

# Conducibilità- Protocollo

## Scopo

Misurare la conducibilità di un campione di acqua nel sito idrologia per acque superficiali dolci.

## Visione d'insieme

Gli studenti misureranno direttamente la conducibilità elettrica con un conduttimetro elettrico.

Gli studenti faranno una stima dei solidi totali disciolti (misura indiretta) utilizzando i valori della conduttività elettrica misurata.

## Risultati per gli Studenti

Gli studenti impareranno a:

- Utilizzare un conduttimetro elettrico;
- Esaminare le ragioni di cambiamenti nella conducibilità di un corpo idrico;
- Comunicare i risultati del progetto con altre scuole GLOBE;
- Usare la tecnologia in classe;
- Collaborare con altre scuole GLOBE (all'interno del loro paese o in altri paesi), e
- Condividere le osservazioni, presentando i dati all'archivio Globe.

## Concetti scientifici

### Scienze della Terra e dello Spazio

I materiali della terra sono solide rocce, suoli, acqua e atmosfera.

L'acqua è un solvente.

Ogni elemento si muove tra i diversi serbatoi (biosfera, litosfera, atmosfera, idrosfera).

### Scienze fisiche

Gli oggetti hanno proprietà osservabili.

### Scienze della vita

I microrganismi possono sopravvivere solo in ambienti in cui siano soddisfatti i loro bisogni.

La Terra ha molti ambienti diversi che supportano diverse combinazioni di organismi.

Gli esseri umani possono modificare gli ambienti naturali.

Tutti i microrganismi devono essere in grado di ottenere e utilizzare le risorse pur vivendo in un ambiente che cambia costantemente.

### Abilità Scientifiche di Indagine

Utilizzare un conduttimetro per misurare la conduttività dell'acqua.



Identificare le domande a cui è possibile dare una risposta.

Progettare e condurre indagini scientifiche.

Utilizzare strumenti matematici adeguati per analizzare i dati.

Sviluppare descrizioni e previsioni sulla base di prove.

Riconoscere e analizzare spiegazioni alternative.

Comunicare procedure, descrizioni e previsioni.

## Livello

Tutti

## Tempo

10 minuti

## Frequenza

Settimanale

## Materiali e strumenti

*Hydrology Investigation Data Sheet*

*Electrical Conductivity Protocol Field Guide*

Conduttimetro elettrico

Termometro

Acqua distillata in bottiglia pulita

Tessuto soffice

2 beaker da 100 mL

Guanti in lattice

1 bottiglia di plastica da 600-700 mL

### Per la Calibrazione, aggiungere:

- Soluzione Standard

- 1 piccolo cacciavite (se necessario)

*Electrical Conductivity Calibration Protocol Lab Guide*

## Preparazione

Attività suggerite: *Practicing Your Protocols:*

*Electrical Conductivity Water Detectives (e-guide only)*

## Prerequisiti

Nessuno

# Conduttività elettrica

## Protocollo – Introduzione

Avete mai lasciato evaporare l'acqua da un piatto? Cosa rimane dopo che l'acqua è evaporata? L'acqua dolce ha molte impurità naturali - tra cui sali o minerali disciolti nell'acqua, che non possiamo sempre vedere o di cui non possiamo sentire l'odore. Appena l'acqua viene a contatto con rocce e col terreno, alcuni minerali si sciolgono nell'acqua. Altre impurità possono entrare in un corpo d'acqua attraverso il ruscellamento sui suoli o il deflusso delle acque di scarico. Se l'acqua contiene elevate quantità di sali disciolti, può essere dannoso utilizzarla per l'irrigazione delle colture.

Chiamiamo solidi totali disciolti (TDS abbreviato) la quantità di minerali e di impurità saline disciolti nell'acqua. Misuriamo TDS come parti per milione (ppm). Questo ci dice quante unità di impurità ci sono per un milione di unità di acqua, in massa. Per l'acqua che usiamo in casa, noi preferiamo un TDS inferiore a 500 ppm, anche se l'acqua con alto TDS può ancora essere abbastanza sicura. L'acqua utilizzata per l'agricoltura deve avere TDS inferiore a 1200 ppm, perché le colture sensibili non ne vengano danneggiate. La produzione, in particolare quella elettronica, richiede acqua priva di impurità.

