,1	39,3	39,4	39,5	39,7	39,8	39,9	40,2	40,3	40,6	40,7	41	41,2

Tabla HI-SA-2: Salinidad (partes por mil) como una Función de la Densidad Relativa y de la Temperatura (desde 9/2005)-Continuación

LECTURA	Temperatura del Agua (°C)																	
	15	16	17	18	18,5	19	19,5	20	20,5	21	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5	
0,998																		
0,999										1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2		
1		1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	
1,001	2,3	2,5	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	3,8	4	4,1	4,2	4,4	4,5	
1,002	3,7	3,8	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,9	5	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	5,9	6,1	
1,003	5	5,1	5,4	5,5	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2	6,3	6,4	6,6	6,7	6,8	7,1	7,2	7,4	
1,004	6,3	6,4	6,7	6,8	7	7,1	7,2	7,4	7,5	7,6	7,7	7,9	8	8,3	8,4	8,5	8,7	
1,005	7,6	7,9	8	8,3	8,4	8,4	8,5	8,7	8,8	8,9	9	9,2	9,4	9,6	9,7	9,8	10	
1,006	8,9	9,2	9,3	9,6	9,7	9,8	10	10,1	10,2	10,4	10,5	10,6	10,7	10,9	11	11,1	11,4	
1,007	10,2	10,5	10,6	10,9	11	11,1	11,3	11,4	11,5	11,7	11,8	11,9	12	12,2	12,3	12,6	12,7	
1,008	11,5	11,8	11,9	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	13	13,1	13,2	13,3	13,5	13,7	13,9	14	
1,009	12,8	13,1	13,2	13,5	13,6	13,7	13,9	14	14,1	14,3	14,4	14,5	14,7	14,9	15	15,2	15,3	
1,01	14,1	14,4	14,5	14,8	14,9	15	15,2	15,3	15,4	15,6	15,7	15,8	16,1	16,2	16,3	16,5	16,6	
1,011	15,4	15,7	15,8	16,1	16,2	16,3	16,5	16,6	16,7	16,9	17	17,3	17,4	17,5	17,6	17,8	18	
1,012	16,7	17	17,1	17,4	17,5	17,6	17,8	17,9	18	18,3	18,4	18,6	18,7	18,8	19	19,2	19,3	
1,013	18	18,3	18,4	18,7	18,8	19	19,1	19,2	19,3	19,6	19,7	19,9	20	20,1	20,4	20,5	20,6	
1,014	19,3	19,6	19,9	20	20,1	20,3	20,4	20,6	20,8	20,9	21	21,2	21,3	21,4	21,7	21,8	21,9	
1,015	20,6	20,9	21,2	21,3	21,4	21,7	21,8	21,9	22,1	22,2	22,3	22,5	22,6	22,9	23	23,1	23,3	
1,016	21,9	22,2	22,5	22,6	22,7	23	23,1	23,3	23,4	23,5	23,6	23,8	24	24,2	24,3	24,6	24,7	
1,017	23,3	23,5	23,8	24	24,2	24,3	24,4	24,6	24,7	24,8	24,9	25,1	25,3	25,5	25,6	25,9	26	
1,018	24,6	24,8	25,1	25,3	25,5	25,6	25,7	25,9	26	26,1	26,2	26,5	26,6	26,8	26,9	27,2	27,3	
1,019	25,9	26,1	26,4	26,6	26,8	26,9	27	27,2	27,3	27,4	27,7	27,8	27,9	28,1	28,3	28,5	28,6	
1,02	27,2	27,4	27,7	27,9	28,1	28,2	28,3	28,5	28,6	28,7	29	29,1	29,2	29,5	29,6	29,8	29,9	
1,021	28,5	28,7	29	29,2	29,4	29,5	29,6	29,8	29,9	30,2	30,3	30,4	30,5	30,8	30,9	31,1	31,3	
1,022	29,8	30	30,3	30,5	30,7	30,8	30,9	31,1	31,3	31,5	31,6	31,7	32	32,1	32,2	32,5	32,6	
1,023	31,1	31,3	31,6	31,9	32	32,1	32,2	32,5	32,6	32,8	32,9	33	33,3	33,4	33,5	33,8	33,9	
1,024	32,4	32,6	32,9	33,2	33,3	33,4	33,5	33,8	33,9	34,1	34,2	34,5	34,6	34,7	35	35,1	35,2	
1,025	33,7	33,9	34,2	34,5	34,6	34,7	35	35,1	35,2	35,4	35,5	35,8	35,9	36	36,3	36,4	36,5	
1,026	35	35,2	35,5	35,8	35,9	36	36,3	36,4	36,5	36,7	36,9	37,1	37,2	37,3	37,6	37,7	38	
1,027	36,3	36,6	36,9	37,3	37,4	37,6	37,7	37,9	38,1	38,3	38,5	38,6	38,8	39	39,2	39,4	39,6	
1,028	37,6	37,9	38,2	38,5	38,7	38,9	39,1	39,2	39,4	39,6	39,8	40	40,2	40,4	40,6	40,7	40,9	
1,029	38,9	39,2	39,5	39,9	40	40,2	40,4	40,6	40,7	40,9	41,1	41,3	41,5	41,7	41,9	42,1	42,3	
1,03	40,2	40,5	40,8	41,2	41,3	41,5	41,7	41,8	42	42,2	42,4	42,6	42,8	43	43,2	43,4	43,6	
1,031	41,5	41,8	42,1	42,4	42,6	42,8	43	43,2	43,3	43,5	43,7	43,9	44,1	44,3	44,5	44,7	44,9	
1,032	42,8	43,1	43,4	43,8	43,9	44,1	44,3	44,5	44,7	44,8	45	45,2	45,4	45,6	45,8	46	46,2	
1,033	44,1	44,4	44,7	45,1	45,2	45,4	45,6	45,8	45,9	46,1	46,3	46,5	46,7	46,9	47,1	47,3	47,5	
1,034	45,4	45,7	46	46,4	46,5	46,7	46,9	47,1	47,2	47,4	47,6	47,8	48	48,2	48,4	48,6	48,8	
1,035	46,7	47	47,3	47,7	47,8	48	48,2	48,4	48,6	48,7	48,9	49,1	49,3	49,5	49,7	49,9	50,1	

