



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE VIÑA DEL MAR
- JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MOCHILA ‘HANNA BACKPACK
LAB’ DE ANÁLISIS DE AGUA Y USO EN TERRENO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
TÉCNICO UNIVERSITARIO EN
QUÍMICA MENCIÓN QUÍMICA ANALÍTICA**

ALUMNOS:

-JUAN PABLO OSORIO VALENZUELA

-JAVIER INTI AYALA DIAZ

PROFESOR GUÍA: MIGUEL ZAZOPULOS GARAY

Resumen

En este trabajo se determina la fiabilidad de la mochila ‘Mochila Backpack Lab™ Modelo HI-3817BP’ de análisis de agua en terreno, esta tarea se lleva a cabo a través del t-Student, para ver si existen diferencias significativas entre la media de dos variables independientes o un valor de referencia (según sea el caso), a cada parámetro de análisis de agua que puede entregar la mochila ‘Hanna’.

Los parámetros a los cuales se les realizó el t-Student son: Dureza Total, Alcalinidad Total y FF, Oxígeno Disuelto (OD) y Sólidos Disueltos Totales (SDT).

En la medición de la Dureza total y la Alcalinidad Total y FF, se determinó que no existen diferencias significativas entre la media de los resultados entregados por la mochila versus el patrón usado, por lo cual se acepta. En el caso del parámetro de Oxígeno Disuelto (OD) se determinó que si existen diferencias significativas entre las cantidades medias de Oxígeno Disuelto que entrega el kit de la mochila versus el realizado en el laboratorio.

Para el t-Student, correspondiente al parámetro de Sólidos Disueltos Totales (SDT), se realizó de dos formas; la primera fue la comparación de la media de los resultados entregados por la mochila versus un patrón de referencia que fue preparado en el laboratorio, y la segunda fue la comparación de la media de los resultados entregados por la mochila versus el método gravimétrico tradicional. En esta prueba se determinó que, entre la media de los resultados entregados por la mochila, versus el patrón de referencia, si existen diferencias significativas, pero para el caso de la comparación de las medias entre la mochila y el método gravimétrico no existen diferencias significativas.

Para el caso de los parámetros de Temperatura, pH, Conductimetría, Fosfatos y Nitratos, no fue posible realizar un t-Student, ya que no existía variación en los resultados entregados por la mochila, solo pudiéndose calcular su error relativo para el caso del pH. Al ser una colorimetría, para el caso de fosfatos y nitratos, el color de la muestra, post análisis, se comparó con una planilla de colores que trae la mochila en su kit, para la determinación de su ppm en cada caso, determinándose que, si bien el resultado para ambos casos fue el esperado, la comparación de la planilla con la muestra para determinar sus ppm depende de qué color sea capaz de lograr distinguir el analista en el momento de la comparación.

Finalizada a la realización de los t-Student, se probó la mochila en terreno, para ver los problemas y facilidades que se pueden tener al momento de trabajar en terreno. Se determinó que para lograr una óptima salida a terreno con el equipo se debe saber con anticipación que características tiene el agua (Dureza, pH, Fosfatos, Nitratos), para poder tener una idea de los gastos de reactivo en cada parámetro a evaluar, ya que si la concentración es muy alta se debe recurrir a diluciones, entonces, el equipo tiene un rango el cual puede entregar resultados correctos.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que los Kits de la mochila Hanna tiene un número limitado de usos y reactivo, por ende, no es óptimo evaluar los parámetros sin antes hacer una dilución, esto es para evitar la mayor pérdida de reactivo y lograr un mayor rendimiento en la mochila.

KeyWords: Hanna, t-Student, Mochila, Fiabilidad, Calidad, Agua, Terreno, Parámetros, HI-3817BP, Dureza, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto, Nitrato, Fosfato.