Usiamo una misura indiretta per trovare il TDS dell'acqua. Un modo per misurare le impurità in acqua è quello di scoprire se conduce l'elettricità. L'acqua pura è un cattivo conduttore di elettricità. Quando taluni solidi (tipicamente sali) sono disciolti in acqua, si dissociano e formano ioni. Gli ioni trasportano una carica elettrica (positiva o negativa). Se ci sono più ioni in acqua, quest'ultima conduce meglio l'elettricità. Il misuratore di conduttività elettrica misura quanta energia elettrica viene condotta attraverso un centimetro di acqua. Se si guarda alla fine della sonda del misuratore si vedrà che ci sono due elettrodi ad 1 centimetro di distanza l'uno dall'altro. La conducibilità viene misurata come microSiemens per cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Questa è la stessa unità espressa come micromho, mho.

Per convertire la conducibilità elettrica di un campione di acqua ( $\text{S} / \text{cm}$ ) nella concentrazione approssimativa dei solidi totali disciolti (ppm) nel campione, è necessario moltiplicare la conducibilità ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ ) per un fattore di conversione. Il fattore di conversione dipende dalla composizione chimica dei solidi disciolti e può variare molto tra 0,54-0,96. Per esempio, gli zuccheri non influenzano la conducibilità perché non formano ioni quando si sciolgono. Il valore 0,67 viene comunemente usato come approssimazione.

$$\text{TDS (ppm)} = \text{conducibilità } (\mu\text{S} / \text{cm}) \times 0,67$$

È meglio utilizzare un fattore di conversione che è stato determinato nel corpo d'acqua in esame, invece della approssimazione detta in quanto le impurità nei corpi d'acqua possono variare notevolmente. Bere acqua con una conducibilità di  $750 \mu\text{S}/\text{cm}$  avrà una concentrazione approssimativa di solidi totali disciolti di 500 ppm. Neve alpina pura proveniente da zone remote ha una conducibilità di circa  $5 - 30 \mu\text{S} / \text{cm}$ .

*Tav. HY-EC-1: Conversione stimata dalla conduttività ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ai solidi disciolti totali (ppm) basata su un fattore di conversione medio di 0,67*

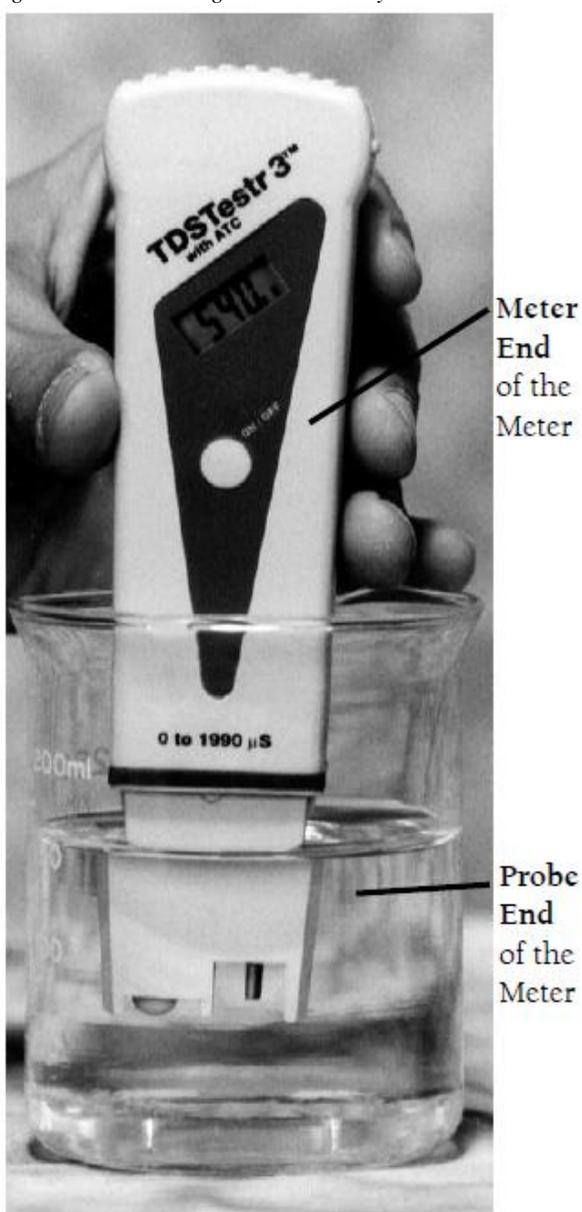
Conductivity ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)	Conductivity ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	TDS (ppm)
0	0	1050	704
50	34	1100	737
100	67	1150	771
150	101	1200	804
200	134	1250	838
250	168	1300	871
300	201	1350	905
350	235	1400	938
400	268	1450	972
450	302	1500	1005
500	335	1550	1039
550	369	1600	1072
600	402	1650	1106
650	436	1700	1139
700	469	1750	1173
750	503	1800	1206
800	536	1850	1240
850	570	1900	1273
900	603	1950	1307
950	637	2000	1340
1000	670	>2000	>1340