Tabla HI-SA-2: Salinidad (partes por mil) como una Función de la Densidad Relativa y de la Temperatura (desde 9/2005)-Continuación

LECTURA	Temperatura del Agua (°C)																
	25	25,5	26	26,5	27	27,5	28	28,5	29	29,5	30	30,5	31	31,5	32	32,5	33
0,998			1,4	1,5	1,6	1,9	2	2,1	2,4	2,5	2,8	2,9	3,2	3,3	3,6	3,7	
0,999	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	3,1	3,2	3,3	3,6	3,7	3,8	4,1	4,2	4,5	4,7	4,9	5,1
1	3,4	3,7	3,8	4	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5	5,3	5,4	5,7	5,8	6,1	6,2	6,4
1,001	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	5,8	6,1	6,2	6,4	6,4	6,7	6,8	7,1	7,2	7,5	7,7
1,002	6,2	6,3	6,4	6,7	6,8	7	7,2	7,4	7,6	7,7	7,9	8,1	8,3	8,5	8,8	8,9	9,2
1,003	7,5	7,6	7,9	8	8,1	8,4	8,5	8,7	8,9	9	9,3	9,4	9,7	9,8	10,1	10,4	10,5
1,004	8,8	9	9,2	9,3	9,6	9,7	9,8	10,1	10,2	10,5	10,6	10,9	11	11,3	11,4	11,7	11,8
1,005	10,2	10,4	10,5	10,6	10,9	11	11,3	11,4	11,5	11,8	11,9	12,2	12,3	12,6	12,8	13	13,2
1,006	11,5	11,7	11,8	12	12,2	12,3	12,6	12,7	13	13,1	13,3	13,5	13,7	13,9	14,1	14,4	14,5
1,007	12,8	13	13,2	13,3	13,5	13,7	13,9	14,1	14,3	14,4	14,7	14,9	15	15,3	15,4	15,7	16
1,008	14,1	14,3	14,5	14,7	14,9	15	15,2	15,4	15,6	15,8	16	16,2	16,5	16,6	16,9	17	17,3
1,009	15,4	15,7	15,8	16	16,2	16,3	16,6	16,7	17	17,1	17,4	17,5	17,8	17,9	18,2	18,4	18,6
1,01	16,9	17	17,1	17,4	17,5	17,8	17,9	18	18,3	18,4	18,7	18,8	19,1	19,3	19,5	19,7	20
1,011	18,2	18,3	18,6	18,7	18,8	19,1	19,2	19,5	19,6	19,9	20	20,3	20,4	20,6	20,9	21	21,3
1,012	19,5	19,6	19,9	20	20,3	20,4	20,6	20,8	20,9	21,2	21,4	21,6	21,8	21,9	22,2	22,5	22,6
1,013	20,8	21	21,2	21,3	21,6	21,7	21,9	22,1	22,3	22,5	22,7	22,9	23,1	23,4	23,5	23,8	24
1,014	22,2	22,3	22,5	22,7	22,9	23,1	23,3	23,5	23,6	23,9	24	24,3	24,4	24,7	24,9	25,1	25,3
1,015	23,5	23,6	23,8	24	24,2	24,4	24,6	24,8	24,9	25,2	25,3	25,6	25,9	26	26,2	26,5	26,6
