

Protocolo de Transparencia del Agua



Objetivo General

Determinar la transparencia del agua utilizando un disco Secchi (aguas tranquilas y profundas) o un tubo de transparencia (aguas rápidas o superficiales)

Visión General

En aguas tranquilas y profundas el alumnado bajará el disco Secchi hasta que no pueda ser visto y lo subirá hasta que reaparezca. En aguas rápidas o poco profundas, los estudiantes tomarán una muestra de agua en un cubo y lo echarán dentro del tubo de transparencia hasta que el fondo del tubo no se pueda ver. Los estudiantes anotarán la altura del agua en el tubo. La profundidad tanto para el disco Secchi como para el tubo de transparencia depende de la cantidad de material en suspensión y de los colorantes que tenga el agua.

Objetivos Didácticos

Los estudiantes aprenderán a:

- Utilizar el disco Secchi o el tubo de transparencia.
- Examinar las razones para el cambio de la transparencia de un cuerpo de agua.
- Comunicar los resultados del proyecto a otros centros GLOBE.
- Colaborar con otros centros GLOBE (del país o de otros países).
- Compartir observaciones mandando los datos a los archivos de GLOBE.

Conceptos de Ciencias

Ciencias de la Tierra y del Espacio

El agua es un disolvente.

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

Ciencias Físicas

Los objetos tienen propiedades observables.

Ciencias de la Vida

Los organismos modifican el entorno en el que viven.

Los humanos pueden cambiar los entornos naturales.

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

Habilidades de Investigación Científica

Usar un tubo de transparencia y un disco Secchi para medir la transparencia del agua.

Identificar preguntas y respuestas relacionadas con el protocolo.

Diseñar y dirigir investigaciones científicas.

Usar las matemáticas apropiadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y explicaciones usando evidencias

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Comunicar procesos y explicaciones.

Tiempo: 10 minutos

Nivel: Todos

Frecuencia: Semanalmente

Materiales y Herramientas

Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología,

Guía de Campo del Protocolo de Cobertura de Nubes

Guantes de látex

Medición con el Disco Secchi

Guía de Campo del protocolo de Transparencia con Disco Secchi

- Disco Secchi (con una cuerda)
- Metro de madera
- Pinzas o gancho (opcional)

Medición con el Tubo de Transparencia

- Guía de Campo del Protocolo de Transparencia con Tubo de Transparencia

- Guía de Campo para Recogida de una Muestra de Agua con un Cubo

- Tubo de transparencia
- Recipiente para verter el agua dentro del tubo.

Preparación

Si no tenemos disponible un tubo de transparencia o un disco Secchi se puede fabricar uno.

Requisitos Previos

Es necesario, antes de que hagan su primera medición, una breve explicación de cómo se usa el disco Secchi o el tubo para medir la transparencia del agua.

Practicar el protocolo antes de tomar las medidas.

Protocolo de Transparencia del Agua – Introducción

¿Cómo es de transparente el agua? Esta es una cuestión importante para nosotros que bebemos agua. Esto es incluso más importante para las plantas y los animales que viven en el agua. Las partículas en suspensión en el agua son similares al polvo en la atmósfera, ya que reducen la profundidad a la cual la luz puede penetrar. La luz del sol aporta la energía para la fotosíntesis (proceso por el cual las plantas crecen tomando carbono, nitrógeno, fósforo y otros nutrientes, y liberando oxígeno). La profundidad a la que penetre la luz del sol en el cuerpo de agua determinará la profundidad a la cual las plantas acuáticas pueden crecer.

La transparencia disminuye con la presencia de moléculas y partículas que pueden absorber o dispersar la luz. Materiales oscuros o negros absorben más longitud de onda mientras que materiales claros o blancos la reflejan. El tamaño de las partículas es importante también. Las partículas pequeñas (diámetros menores de 1 μm) pueden dispersar la luz.

El destino de la luz cuando entra en un cuerpo de agua depende de la cantidad, composición y tamaño de los materiales disueltos y en suspensión.

Lagos de aguas “duras” con muchas partículas de CaCO_3 en suspensión tienen un color entre verde y azul, lo que indica que preferentemente dispersan la luz de longitud de onda correspondiente a esos colores, sin embargo lagos con materia orgánica aparecen más verdes o amarillos. Ríos con alta carga de sedimentos son a menudo del color de los sedimentos (por ejemplo, marrón).

Los sedimentos pueden provenir de fuentes naturales o humanas. La tierra con poca cobertura vegetal (tal como áreas agrícolas o deforestadas) pueden ser mayores fuentes de sedimentos. El material orgánico coloreado puede producirse *in situ* tal como detritus y biota o provenir de aportaciones al cuerpo de agua.