## Supporto al docente

### ***Procedimenti di misurazione***

Ci sono diversi produttori e modelli di conduttimetri. Alcuni modelli possono misurare la conducibilità con incrementi di 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; altri con incrementi di 1.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Se le misure del modello a disposizione hanno incrementi di 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo si dovrà calibrare il più vicino possibile alla soluzione standard. L'accuratezza e la precisione non saranno mai superiore al  $\pm 10 \mu\text{S} / \text{cm}$ . Gli strumenti devono essere calibrati prima di testare il campione di acqua. Questo può essere fatto in classe poco prima di andare al sito idrologia o sul sito idrologia direttamente.

Figure HY-EC-1: Using the Conductivity Meter



Per la misurazione della conduttività elettrica, il mercato offre sia sonde, che conduttimetri. Per chiarezza, le sonde sono gli strumenti che misurano la tensione o la resistenza in un campione di acqua. I conduttimetri sono strumenti che convertono le misurazioni elettriche (tensione o resistenza) in concentrazioni di solidi totali disciolti. Per misurare la conduttività elettrica (o altri tipi di misure), sono richiesti sia una sonda che un misuratore. A volte la sonda e il misuratore si trovano fusi nello stesso strumento e non possono essere smontati. Altri strumenti hanno sonde che sono separate dai contatori e devono essere collegate ai contatori per eseguire le misurazioni in acqua.

Alcuni misuratori di conducibilità possono avere una compensazione automatica della temperatura (ATC). I test per il team di Idrologia GLOBE hanno indicato che la compensazione della temperatura sui conduttimetri non è generalmente affidabile. *Per questo motivo, tutta l'acqua deve essere portata a temperatura ambiente (20 ° - 30 ° C) per la prova, anche se il produttore sostiene che lo strumento è compensato in temperatura.* È molto importante misurare la temperatura dell'acqua quando si fa la misura di conducibilità. La temperatura della soluzione in cui viene presa la misura della conducibilità aiuterà a individuare gli *errori* risultanti dall'errore del misuratore invece dei cambiamenti reali in solidi totali disciolti.

Se l'acqua del Sito Idrologia non è tra i 20 ° - 30 ° C, è necessario che si riscaldi all'aria nel secchio di campionamento o riscaldarla in modo artificiale in un contenitore separato, mentre gli studenti prendono altre misure di idrologia presso il sito idrologia, o raccogliere un campione in acqua in una bottiglia e portarla in classe. Dopo che l'acqua avrà raggiunto i 20 ° - 30 ° C, gli studenti possono potranno rilevare la misura di conducibilità.

Non immergere mai il misuratore completamente in acqua. Solo la parte del misuratore indicata nelle istruzioni deve essere immerso in acqua.

La maggior parte dei conduttimetri non può misurare l'alta conducibilità caratteristica di acque salate. Se il sito idrologia è relativo ad acqua salata, è necessario seguire il *Protocollo per la Salinità, Salinity Protocol*.

### ***Procedura per il Controllo Qualità***

I conduttimetri elettrici devono essere calibrati prima dell'uso. Verificare con il produttore che lo strumento memorizzi la calibrazione più recente. Se lo fa, il misuratore di conducibilità dovrebbe essere calibrato in aula o in laboratorio prima di andare sul sito Idrologia. Se lo strumento non mantiene la calibrazione più recente, è necessario calibrarlo appena prima di prendere le misure, facendo attenzione a non spegnere lo strumento o qualsiasi software associato ad esso. La temperatura dello standard di conducibilità dovrebbe essere di circa 25 °C.

### ***Protocolli di sostegno***

**Temperatura dell'acqua:** È importante prendere la temperatura dell'acqua nel sito idrologia seguendo il *Water Temperature Protocol*. Se la temperatura presso il sito non è compresa tra 20 ° - 30 ° C, è importante lasciare che il campione di acqua raggiunga questo intervallo di temperatura.  
**Caratteristiche e Copertura del suolo:** le caratteristiche del suolo e la sua copertura (Land Cover) forniscono informazioni sulla possibile origine delle sostanze disciolte nell'acqua.