1,016	24,8	24,9	25,2	25,3	25,6	25,7	26	26,1	26,4	26,5	26,8	26,9	27,2	27,4	27,6	27,8	28,1
1,017	26,1	26,4	26,5	26,6	26,9	27	27,3	27,4	27,7	27,8	28,1	28,3	28,5	28,7	29	29,1	29,4
1,018	27,4	27,7	27,8	28,1	28,2	28,5	28,6	28,9	29	29,2	29,4	29,6	29,8	30	30,3	30,5	30,7
1,019	28,9	29	29,1	29,4	29,5	29,8	29,9	30,2	30,3	30,5	30,8	30,9	31,2	31,3	31,6	31,9	32,1
1,02	30,2	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5	31,7	31,9	32,1	32,2	32,5	32,8	32,9	33,2	33,4
1,021	31,5	31,6	31,9	32	32,2	32,4	32,6	32,8	33	33,3	33,4	33,7	33,8	34,1	34,3	34,6	34,7
1,022	32,8	33	33,2	33,3	33,5	33,8	33,9	34,2	34,3	34,6	34,7	35	35,2	35,4	35,6	35,9	36,1
1,023	34,1	34,3	34,5	34,7	34,8	35,1	35,2	35,5	35,8	35,9	36,1	36,3	36,5	36,8	36,9	37,2	37,5
1,024	35,5	35,6	35,8	36	36,3	36,4	37,1	37,3	37,6	37,8	38	38,2	38,5	38,7	39	39,2	39,4
1,025	36,8	36,9	37,2	37,3	37,6	37,7	38,5	38,7	38,9	39,1	39,4	39,6	39,8	40,1	40,3	40,6	40,8
1,026	38,1	38,2	38,5	38,6	38,9	39	39,8	40	40,2	40,5	40,7	40,9	41,2	41,4	41,6	41,9	42,1
1,027	39,8	40	40,2	40,5	40,7	40,9	41,1	41,3	41,6	41,8	42	42,2	42,5	42,7	43	43,2	43,5
1,028	41,2	41,4	41,6	41,8	42	42,2	42,4	42,7	42,9	43,1	43,3	43,6	43,8	44	44,3	44,5	44,8
1,029	42,5	42,7	42,9	43,1	43,3	43,5	43,8	44	44,2	44,4	44,7	44,9	45,1	45,4	45,6	45,9	46,1
1,03	43,8	44	44,2	44,4	44,6	44,8	45,1	45,3	45,5	45,8	46	46,2	46,5	46,7	46,9	47,2	47,4
1,031	45,1	45,3	45,5	45,7	45,9	46,2	46,4	46,6	46,9	47,1	47,3	47,6	47,8	48	48,3	48,5	48,8
1,032	46,4	46,6	46,8	47	47,3	47,5	47,7	47,9	48,2	48,4	48,6	48,9	49,1	49,4	49,6	49,9	50,1
1,033	47,7	47,9	48,1	48,4	48,6	48,8	49	49,3	49,5	49,7	50	50,2	50,4	50,7	50,9	51,2	51,4
1,034	49	49,2	49,5	49,7	49,9	50,1	50,3	50,6	50,8	51	51,3	51,5	51,8	52	52,2	52,5	52,8
1,035	50,3	50,6	50,8	51	51,2	51,4	51,6	51,9	52,1	52,4	52,6	52,8	53,1	53,3	53,6	53,8	54,1