GLOBE ofrece dos técnicas para medir la transparencia. Si su sitio de hidrología está en un cuerpo de agua que es profundo y tranquilo (no rápidos como un arroyo), use el disco Secchi. Si su sitio está en un cuerpo de agua que es poco profundo y rápido, entonces necesita usar el tubo de transparencia. Estas dos medidas están relacionadas pero son ligeramente diferentes. Ambas miden transparencia; sin embargo, no se puede comparar directamente las medidas del disco Secchi con las del tubo de transparencia entre dos sitios.

Figura HI-TR-1: Medida de Transparencia en Aguas poco Profundas o Rápidas

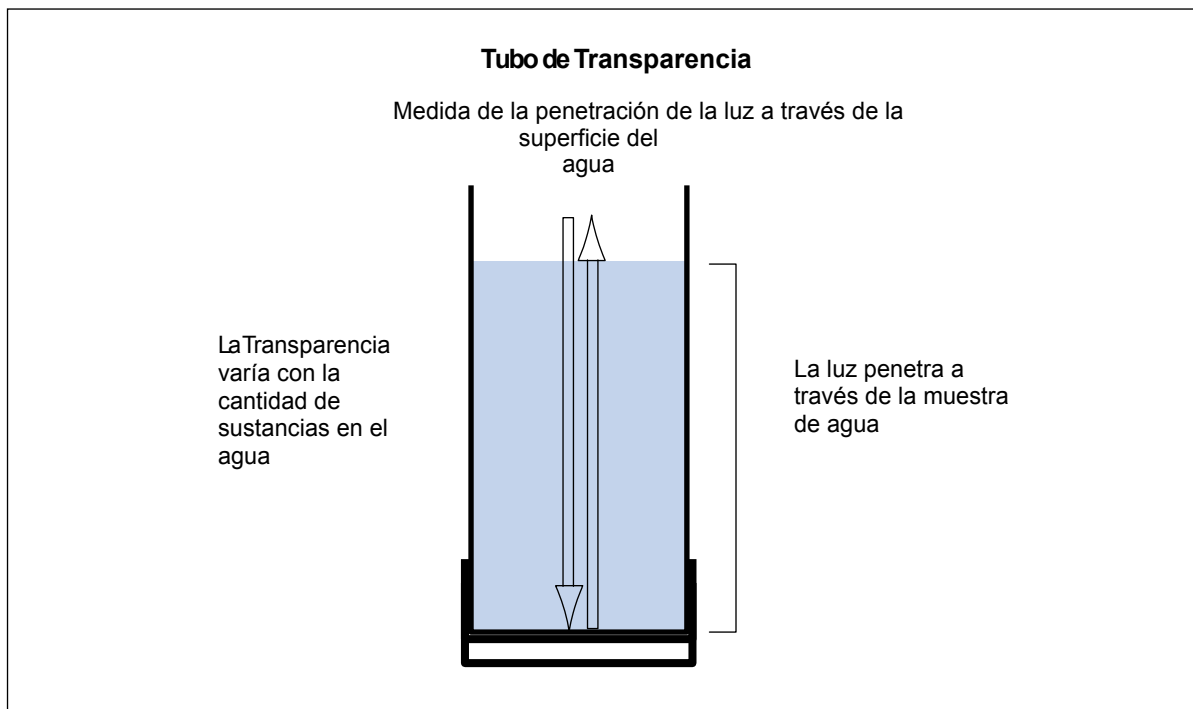
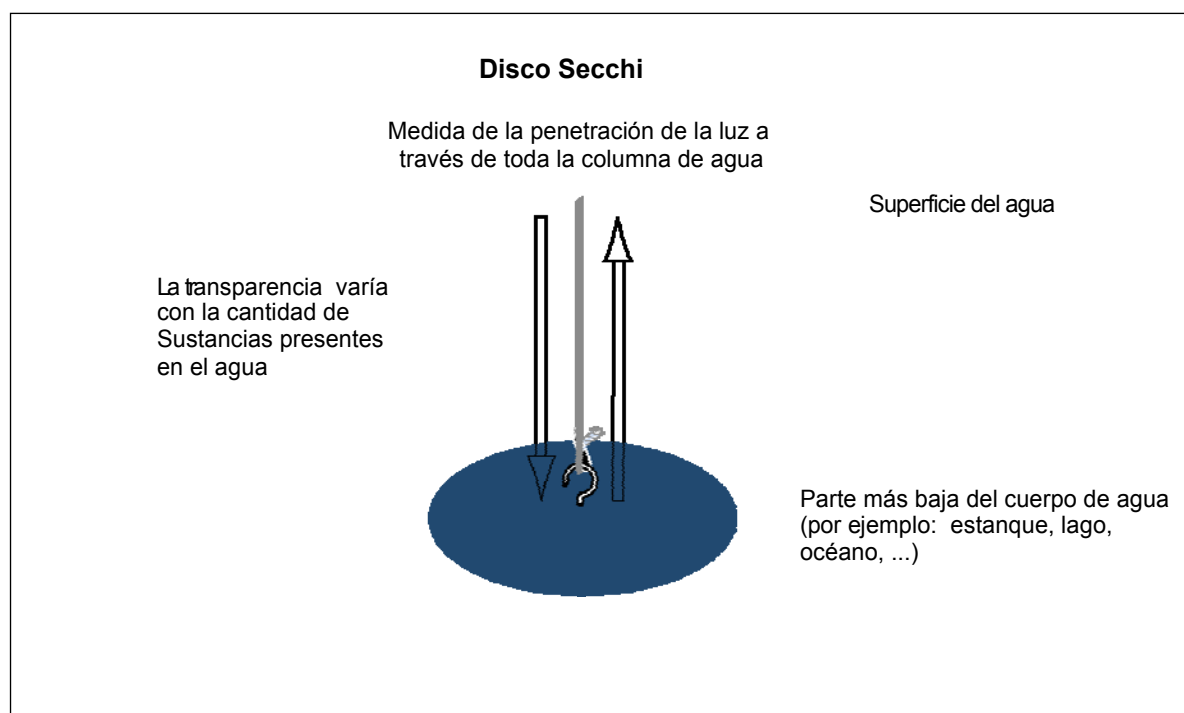