**Atmosfera:** i dati atmosferici, soprattutto le precipitazioni, possono anche influenzare la concentrazione di solidi totali disciolti nell'acqua.

### ***Attività a sostegno***

Una discussione sui buoni conduttori e cattivi conduttori può aiutare gli studenti a capire meglio la misura. Per illustrare la conduttività dell'acqua, gli studenti misurino la conduttività dell'acqua distillata con il conduttimetro. Troveranno una lettura quasi a zero. Si mescoli una piccola quantità di sale in acqua e si vedrà il valore della lettura salire! Cosa succede quando si aggiunge lo zucchero?

Gli studenti possono anche beneficiare di una discussione di misure indirette. Alcune cose sono difficili da misurare direttamente. Per esempio, ci vorrebbe molto tempo per contare le dita di tutte le persone nella scuola! Ma potremmo stimare il numero di dita indirettamente contando gli studenti e moltiplicando per 10. Quali altre misure indirette possono pensare gli studenti?

### ***Precauzioni di sicurezza***

- Gli studenti devono indossare guanti quando si maneggia acqua in campo che potrebbe contenere sostanze potenzialmente pericolose quali batteri o residui industriali

### ***Suggerimenti utili***

È una buona idea tenere batterie di ricambio per lo strumento. Molti strumenti usano batterie piccole e piatte, simili a quelle usate per gli orologi.

### ***Manutenzione dello strumento***

#### ***Conduttimetro elettrico***

1. Il conduttimetro deve essere immagazzinato col cappuccio.
2. Mai immagazzinare lo strumento con gli elettrodi immersi in acqua distillata.
3. Gli elettrodi dovrebbero essere puliti periodicamente con alcool.
4. Se lo strumento non viene usato per lunghi periodi, togliere le batterie.

#### ***Soluzione Standard***

1. Lo standard deve essere conservato in un contenitore ben chiuso in frigorifero. Se il contenitore viene sigillato con nastro adesivo, l'evaporazione dell'acqua si riduce.
2. Scrivere la data in cui la soluzione Standard è stata acquistata in bottiglia. Gli Standard vanno gettati dopo un anno.
3. Non versare mai una soluzione Standard usata nella bottiglia, dove è contenuto lo standard fresco.

### ***Domande per ulteriori indagini***

Pensate che la conducibilità dell'acqua nel vostro sito di studio diminuisca o aumenti dopo una forte pioggia? Perché?

Vi aspettate che la conducibilità sia maggiore in un ruscello di alta montagna che riceve neve fresca disciolta o in un lago a quote più basse che riceve la stessa quantità di neve fresca disciolta? Perché pensate che l'acqua con un alto livello di TDS sia pericolosa per le piante?

# Conducibilità elettrica Calibrazione

## Protocollo

### Guida da Laboratorio

#### **Task**

Calibrare il conduttimetro elettrico.

#### **Materiali necessari**

- Conduttimetro elettrico
- Tessuto soffice
- Soluzione Standard
- 2 beaker da 100 mL o due tazze di plastica
- Termometro
- Guanti di lattice
- Acqua distillata in bottiglia pulita
- Piccolo cacciavite
- Bottiglia di plastica per rifiuti liquidi (bottiglia di lavaggio)

#### **In Laboratorio**

1. Portare la soluzione standard a temperatura ambiente (circa 25 ° C).
2. Versare, per una altezza di 2 cm circa, la soluzione standard in ciascuno dei due beaker puliti da 100 mL o in ciascuna delle due tazze.
3. Rimuovere il tappo dal tester della conducibilità elettrica e premere il pulsante On / Off per accenderlo.
4. Risciacquare l'elettrodo al fondo del tester con acqua distillata nella bottiglia di lavaggio.
5. Asciugare delicatamente con un panno asciutto. Nota: Non strofinare o sbattere l'elettrodo durante l'asciugatura.
6. Mettere la sonda del contatore nel primo beacker contenente la soluzione standard. Mescolare delicatamente per 2 secondi per togliere ogni goccia di acqua distillata.
7. Estrarre il conduttimetro dal primo bicchiere. Non sciacquare con acqua distillata.
8. Metterlo nel secondo bicchiere.
9. Mescolare delicatamente e attendere che i dati sul visore si assestino.
10. Se il display non legge il valore della soluzione standard, è necessario regolare lo strumento per leggere questo numero. (Per la maggior parte di conduttimetri è possibile utilizzare un piccolo cacciavite per regolare la vite di taratura del misuratore fino a quando il display visualizza il valore standard.
11. Risciacquare l'elettrodo con acqua distillata e asciugare. Spegnerlo lo strumento e mettere il tappo per proteggere l'elettrodo.
12. Versare lo standard dei bicchieri in un contenitore per rifiuti. Risciacquare e asciugare i bicchieri.