# Protocolo de Salinidad – Interpretando los Datos

## ***¿Son razonables los datos?***

El agua dulce normalmente tiene un nivel de salinidad de 0-0,5 ppmil. El agua salobre de entre 0,5-25 ppmil. La salinidad media de los océanos es de 34,5 ppmil y generalmente esta en un rango de 32 ppmil a 37 ppmil. Comúnmente, la salinidad puede variar en un lugar dependiendo de si se le añade o se le quita agua dulce. Los estuarios muestran la mayor variación de salinidad.

Como media, el océano es menos salado en los polos y en el ecuador y más salado en los océanos subtropicales. La asociación de la salinidad con la latitud tiene que ver con las cantidades relativas de lluvias y de evaporación alrededor del mundo. La salinidad es más baja donde el agua dulce llega a los océanos por la lluvia, el deshielo y los ríos que fluyen. La salinidad se incrementa en los lugares en los que el agua dulce sale de los océanos a través de la evaporación o de la formación de hielo. Cada uno de esos factores está influido por los patrones climáticos alrededor del mundo.

Los valores de salinidad disminuyen hacia el ecuador a 34-35 ppmil a causa de las abundantes lluvias y el ratio de evaporación relativamente bajo, que tiene lugar allí. La salinidad puede ser menor de 34 ppmil en latitudes muy frías con fuertes lluvias. Las aguas costeras pueden tener algunos de los valores más bajos de salinidad por la entrada de agua dulce de los ríos y del deshielo. Las aguas costeras pueden tener alguno de los valores más altos de salinidad por la congelación y por la evaporación de aguas superficiales durante el verano. El viento puede llevar salpicaduras de agua salada hacia la tierra que cubren las hojas de las plantas y el suelo.

La salinidad puede variar a lo largo de un ciclo de mareas también. En una marea baja, durante los meses de verano, la evaporación puede dar lugar a un incremento de la salinidad en la zona de marea hasta que vuelve el océano y diluye ese “charco” de marea volviendo a su salinidad normal. En los estuarios, la salinidad esta fuertemente influenciada por las mareas. Como la marea sube hasta llegar a la marea alta, el océano crece por encima del río y aumenta la salinidad en el estuario o en la desembocadura del río. Como la marea cae durante el retroceso del océano, el río es drenado del agua de mar y la salinidad vuelve a bajar. La salinidad en los estuarios también está determinada por la profundidad. El agua salada es más pesada que el agua dulce y se hunde hacia el fondo.

Esto mantiene la salinidad en los sedimentos del estuario relativamente alta y evita que los animales costeros que viven en el fango tengan que hacer ajustes con los cambios de salinidad en cada ciclo mareal.

Cabe esperar que la salinidad muestre un patrón estacional. Aumentando en verano y bajando en invierno debido al incremento de la evaporación en los meses de verano por el aumento de la temperatura del agua. Para analizar esto se pueden mirar los datos y ver si la salinidad es más alta en verano y más baja en invierno. Se puede también mirar si existe una correlación con cambios en la temperatura del aire y del agua.

Un buen conjunto de datos para mirar esta predicción son los recopilados por la academia Tabor, situada en la costa Atlántica en Marion, Massachussets, Estados Unidos. La Academia Tabor, registró los valores de salinidad y temperatura del agua desde 1997-2001 en un lugar costero llamado “Schaeffer Sea Wall”. También midieron la temperatura del aire en la ubicación de su centro escolar. Las siguientes gráficas de las medias de temperatura del aire, temperatura del agua y salinidad muestran un patrón estacional. Tal como las temperaturas del aire y del agua aumentan en primavera y verano así lo hace la salinidad. Según disminuyen la temperatura del aire y del agua en otoño e invierno así disminuye la salinidad. Además, mirando la gráfica se observa que la temperatura del aire comienza a aumentar primero, seguida de la temperatura del agua y por último la salinidad. Esto hace pensar que la salinidad probablemente aumente como consecuencia del aumento de la evaporación producida por el incremento en la temperatura del agua la cual es resultado del incremento de la del aire. Para reforzar más esta hipótesis, se observa que cada tres años se repite el mismo patrón.