Figura HI-TR-2: Medida de Transparencia en Aguas Profundas y Tranquilas



El disco Secchi mide una columna de agua. La penetración de la luz variará con la profundidad de esa columna de agua. Toda la luz que es reflejada desde el disco Secchi pasa a través del agua desde la superficie. El tubo de transparencia, por otro lado, mide la transparencia de una muestra de agua tomada de la superficie. La luz puede entrar en el tubo de transparencia tanto desde arriba como desde los lados del tubo. Dado que la muestra de agua es diferente (una columna frente a una muestra superficial) y el instrumento usado no permite una penetración equivalente de la luz, las dos medidas no son directamente comparables. Las figuras HI-TR-1 y HI-TR-2 ilustran esas diferencias.

Apoyo al Profesorado

Protocolos de Apoyo.

Atmósfera: Datos atmosféricos, tales como precipitación y temperatura, pueden ser importantes para la interpretación del dato de transparencia. La transparencia puede cambiar rápidamente en respuesta a entradas de agua, tales como precipitaciones o restos procedentes del deshielo. El deshielo tendrá lugar cuando la temperatura del aire caliente la nieve lo suficiente como para derretirla.

Cobertura Terrestre: Los cambios estacionales en la cobertura terrestre pueden afectar a la transparencia. Por ejemplo, restos procedentes de campos agrícolas durante la época del arado de las tierras puede causar cambios de transparencia. Los cambios de la cobertura terrestre pueden incrementar la velocidad de erosión por exposición del suelo. Es útil saber la cobertura terrestre río arriba del sitio de estudio de hidrología para poder interpretar los datos de transparencia.

Actividades de Apoyo

El *Protocolo de Transparencia* puede usarse para ilustrar cómo diferentes variables pueden afectar a las mediciones.

(*Practicando sus protocolos: Transparencia*). Los estudiantes pueden mostrar en gráficos las variaciones en el resultado de los datos tomando las medidas en el sol, en la sombra, con gafas de sol, esperando tiempos

diferentes para hacer la lectura, etc. Esos experimentos que ayudan a los estudiantes a entender la importancia de seguir los protocolos, también les ayuda a identificar las variables que afectan a la transparencia.

Procedimientos de Medición

El *Protocolo de Transparencia* necesita los datos de cobertura de nubes. Ver el *Protocolo de Nubes* en la *Investigación de Atmósfera*.

Las medidas de transparencia hay que hacerlas a la sombra. Una mirada sobre el agua con la luz del sol o diferencias de visibilidad entre mediciones en días nublados o soleados puede afectar las medidas. Para estandarizar los datos, todas las medidas deben hacerse a la sombra.

Protocolo del Disco Secchi

El *Protocolo de Transparencia con disco Secchi* necesita tres medidas: 1) la distancia entre la superficie del agua y dónde el disco desaparece, 2) La distancia entre la superficie del agua y donde el disco reaparece y 3) la distancia entre el observador y la superficie del agua. Si está midiendo en la superficie del agua entonces anota "0" para la última medida. Saber la distancia entre el observador y la superficie del agua ayuda a los científicos a interpretar mejor y comparar datos entre sitios diferentes.

Si el disco Secchi alcanza el fondo de su cuerpo de agua antes de desaparecer, anote a profundidad del agua con un signo "mayor que" ">" (por ejemplo, >30 m).