Índice de Contenido

CAPITULO: 1	1
1. Introducción	1
1.1 Objetivos.....	2
CAPITULO 2:	3
2. Marco Teórico	4
2.1. Alcalinidad (HI-3811).....	5
2.2 Oxígeno Disuelto (OD) (HI-3810).....	6
Método de Winkler	6
2.3 Dureza (HI 3812)	7
2.4 pH/ Conductividad Eléctrica/ SDT/Temperatura (HI-98311 y DiST®5)	8
2.5 Nitratos (HI 3874).....	8
2.6 Fosfatos (HI-3833).....	9
CAPITULO: 3	10
3. Desarrollo experimental.....	11
3.1 Equipos	11
3.2 Materiales	11
3.3 Reactivos y soluciones	12
3.4 Procedimiento	13
Alcalinidad	13
Oxígeno disuelto	14
Dureza	15
pH.....	15
Nitratos.....	16
Fosfatos	16
Temperatura.....	17
Solidos Disueltos	17
Conductividad.....	18
CAPITULO 4:	19
4. Resultados	20

4.1 Dureza Total	21
4.2 Alcalinidad Total y alcalinidad FF	22
4.3 Oxígeno Disuelto	25
4.4 Solidos Disueltos Totales (SDT)	27
4.5 Conductimetría.....	30
4.6 pH.....	31
4.7 Temperatura.....	32
4.8 Trabajo en terreno con la mochila	32
4.9 Observaciones.....	34
CAPITULO 5:	35
5. Discusión	36
6. Conclusión.....	38
7. Bibliografía.....	39

Índice de bibliografía

7. Bibliografía.....	39
[1] Manual de Instrucciones HI 3811 Test Kit de Alcalinidad.....	39
[2] Manual de Instrucciones HI 3810 Test Kit de Oxígeno Disuelto.....	39
[3] Tadeo Lozano, Jorge: Titulaciones por oxido-reducción (oxígeno disuelto, vitamina C) y titulación por formación de complejos (calcio y magnesio).....	39
[4] Manual de Instrucciones HI 3812 Test Kit de Dureza.....	39
[5] Manual de Instrucciones HI 98311 TDS/pH/T°/EC	39
[6] Manual de Instrucciones HI 3874 Test Kit de Nitrógeno	39
[7] Cavazos, N.; Zárate, L.; Torres, E. Determinación de fósforo y cafeína en bebidas de cola.	39
[8] Validación de métodos y determinación de la incertidumbre de la medición: “Aspectos sobre la validación de métodos”.....	39

Índice de Figuras

Figura 1: Mochila Backpack Lab™ HI 3817BP	4
Figura 2: San Antonio, V region, Goggle Maps	32

Índice de Tablas

Tabla 1: Especificaciones del instrumento HI-3811.....	5
Tabla 2: Especificaciones del instrumento HI-3810.....	6
Tabla 3: Especificaciones del instrumento HI-3812.....	7
Tabla 4: Especificaciones del instrumento HI-98311.....	8
Tabla 5: Especificaciones del instrumento HI-3874.....	8
Tabla 6: Especificaciones del instrumento HI-3833.....	9
Tabla 7: Resultados de la prueba de Dureza Total ml V/S ppm	21
Tabla 8: Resultados Estadísticos de la prueba de dureza.....	21
Tabla 9: Resultados de la prueba de Alcalinidad Total ml V/S ppm.....	22
Tabla 10: Resultados Estadísticos de la prueba de Alcalinidad	23
Tabla 11: Resultados de la prueba de Alcalinidad FF ml V/S ppm	24
Tabla 12: Resultados Estadísticos de la prueba de Alcalinidad	24
Tabla 13: Resultados de la prueba de Winkler por el método tradicional del laboratorio.	25
Tabla 14: Resultados Estadísticos de la prueba de Winkler por el método tradicional del laboratorio.	25
Tabla 15: Resultados de la prueba de Winkler por la mochila de análisis en terreno	26
Tabla 16: Resultados Estadísticos de la prueba de Winkler por el de la mochila de análisis en terreno.....	26
Tabla 17: Resultados de las mediciones realizadas con la mochila para la determinación de SDT	27
Tabla 18: Resultados Estadísticos de la determinación de SDT por medio de la mochila de análisis en terreno.....	27
Tabla 19: Resultados de las mediciones realizadas en el laboratorio por el método gravimétrico para la determinación de los SDT.....	28
Tabla 20: Resultados Estadísticos de la determinación de SDT por medio del método gravimétrico.....	28
Tabla 21: Resultados de las mediciones realizadas por el potenciómetro V/S Kit de la mochila de análisis en terreno.	30
Tabla 22: Resultados Estadísticos de la determinación de EC correspondientes al potenciómetro.....	30
Tabla 23: Resultados Estadísticos de la determinación de EC correspondientes al Kit Hanna.	31
Tabla 24: Resultados de las mediciones realizadas por el pH-metro Thermos y el pH- metro del Kit Hanna.....	31
Tabla 25: Resultados de los porcentajes de errores de los diferentes buffers, respecto al pH-metro Thermos y el pH-metro del Kit Hanna.....	31