# Conducibilità elettrica Protocollo

## Guida da Campo

### Task

Misurare la conducibilità elettrica del campione di acqua.

### Materiali necessari

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> <i>Hydrology Investigation Data Sheet</i> | <input type="checkbox"/> Carta assorbente o tessuti soffici  |
| <input type="checkbox"/> Conduttimetro elettrico                   | <input type="checkbox"/> 2 Beaker (bicchieri) da 100 mL  |
| <input type="checkbox"/> Termometro                                | <input type="checkbox"/> Guanti di lattice   |
| <input type="checkbox"/> Acqua distillate in bottiglia pulita      | <input type="checkbox"/> 1 Flacone di plastica pulito da 600-700 mL con tappo per raccogliere il campione di acqua |

### Sul campo

1. Compilare la parte superiore dell'*Hydrology Investigation Data Sheet*
2. Indossare i guanti di lattice.
3. Registrare la temperatura dell'acqua da testare. Se l'acqua è compresa tra 20 ° - 30 ° C, passare al punto 5.
4. Se la temperatura dell'acqua è inferiore a 20 °C o superiore a 30 °C, riempire una bottiglia (600-700 ml) con l'acqua del campione da esaminare. Tappare e portare in aula (laboratorio). Lasciare che l'acqua raggiunga i 20 ° - 30 °C, registrare la temperatura e quindi passare al punto 5.
5. Risciacquare (avvinare) due bicchieri da 100 ml due volte con acqua del campione.
6. Versare circa 50 ml di acqua da esaminare in due beaker da 100 mL.
7. Rimuovere il tappo dall'estremità della sonda del misuratore. Premere il pulsante On / Off per accenderlo.
8. Sciacquare la sonda con acqua distillata. Tamponare asciugare. Non strofinare o scuotere l'elettrodo durante l'asciugatura.
9. Porre la sonda nel campione di acqua del primo beaker (bicchiere). Mescolare delicatamente per alcuni secondi. Non lasciare che la sonda tocchi il fondo o i lati del beaker.
10. Prendere la sonda dal primo bicchiere. Agitare delicatamente per rimuovere l'acqua in eccesso, poi metterlo in secondo bicchiere senza risciacquare con acqua distillata.
11. Lasciare la sonda immersa per almeno un minuto. Quando il dato si assesta (i numeri sul visore non cambiano più), registrare il valore sull'*Hydrology Investigation Data Sheet* come Osservatore 1.
12. Altri due studenti ripetano la misurazione utilizzando bicchieri di acqua nuova del campione ogni volta. Il misuratore non ha bisogno di essere calibrato per ogni studente. Registrare tali misurazioni come Osservatori 2 e 3.
13. Calcolare la media delle tre misure.
14. Ciascuna delle osservazioni dovrebbe essere entro 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  della media. Se uno o più dei valori non è entro 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , versare un campione fresco, ripetere le misure e calcolare una nuova media. Se tutte le osservazioni non sono ancora entro 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dalla media, discutere di eventuali problemi con l'insegnante.

## **Domande frequenti**

### **1. Perché la lettura della conducibilità lentamente cambia?**

Se il conduttimetro non è a temperatura equilibrata con il campione, la lettura andrà lentamente alla deriva finché il contatore e il campione non avranno raggiunto la stessa temperatura. Anche nel caso in cui la temperatura del campione è molto diversa dalla temperatura dell'aria circostante la lettura della conducibilità può cambiare man mano che il campione si riscalda o si raffredda mettendosi in equilibrio con l'aria.

### **2. Cosa succede se l'acqua è davvero salata o salmastra?**

La maggior parte degli strumenti è in grado di misurare solo fino a 1.990,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Se l'acqua ha conducibilità superiore a questo, lo strumento non restituisce alcuna lettura. Si consiglia di utilizzare il protocollo di salinità per misurare i solidi disciolti nell'acqua.