No marque la cuerda del disco Secchi con distancias medidas de tal manera que puedas leer directamente en la cuerda. A menudo las cuerdas se estiran cuando están mojadas. Es mejor usar un metro de madera que emplear marcas en la cuerda.

Medidas de Seguridad

Los estudiantes deberán usar guantes cuando manipulen el agua que podría tener sustancias potencialmente peligrosas tales como bacterias o residuos industriales.

Mantenimiento del Instrumental

1. Enjuagar el tubo de transparencia o el disco Secchi con agua limpia después de su uso, luego dejarlo escurrir y secar completamente.
2. Guardar el tubo con una tapa de PVC en la parte abierta para protegerlo de daños.
3. No guarde el metro de madera dentro del tubo – la humedad puede dañar el metro.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Cambia la transparencia del agua con otros parámetros, tales como precipitación, temperatura del agua, velocidad y dirección del viento, estaciones y cobertura terrestre?

Protocolo de Transparencia Disco Secchi

(para aguas profundas y tranquilas)

Guía de Campo

Actividad

Medir la transparencia de la muestra de agua.

Qué se Necesita

- Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología
- Guía de Campo del Protocolo de Cobertura de Nubes
- Disco Secchi con una cuerda atada
- Pinzas (opcional)
- Bolígrafo o lápiz
- Metro de madera
- Guantes de látex

En el Campo

1. Rellenar la parte superior de la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología*.
2. Anotar la cobertura de nubes (ver *Guía de Campo del Protocolo de Cobertura de Nubes en la Investigación de Atmósfera*).
3. Esperar a que el disco Secchi esté a la sombra o usar un paraguas o cartulina para dar sombra al área donde se hará la medición.
4. Si no puede alcanzar la superficie del agua, establezca una altura de referencia. Esta puede ser una verja, la cadera de una persona, o el borde de un muelle. Todas las medidas deberán ser tomadas desde ese punto. Ponerse los guantes de látex porque probablemente toques la cuerda mojada con el agua de la muestra.
5. Bajar el disco despacio dentro del agua hasta que desaparezca.
6. Marca la cuerda con una pinza a la altura de la superficie del agua o si no puedes acceder fácilmente (por ejemplo, si estás en un muelle o en un puente) marca la cuerda a la altura de referencia.
7. Bajar el disco otros 10 cm dentro del agua, después subir el disco hasta que reaparezca.
8. Marcar la cuerda con una pinza a la altura de la superficie del agua o a la altura de referencia.
9. Deberá haber ahora dos puntos marcados en la cuerda. Anotar la longitud de la cuerda entre cada marca y el disco Secchi en su *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología* a los cm más próximos. Si las profundidades difieren más de 10 cm, repetir la medida y anotar las nuevas mediciones en su hoja de datos.
10. Si se marcó la cuerda a la altura de la superficie del agua, anotar “0” como la distancia entre el observador y la superficie del agua.
11. Si se marcó la cuerda a una altura de referencia, bajar el disco hasta alcanzar la superficie del agua y marcar la cuerda en el punto de referencia. Anotar la longitud de la cuerda entre la marca y el disco como la distancia entre el observador y la superficie del agua.
12. Repetir los pasos del 5 al 11 dos veces más con diferentes estudiantes como observadores.

Preguntas Frecuentes.

1. Cuando se comparan datos entre dos sitios, ¿se necesita hacer un ajuste para los datos tomados a la altura de la superficie del agua para compararlos con los datos tomados desde un puente o un muelle?

Esta distancia no se usa para ajustar el disco Secchi. Sin embargo, informar que las mediciones se han hecho a cierta distancia entre el observador y el agua, ayuda a la interpretación de los datos.

2. Mis estudiantes usan un estanque para las medidas de hidrología, ellos van en una barca y usan el disco Secchi para medir la transparencia. No estamos seguros de las dos medidas que tenemos que tomar. Miden a la altura de la superficie del agua cuando aparece y desaparece la parte alta del disco. ¿Cuál es la otra medida?



Para la otra medida, la distancia desde dónde se hace la lectura y la superficie del agua, debes poner cero. Algunas escuelas hacen la lectura del disco desde un embarcadero e informan de la profundidad medida usando un nivel de referencia que no es la superficie del agua, sino alguna distancia por encima de la superficie. Por eso necesitan también informar de la distancia entre el embarcadero y el agua. De esa manera tenemos todos los datos “en bruto” en la base de datos.

Protocolo de Transparencia Tubo de Transparencia (Para Aguas Rápidas y Superficiales)

Guía de Campo.

Actividad

Medir la transparencia de la muestra de agua.