## ***¿Qué buscan los científicos en esos datos?***

¿Cuáles son las tendencias en cuanto a salinidad en los estuarios? Hay más demanda de agua dulce de la que suministran los estuarios, así es que cada vez se irán volviendo más salinos.

En los océanos se espera que los cambios de salinidad estén relacionados con los cambios de temperatura. Un incremento de temperatura puede causar un aumento de la evaporación y esto da como resultado un incremento en la salinidad. Sin embargo cerca de los polos esto no sucede así, un incremento de temperatura puede causar un mayor deshielo y el aumento de agua dulce disminuirá la salinidad.

La distribución latitudinal de la salinidad puede también estar relacionada, a gran escala, con un patrón climático, ya que las precipitaciones y la evaporación pueden afectar a la salinidad. La salinidad tiende a ser más alta alrededor de 20-30° N y 15-20° S, y menor en los polos y cerca del ecuador.

### **Ejemplo de un Proyecto de Investigación del Alumnado**

#### *Formulando una Hipótesis*

Los estudiantes, examinando la salinidad en estuarios, han analizado la salinidad en tres sitios como muestra la Figura HI-SA-3. Los dos primeros están en *Mobile Bay*, uno en la Playa de Mary Ann cerca de Robertsdale, Alabama y el segundo, “la rampa para embarcaciones” está cerca de la confluencia del río Tensaw con la Bahía Mobile. El tercero está en Bayou St. John en Nueva Orleans, Louisiana. Se le conoce como un sitio de agua dulce, pero el Bayou St. John es un estuario comunicado con el Golfo de México y los estudiantes han estado tomando datos de salinidad. Las mediciones de los dos primeros sitios fueron tomadas por el Instituto Robertsdale, y el Instituto Cabrini en Nueva Orleans realizó las mediciones del tercer sitio.

Los estudiantes del Instituto de Robertsdale tuvieron la curiosidad de ver cómo eran sus mediciones comparadas con las de otros dos sitios y formularon la siguiente hipótesis.

*Hipótesis:* La mayor salinidad será la de la Playa de Mary Ann y la más baja la de las proximidades a la rampa para embarcaciones la cual debe recibir la mayor cantidad de agua dulce. La salinidad en Bayou St John (parte del delta del río Mississippi) tendrá un valor intermedio.

#### *Toma y Análisis de Datos*

Los estudiantes hacen una gráfica en el tiempo de series de salinidad para los tres sitios. Aunque el Instituto Robertsdale normalmente utiliza el hidrómetro para medir la salinidad, algunas veces usan el método de “titulación”. Los valores obtenidos fueron similares a los tomados con el hidrómetro (Figura HI-SA-4) por lo que decidieron concentrarse sólo en la lectura del hidrómetro.

Dibujaron la media mensual de salinidad en los tres sitios (Figura HI-SA-5).

La media mensual de salinidad en el sitio de las embarcaciones es siempre menor de 5 ppmil y definitivamente la más baja de los tres sitios.

La salinidad en Bayou St John oscila entre 5 y 10 ppmil. Sin embargo la salinidad en la Playa de Mary Ann oscila entre 5 y 25 ppmil. Estos valores son también bajos para ser considerados agua de mar. Para el alumnado es sorprendente observar que la notable fluctuación de salinidad en la playa, pero se dan cuenta en investigaciones posteriores que es realmente típico del ambiente de un estuario.

#### *Debate y Conclusiones*

Deciden que su hipótesis es correcta en gran parte. La salinidad del sitio de las embarcaciones es la más baja y Bayou tiende a ser más bajo que la Playa Mary Ann, aunque hay algunos valores solapados.

No están seguros de si las fluctuaciones en la salinidad son debidas a las mareas, (las mareas bajas deberían llevar a salinidad baja) o a la temperatura, o quizá a ambas.

Dibujaron la media mensual de temperatura y de salinidad medida con hidrómetro (Figura HI-SA-6). Hay algunas similitudes en el patrón, pero la relación temperatura-salinidad no es tan obvia aquí como en otros sitios (como por ejemplo en la Academia Tabor), así pues saben que algunos otros factores tales como las mareas y el flujo de agua dulce deben influir en la salinidad también.