### **3. Può lo strumento causarmi uno shock elettrico?**

No, ma, in ogni caso, non si dovrebbe toccare l'elettrodo per non contaminarlo. Il tester dovrebbe essere maneggiato con attenzione. Se cade nell'acqua può rovinarsi irrimediabilmente.

## Conducibilità elettrica - Protocollo – Riflettere sui dati

### ***Sono ragionevoli i dati?***

Il tester di conducibilità misura la conducibilità da 0 a 1.990,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Acque con valori di conducibilità superiori a 1.990,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  devono essere testati per i solidi totali disciolti utilizzando il protocollo di salinità. Come tendenza generale, per l'acqua dolce la conduttività aumenta quanto più lontano è il sito di campionamento dalla sorgente. La maggior parte dei tester di conducibilità aumenta in unità di 10,0 e ha una gamma di errore di  $\pm 40,0 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

La conduttività può variare significativamente con il tipo di corpo idrico e con il sito. E' quindi importante considerare la conduttività del sito nel tempo. Sui mettano in grafico i dati e li esaminino per tendenze al rialzo o al ribasso. Si presti particolare attenzione ai valori che possono sembrare discutibili. Controllare i metadati o altri dati del protocollo, quali quelli concernenti le precipitazioni, per vedere se i valori possono essere spiegati da altri fattori ambientali.

Gli scienziati usano i dati di conducibilità come misura della qualità dell'acqua. Valori elevati possono significare che l'acqua che ha un sapore cattivo o che è troppo salata per irrigare eventuali colture. La maggior parte dei Rapporti delle municipalità di qualità dell'acqua usano la conducibilità o i TDS per dimostrare che la loro acqua potabile è entro i limiti stabiliti a livello locale. Gli scienziati cercano anche le tendenze nei dati di conducibilità. Tendenze stagionali si osservano spesso per i corpi idrici che ricevono una parte della loro acqua direttamente dal disgelo in primavera, corpi idrici che sono interessati da copertura del suolo o che si trovano in zone con stagioni definite piovose. Gli scienziati possono utilizzare i dati di stagione che ottengono, per prevedere problemi di qualità dell'acqua per gli anni a venire.

### ***Esempio di un progetto di ricerca degli studenti.***

#### ***Formulare una ipotesi***

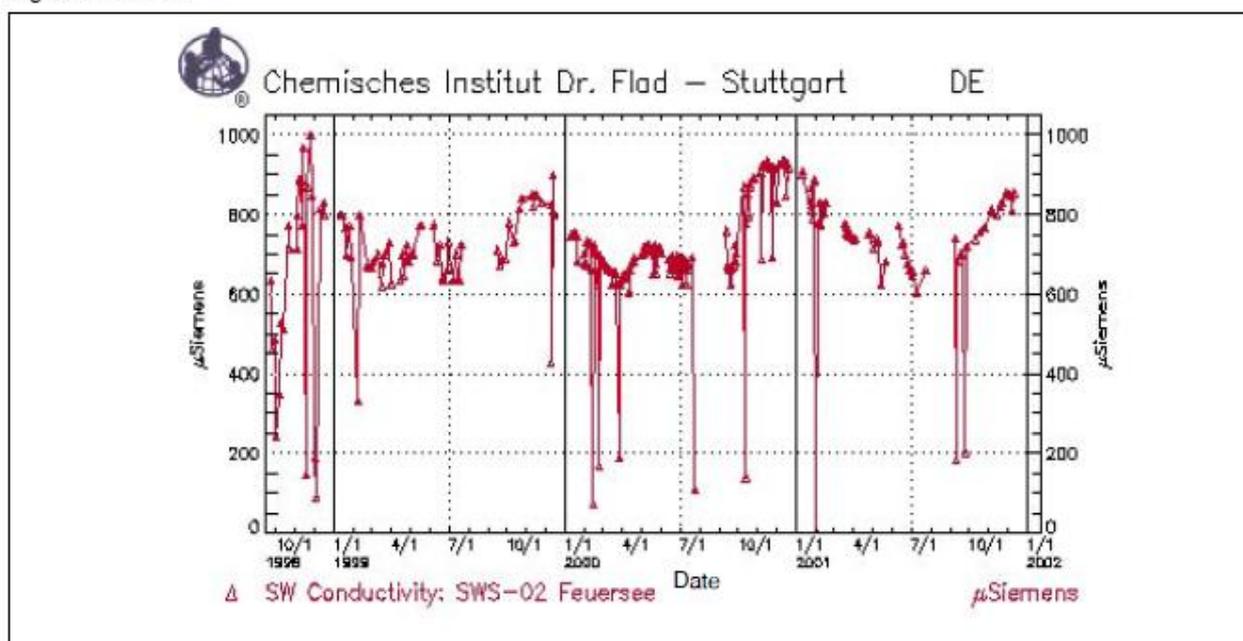
Una studentessa ricercatrice vuole indagare la conducibilità. Si ipotizza che le fluttuazioni annuali o stagionali nei dati di conducibilità siano evidenti nelle misurazioni GLOBE.