Qué se Necesita

- Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología
- Guía de Campo de Toma de Muestra de Agua con un Cubo
- Guía de Campo de Cobertura de Nubes.
- Tubo de transparencia.
- Vaso o taza para verter el agua en el tubo
- Bolígrafo o lápiz
- Guantes de látex

En el Campo

1. Rellenar la parte superior de la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología*.
 2. Anotar la cobertura de nubes. Ver *Guía de Campo del Protocolo de Cobertura de Nubes de la Investigación de Atmósfera*.
 3. Ponerse los guantes.
 4. Recoger una muestra de agua superficial. Ver *Guía de Campo de Toma de Muestra de Agua con un Cubo*.
 5. Colocarse con el sol a la espalda de tal manera que el tubo esté a la sombra.
 6. Verter el agua despacio dentro del tubo usando un recipiente pequeño. Mirar en línea recta hacia abajo, dentro del tubo, con los ojos cerca del orificio del tubo. Dejar de añadir agua cuando no se pueda ver el dibujo del fondo del tubo.
 7. Girar el tubo suavemente para estar seguro de que no se ve nada del dibujo del fondo.
 8. Anotar la profundidad del agua en el tubo en la *Hoja de Datos de la Investigación de Hidrología* redondeando a cm.
- Nota: Si se sigue viendo el disco en el fondo del tubo después de llenarlo, anotar la profundidad como >120 cm.**
9. Poner el agua del tubo de nuevo en el cubo o mezclarlo con la muestra que quedaba.
 10. Repetir la medición dos veces más con diferentes observadores usando la misma muestra.

Preguntas Frecuentes



1. ¿Es correcto hacer un agujero pequeño en el tubo, cerca del fondo, llenar el tubo con agua, y después ir soltando agua hasta que el dibujo del fondo aparezca?

Este método es aceptable si la medición se hace muy rápida. Las partículas se depositan rápidamente, especialmente si se han removido del fondo. La lectura debe ser hecha antes de que las partículas se depositen y oculten el dibujo.

Protocolo de Transparencia del Agua.– Interpretando los Datos.

¿Son razonables los datos?

Como siempre lo primero que un investigador debe preguntarse cuando mira los datos es: ¿Parecen razonables y tienen sentido? Sin embargo, cuando se trata de los datos de transparencia, esta no será una cuestión sencilla de responder. Como norma general, muchas aguas naturales tienen valores de transparencia en un rango entre 1 metro a pocos metros. Un valor bajo, menor de un metro, se esperaría en un cuerpo de agua altamente productivo (por ejemplo, con muchas algas microscópicas). Un valor bajo puede también deberse a una alta concentración de sólidos en suspensión. Lagos, extremadamente claros, aguas costeras y zonas alrededor de arrecifes de coral pueden tener valores de transparencia de más de 30-40 m.

Los valores de transparencia, sin embargo, pueden ser altamente variables, incluso en el interior de un único cuerpo de agua. Las partículas en suspensión de naturaleza variable tienen efecto sobre la transparencia de un cuerpo de agua. Algunas de esas sustancias, incluyen suelos, algas y otros organismos planctónicos, hojas caídas y varios tipos de contaminantes. La transparencia puede también cambiar con respecto al tiempo. Por ejemplo, una larga tormenta reduciría drásticamente la transparencia en un arroyo, río o estanque durante el transcurso de unos minutos por la introducción de residuos turbios. Un repentino calentamiento durante la primavera puede producir un gran flujo de deshielo que incrementaría la transparencia. Debido a que la transparencia es muy específica para un sitio, la mejor forma de ver si los datos son razonables es guardar las muestras recogidas varios años. Los datos de la figura HI-TR-3 parecen razonables porque los puntos en estos datos muestran una tendencia temporal. El gran número de puntos de datos coherentes hace esta tendencia aparente. Cuando miramos la figura HI-TR-4 la naturaleza errática de esos puntos de datos hace confuso saber si son razonables o no. Un mayor registro de datos coherentes podría mostrar que la tendencia existe. Sin embargo, estos datos podrían ser perfectamente razonables con la presencia de una tendencia, porque su naturaleza errática podría estar causada por una combinación de los factores anteriormente mencionados.

¿Qué buscan los científicos en estos datos?

Los datos de transparencia pueden dar una buena indicación de la productividad biológica de un cuerpo de agua. Típicamente un lago productivo tendrá menor transparencia debido a una abundancia de biomasa (particularmente algas). Si la profundidad del disco Secchi es menor de un metro, pequeños cambios en la entrada de nutrientes puede causar mayores cambios en la productividad y por lo tanto en la transparencia. Durante el tiempo cálido en lagos de alta productividad, puede tener lugar el agotamiento del oxígeno, causando la muerte masiva de los peces. La profundidad a la cual la luz penetra determina la profundidad a la cual las plantas con raíz pueden crecer.