#### *Comunicando Resultados*

El alumnado dibuja las gráficas y escribe un informe analizando los resultados. También hace una exposición oral de los resultados en su clase.

#### *Ideas para Posteriores Investigaciones*

Los tres sitios son ejemplos de diferentes condiciones de estuario que existen en la desembocadura de un río. ¿Hay centros GLOBE estudiando otros estuarios? ¿Pueden encontrar datos de otros estuarios en la web o en los libros? ¿Cómo varía la salinidad en esos sitios?

Figura HI-SA-2

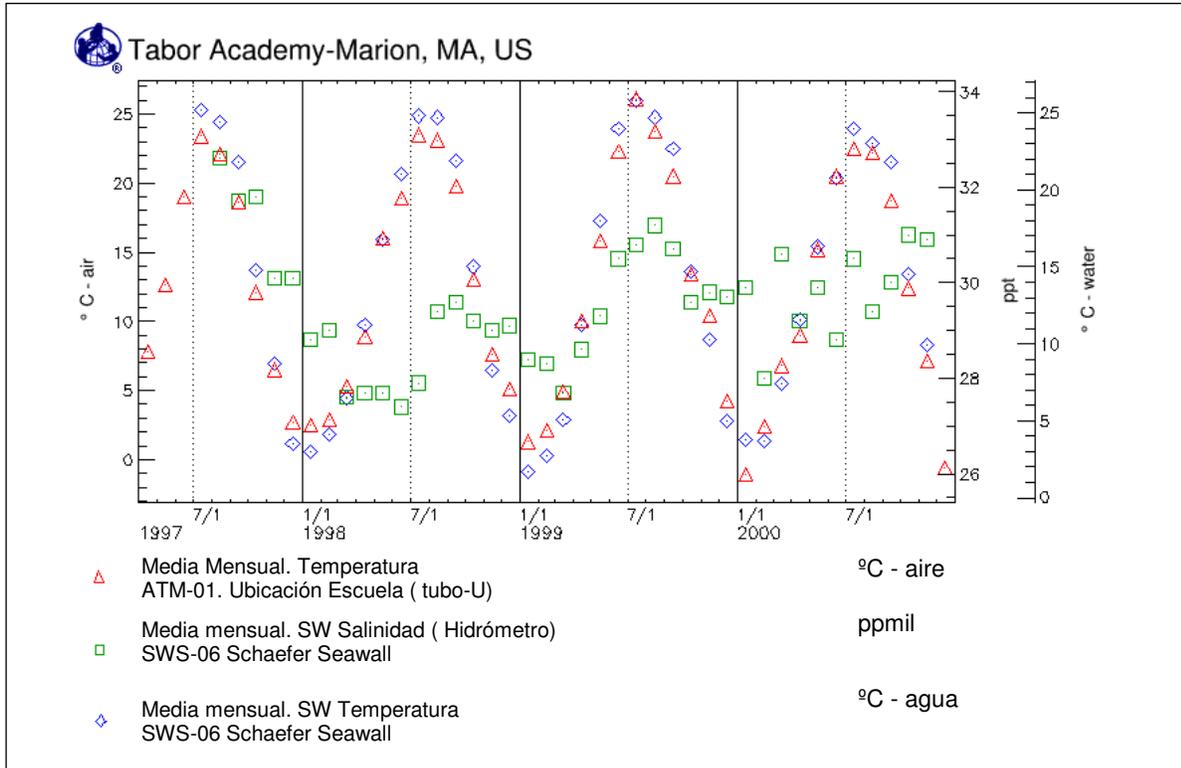


Figura HI-SA-3

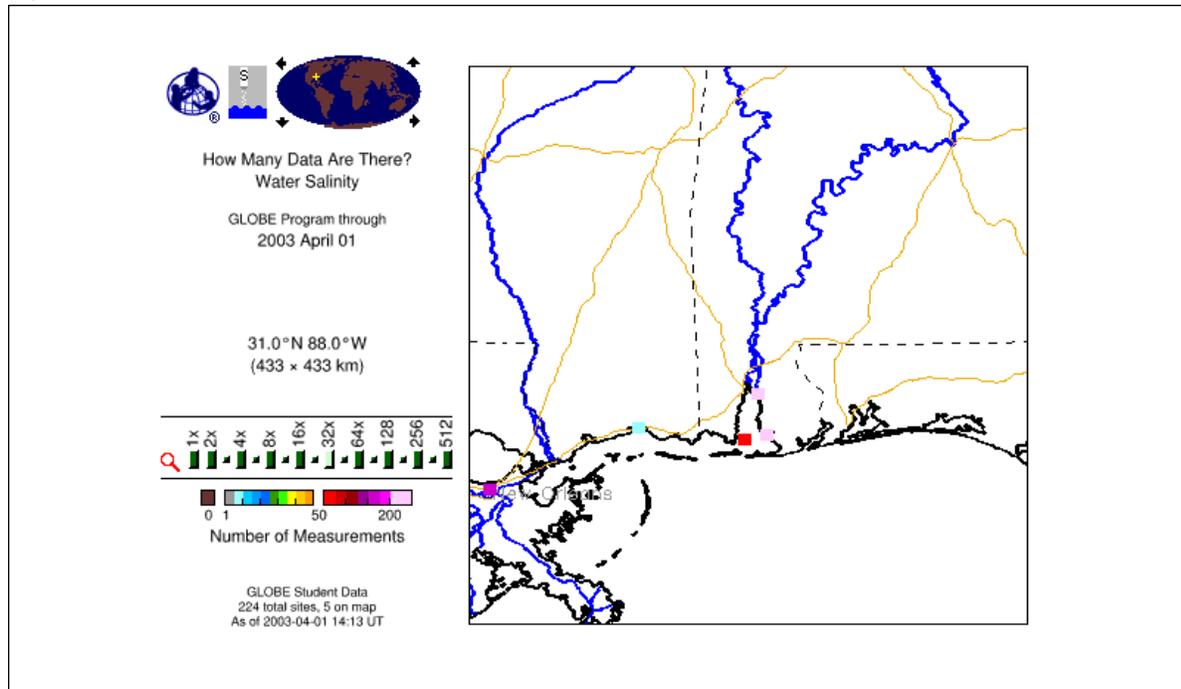


Figura HI-SA-4

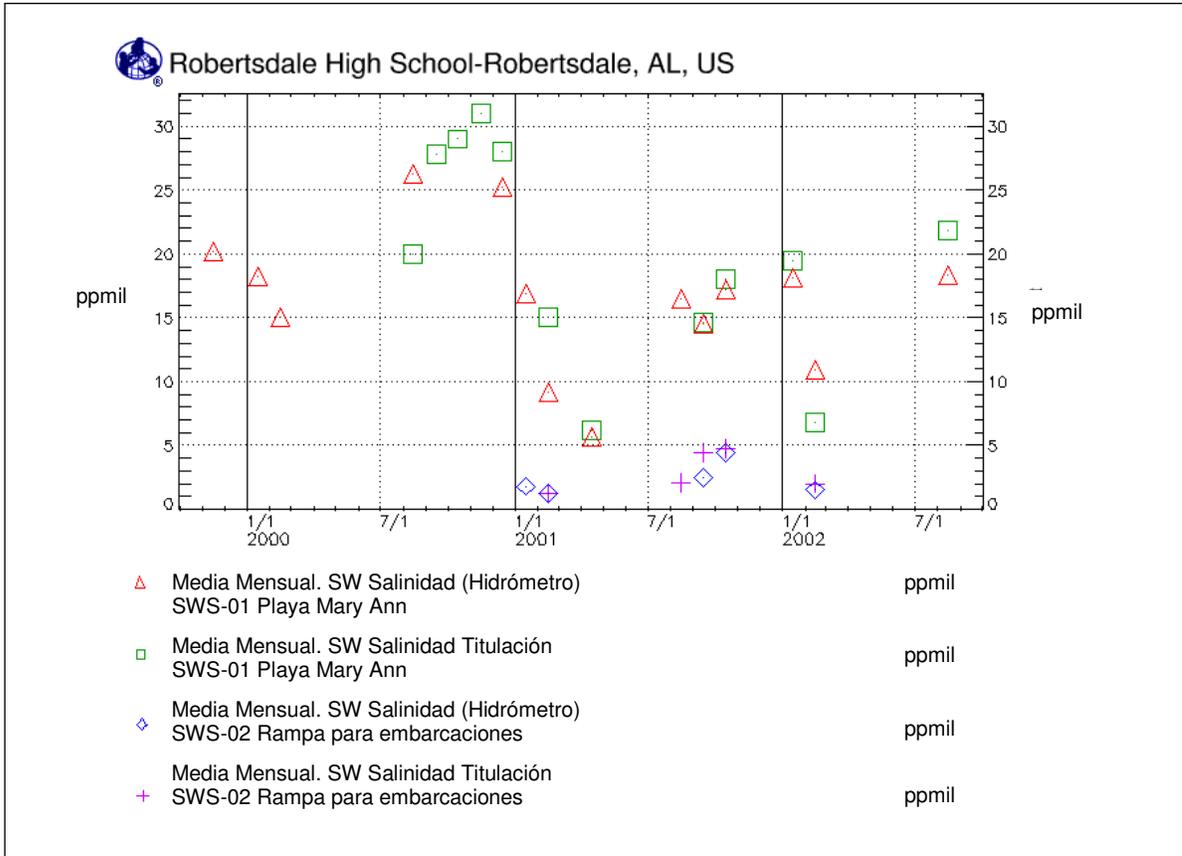


Figura HI-SA-5

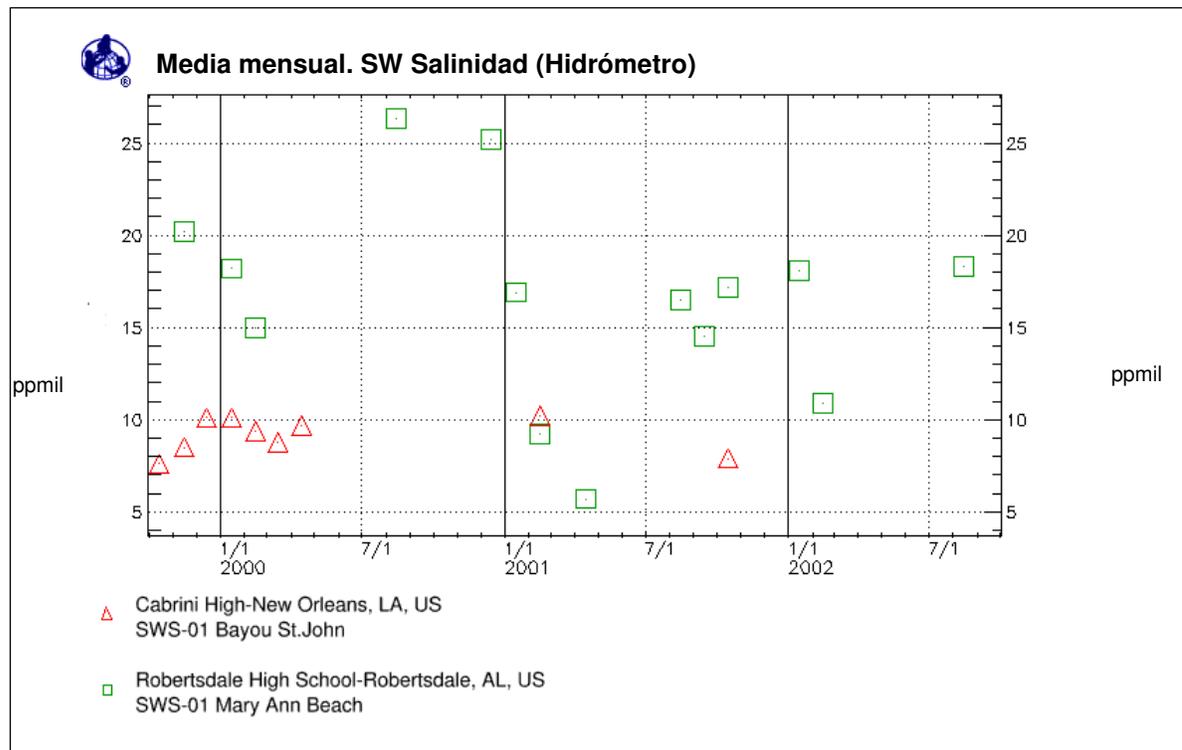


Figura HI-SA-6