#### ***Raccolta e analisi dei dati***

Lei inizia con la ricerca nel database di GLOBE per le scuole che hanno preso misure di conducibilità.

### ***Cosa cercano gli scienziati nei dati?***

Figure HY-EC-2



Lei elimina le scuole che non hanno preso le misure in modo coerente nel corso di almeno un anno intero. Dopo l'inserimento dei dati per le diverse scuole che utilizzano il server di GLOBE, la studentessa trova una tendenza interessante per i dati dal Chemisches Institut Dr. Flad a Stoccarda, in Germania. Questo grafico è mostrato in Figura HY-EC-2. Il corpo d'acqua in cui questa scuola prende le sue misure è Feuersee, un lago d'acqua dolce.

*Table HY-EC-2*

Date	Cond. $\mu\text{S}/\text{cm}$
9/1998	527
10/1998	519
11/1998	789
12/1998	545
1/1999	754
2/1999	617
3/1999	675
4/1999	677
5/1999	737
6/1999	692
7/1999	665
9/1999	689
10/1999	790
11/1999	840
12/1999	760
1/2000	730
2/2000	639
3/2000	624
4/2000	654
5/2000	706
6/2000	669
7/2000	613
9/2000	681
10/2000	785
11/2000	878
12/2000	907
1/2001	859
2/2001	701
3/2001	755
4/2001	746
5/2001	697
6/2001	712
7/2001	640
9/2001	560
10/2001	752
11/2001	820
12/2001	842

Da questo grafico la studentessa osserva che le misure di conducibilità tendono ad essere più elevate nei mesi invernali e più basse nei mesi estivi. Indaga i dati ulteriormente, scaricando le medie mensili per valori di conducibilità del Chemisches Institut Dr. Flad dal sito Web di GLOBE. Questi dati sono riportati in Tabella HY-EC-2.

La studentessa quindi importa questi dati in un foglio di calcolo e li mette in grafico come mostrato nella Figura HY-EC-3.

Da questo grafico, si può vedere la stessa tendenza generale, che tuttavia non è così evidente come in Figura HY-EC-1.

La studentessa decide quindi di guardare le tendenze su una stagione piuttosto che su base mensile. Divide l'anno in quattro stagioni e assegna i mesi dic-feb come inverno, mar-mag come primavera, giu-ago come estate e set-nov come autunno. Viene calcolata una conducibilità media per ogni stagione. Questi dati sono mostrati in Tabella HY-EC-3.

*Table HY-EC-3*

Season	Cond. $\mu\text{S}/\text{cm}$
autumn-1998	612
winter-1999	639
spring-1999	696
summer-1999	679
autumn-1999	773
winter-2000	710
spring-2000	661
summer-2000	641
autumn-2000	781
winter-2001	822
spring-2001	733
summer-2001	637
autumn-2001	711

La studentessa quindi rappresenta graficamente i dati come mostrato in Figura HY-CE-5.

Da questo grafico la studentessa è in grado di vedere il trend annuale in modo più chiaro. La studentessa annota che i dati di agosto non erano disponibili per ciascuno degli anni in questo set di dati e quindi la stagione estiva è la media di giugno e luglio. Lei decide quindi di tracciare i dati in un modo definitivo. Questa volta lei calcola i valori medi di conducibilità di ogni mese per il periodo di quattro anni, come indicato nella Tabella HY-CE-4.

Lei mette in grafico questi dati come illustrato in Figura HY-CE-5.

Anche in questo caso può essere visto un trend annuale. La studentessa osserva che le medie di novembre, dicembre e gennaio sono molto più elevate rispetto a quelle degli altri mesi dell'anno. Si rende conto che lei non avrebbe potuto scegliere i mesi

migliori per rappresentare ogni stagione. Forse, per l'inverno si sarebbe dovuto scegliere la coppia NOV-GEN. Questo molto probabilmente avrebbe prodotto una tendenza più evidente. Tuttavia, la studentessa è sicura di aver scoperto un sito che mostra un trend annuale.