La tendencia anual en los datos de transparencia puede usarse para investigar ciclos anuales en el interior del agua. Un buen ejemplo de esto es el dato de la figura HI-TR-3 que fue tomada desde la ensenada de un embalse de la República Checa. Hay un aparente incremento en transparencia durante los meses de invierno y disminuye en transparencia en los meses de verano. Una posible explicación es que las algas son el principal factor que afecta a la transparencia en esta agua. En los meses de verano, hay una gran cantidad de algas causando la disminución de la transparencia. En los meses de invierno, la disminución de la luz solar y las frías temperaturas están normalmente asociadas con la disminución de la producción de algas llevando a un incremento de la transparencia. Las pautas estacionales en precipitación deben ser vistas en los datos de transparencia también.

La transparencia no es un buen indicador de la calidad del agua. Da información de cuantas partículas hay en la muestra de agua, pero no da información sobre la naturaleza de estas partículas. Por lo tanto, una muestra de agua con una alta transparencia podría contener sustancias nocivas mientras una muestra con más turbidez, es decir, con menor transparencia, podría ser inocua.

Ejemplos de Estudios de Investigación de los Estudiante.

Formulando una Hipótesis.

Un estudiante decide buscar variaciones estacionales en las medidas de transparencia de GLOBE. Primero busca los centros escolares que han tomado datos de transparencia. Para tener suficientes puntos de datos y sacar algunas conclusiones, tiene en cuenta sólo aquellos centros que tienen 30 o más mediciones de transparencia.

Encuentra una interesante tendencia en los datos de la escuela de *Crescent Elk*, California. El sitio de la medición, el arroyo Elk, muestra unos valores más altos de transparencia en los meses de verano y más bajos en los meses de invierno. Este estudiante se dio cuenta de que esa tendencia era la contraria de lo que cabría esperar si el crecimiento de algas fuera el primer factor que controlara la transparencia. El estudiante recuerda lo aprendido en algún sitio sobre que los meses de invierno son la estación lluviosa en la costa oeste de los Estados Unidos.

Puesto que muy a menudo se asocia el incremento de las precipitaciones con el incremento de residuos enuncia la hipótesis de que los niveles de transparencia en el arroyo Elk serán más bajos durante la estación de las lluvias y más altos durante la estación seca.

Toma y Análisis de Datos.

Usando la Web de GLOBE, el estudiante determina los datos de las medidas del tubo de transparencia y de precipitaciones para el arroyo Elk desde julio de 1998 hasta julio de 2001. En esta gráfica aparece una correlación entre los dos datos representados. Ver figura HI-TR-5.

Después busca las medias mensuales de precipitación y de mediciones del tubo de transparencia para este sitio (Tabla HI-TR-1). Marca los datos en dos ejes diferentes en un programa de gráficos. Ahora aparece que hay, sin lugar a dudas, una correlación entre los datos de precipitación y de transparencia del arroyo Elk (Figura HI-TR-6). La correlación se ve mejor en los datos de los meses de verano de 1998 a los meses de invierno de 1999. La transparencia determinada es inversamente proporcional a la precipitación durante esas fechas. En otras palabras, la transparencia disminuye según aumentan las precipitaciones. Hay algunos picos extraños en los datos de transparencia, pero eso puede ser aceptable. La transparencia depende de muchos otros factores adicionales a las precipitaciones.

Las precipitaciones para 2000 fueron más esporádicas para este sitio. No muestra una clara tendencia estacional como los otros años analizados. Esto también se refleja en los datos de transparencia para este periodo de tiempo.

Basado en estos resultados concluyó que la hipótesis inicial estaba parcialmente apoyada por los datos. Parecía que la transparencia para el sitio del arroyo Elk se veía afectada por las

precipitaciones, sin embargo hay otros factores que también afectan a la transparencia.

Trabajos Posteriores

El estudiante ahora quiere contactar con el centro escolar y debatir su hipótesis con ellos. La escuela debe ser capaz de aportarle pistas tales como qué otros factores pueden estar influyendo en la transparencia.

Tabla HI-TR-1

Mes	Media precip. (mm)	Media transp. tubo (cm)
7/1998	0	125
8/1998	0	125
9/1998	0	125
10/1998	88,3	101
11/1998	431,4	
12/1998	265,0	101
1/1999	188,4	96
2/1999	390,1	102
3/1999	103,6	90
4/1999	62,3	119
5/1999	72,5	104
6/1999	4,5	113
7/1999	1,0	110
8/1999	11,5	115
9/1999	4,0	77
10/1999	43,0	115
11/1999	137,0	99
12/1999	143,4	86
1/2000	470,5	92
2/2000	316,7	83
3/2000	306,3	94
4/2000	452,0	105
5/2000	451,2	85
6/2001		125