Tabla 26: Resultados de las mediciones realizadas por la mochila Hanna y el Termómetro del laboratorio, en muestras de agua fría y a T° ambiente respectivamente. 32

Tabla 27: Resultados de las mediciones realizadas por la Mochila Backpack Lab™ Modelo HI-3817BP en terreno. 33

CAPITULO: 1

INTRODUCCIÒN

1. Introducción

El agua es el recurso hídrico más importante para la especie humana y del cual somos dependientes totalmente al igual que una gran cantidad de especies animales, vegetales, etc. Hoy en día este recurso se vuelve cada vez más escaso tomando en cuenta que solo el 3% del agua del planeta es agua dulce y solo el 1,5% aprovechable y apto para el consumo humano, para actividades de regadío y recreativas, para el desarrollo de especies y ecosistemas que lo permitan.

Existe un análisis general o método tradicional para determinar la composición del agua, a través de análisis fisicoquímicos en el laboratorio, que se utiliza actualmente como protocolo normal. Actualmente existe en el mercado un kit de análisis en terreno que facilita y optimiza el tiempo que toma realizar un análisis de agua, el nombre del producto es “Mochila Backpack Lab™ Modelo HI-3817BP” de la marca “Hanna”.

Se realizarán las determinaciones de la muestra de agua obtenida en el estero el sauce en Llolleo, provincia de San Antonio, V región, Chile. En el mismo lugar con la mochila de análisis de agua en terreno “Hanna”, ya que así se pone a prueba las capacidades de la mochila en el terreno.

Se realiza el trabajo con las observaciones y mediciones del equipo obtenidas en terreno y en laboratorio, y así se puede conocer la efectividad y fiabilidad de la mochila en términos de exactitud y precisión, y la eficiencia de la mochila en terreno al momento de hacer el análisis a través de cálculos matemáticos y estadísticos que ayudarán a confirmar la hipótesis, además se realizan observaciones que dan pasos a puntos en la discusión y sugerencias para posibles personas que ocupen la mochila en terreno. Además, se estudian puntos clave como: comprobar la efectividad de los métodos utilizados para la determinación de fosfato, nitrógeno, turbidez, pH, conductividad, OD, dureza, alcalinidad; determinar la exactitud y precisión de los instrumentos de la mochila “Hanna” que miden sólidos disueltos totales, conductimetría, pH y temperatura; determinar la precisión y exactitud de los procedimientos de análisis de la mochila para la medición de los parámetros de alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato, mediante la utilización de recursos matemáticos y estadísticos; generar observaciones, sugerencias y conclusiones respecto a la efectividad, eficiencia y fiabilidad que entrega la mochila al momento de usarla en terreno. Para realizar un análisis; obtener conclusiones respecto a las capacidades de la mochila, sus debilidades y fortalezas.

1.1 Objetivos

Objetivo general

- Verificar que las determinaciones con la mochila “Hanna Backpack lab” son fiables y entregan resultados de calidad, a partir de la preparación de patrones de concentración conocida en condiciones controladas y en los casos correspondientes a través de la comparación con los métodos tradicionales de análisis de aguas.