#### *La ricerca futura*

Per ulteriori indagini, la studentessa può contattare la scuola e chiedere ai suoi studenti e ai suoi docenti se hanno qualche idea su quale potrebbe essere la causa di questo ciclo.

Si potrebbe anche guardare i modelli stagionali di altre misure, come le precipitazioni, per vedere se anche essi possano essere correlati.

Lei potrebbe anche ripetere questo studio, cercando modelli stagionali e mensili di conducibilità in altri siti.

*Table HY-EC-4: Conductivity ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )*

	1998	1999	2000	2001	Ave.
January		754	730	859	781
February		617	639	701	652
March		675	624	755	685
April		677	654	746	692
May		737	706	697	713
June		692	669	712	691
July		665	613	640	639
August					
September	527	689	681	560	614
October	519	790	785	752	712
November	789	840	878	820	832
December	545	760	907	842	764



Figure HY-EC-3

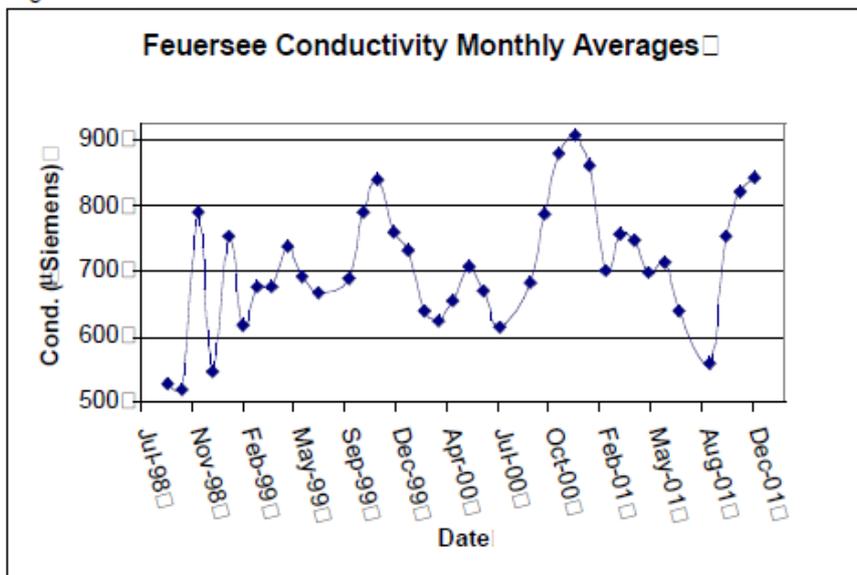


Figure HY-EC-4

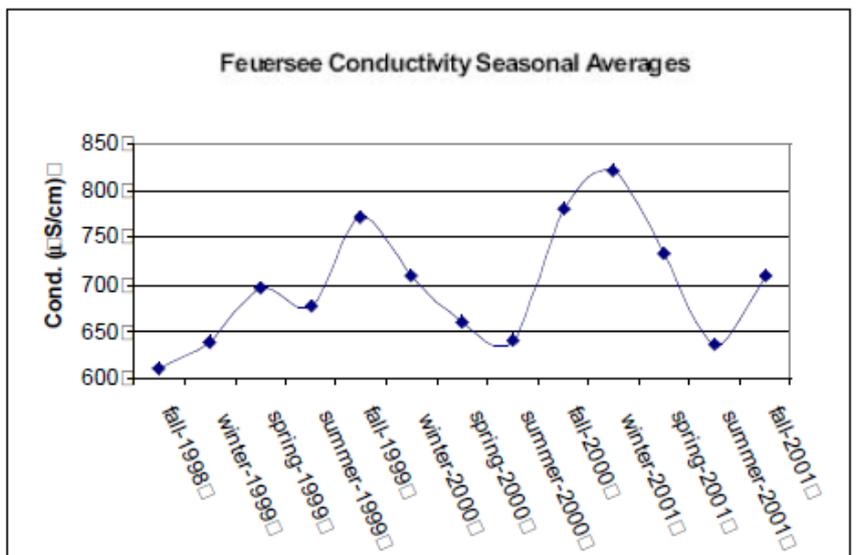


Figure HY-EC-5