Figura HI-TR-3

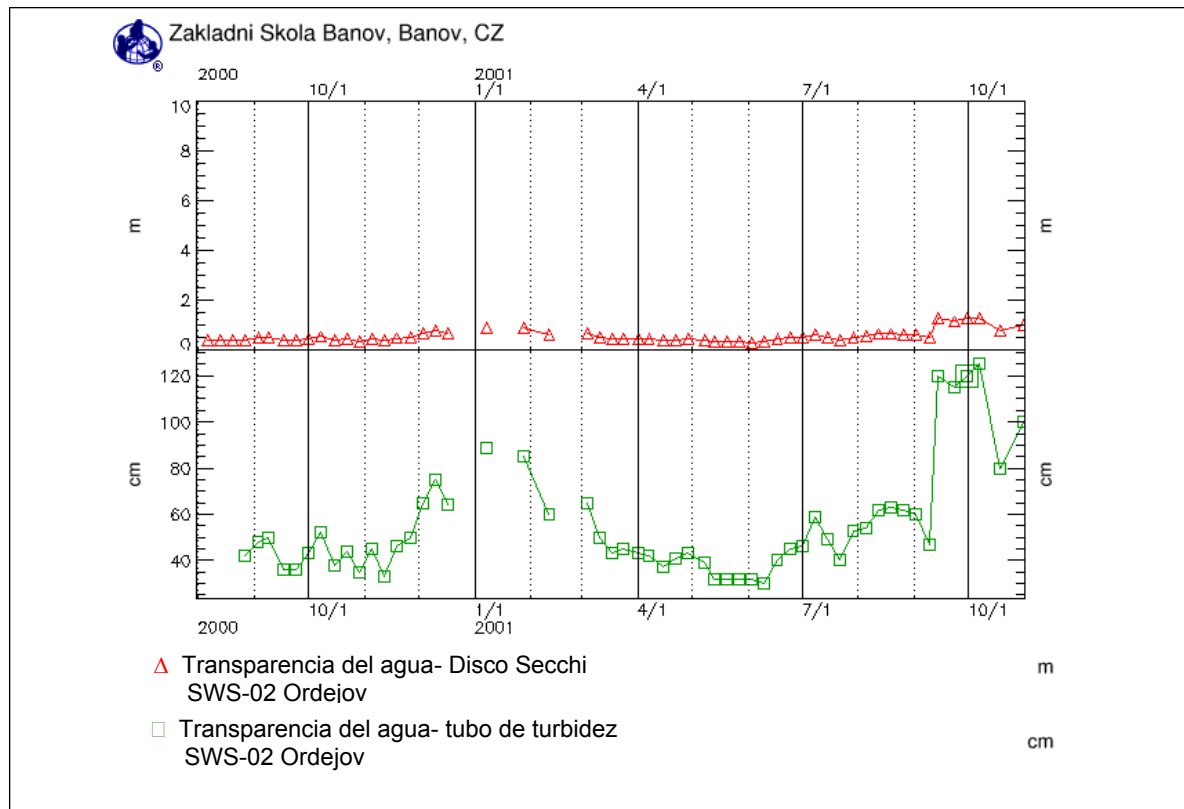


Figura HI-TR-4

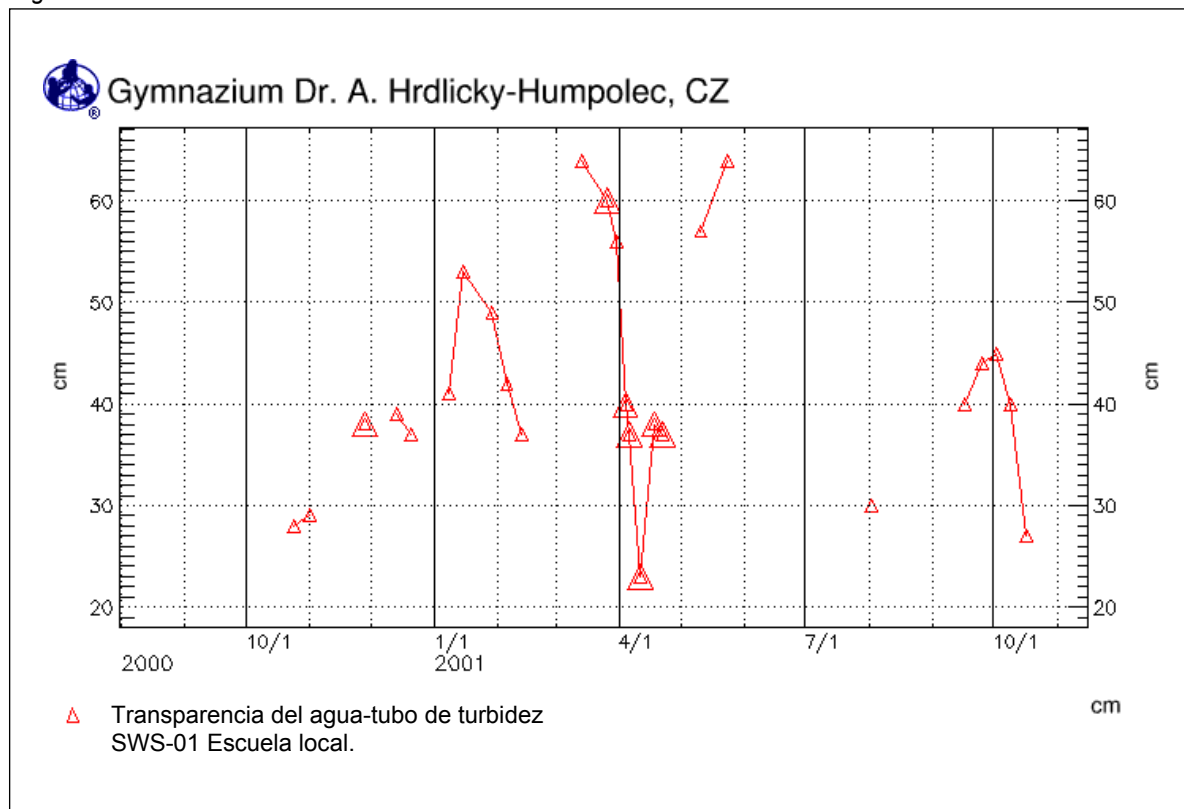


Figura HI-TR-5

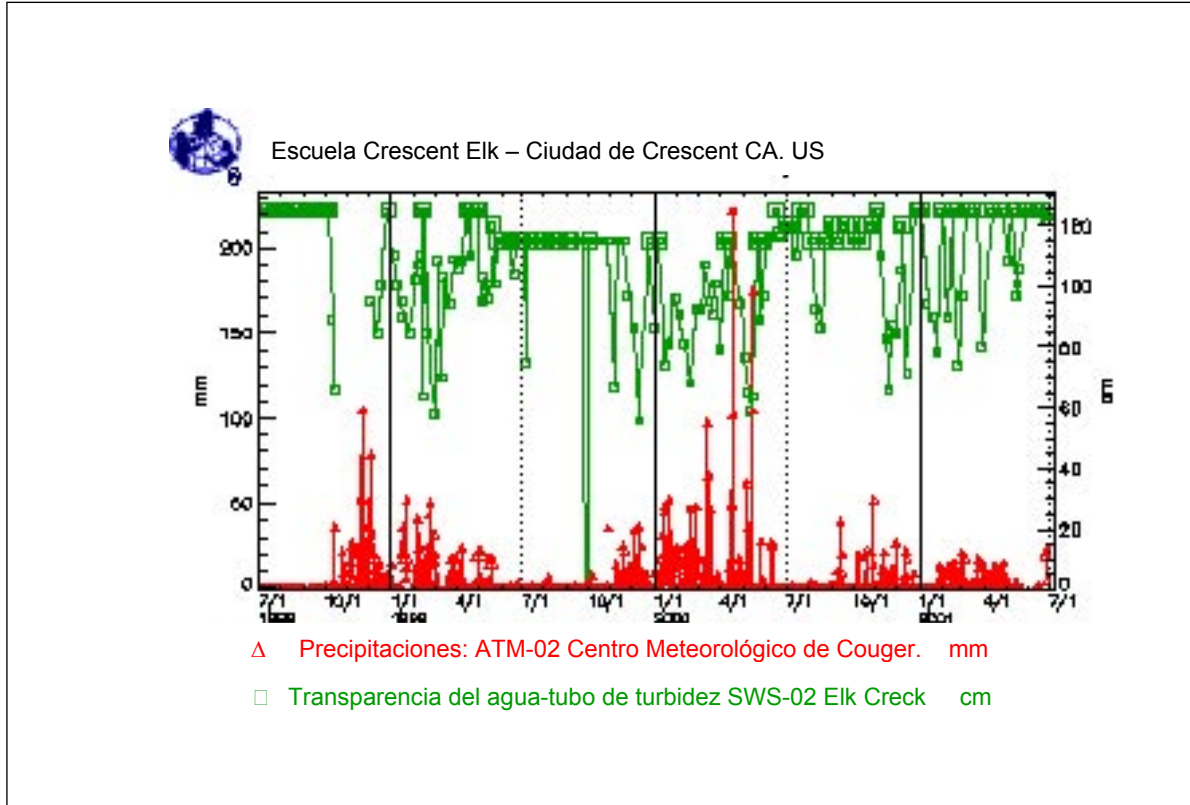


Figura HI-TR-6