Objetivos específicos

- Comprobar efectividad de los métodos utilizados para la determinación de fosfato, nitrógeno, pH, conductividad, OD, dureza y alcalinidad.
- Determinar la exactitud y precisión de los instrumentos de la mochila “Hanna” que miden sólidos disueltos totales, conductimetría, pH y temperatura.
- Determinar la precisión y exactitud de los procedimientos de análisis de la mochila para medición de los parámetros de alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato, mediante la utilización de recursos matemáticos y estadísticos.
- Generar observaciones, sugerencias y conclusiones respecto a la efectividad, eficiencia y fiabilidad que entrega la mochila al momento de usarla en terreno para realizar un análisis.
- Obtener conclusiones respecto a las capacidades de la mochila, sus debilidades y fortalezas.

CAPITULO 2:

MARCO TEORICO

2. Marco Teórico

Hanna Lab Water Quality Test Kit modelo ‘‘HI 3817BP’’, es una mochila de laboratorio diseñada para educadores y estudiantes de ciencias ambientales, que contiene lecciones, actividades y kits de pruebas que se relacionan con parámetros importantes en el control de la calidad del agua. La mochila, la cual se puede ver en la siguiente imagen (**Figura 1**), está diseñada con todos los componentes necesarios en un solo espacio, reduciendo así la posibilidad de perder alguno de los artículos. Esta mochila es práctica para llevar a campo al realizar mediciones en terreno.



Figura 1 Mochila Backpack Lab™ HI 3817BP

Los distintos parámetros que pueden ser medidos por la mochila y pueden ser verificados en el laboratorio por medio de preparación de soluciones patrones son los siguientes:

- Alcalinidad
- Oxígeno Disuelto
- Dureza
- pH
- Conductividad
- Solidos Disueltos Totales
- Temperatura
- Nitratos
- Fosfatos

2.1. Alcalinidad (HI-3811)

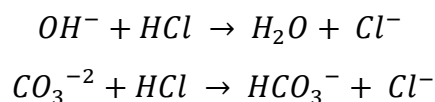
“La alcalinidad es la capacidad cuantitativa del agua de neutralizar un ácido a un pH establecido. Esta medida es importante para determinar la capacidad corrosiva del agua debido al hidróxido, carbonato e iones de bicarbonato. También son fuente de alcalinidad aniones hidrolizados como fosfatos, silicatos, boratos, fluoruros y sales de algunos ácidos orgánicos. La alcalinidad es importante en el tratamiento de agua potable, agua residual, calderas y sistemas refrigeradores y suelos. El Test Kit de Hanna proporciona una monitorización fácil, rápida y segura. Su tamaño compacto da al usuario la posibilidad de utilizarlo en cualquier lugar.

Las especificaciones del instrumento se pueden ver en la siguiente tabla (**Tabla 1**)

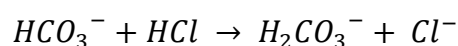
Tabla 1: Especificaciones del instrumento HI-3811

ESPECIFICACIONES	
Rango	0 a 100 mg/l (ppm) CaCO ₃ 0 a 300 mg/l (ppm) CaCO ₃
Método de Análisis	Titrición de ácido utilizando fenolftaleína y boromofenol azul
Tamaño de Muestra	5 ml y 15 ml
Número de Prueba	110 (media)
Dimensiones de la caja	200x120x60 mm
Peso	460 g

La alcalinidad puede ser medida como Alcalinidad de Fenolftaleína y Alcalinidad Total. La primera se determina neutralizando la muestra a un pH de 8.3 utilizando una solución diluida de ácido clorhídrico, y un indicador de fenolftaleína. Este proceso convierte los iones de hidróxido en agua, y los iones de carbonato en bicarbonato:



Desde que los iones de bicarbonato pueden convertirse en ácido carbónico con ácido clorhídrico adicional, la alcalinidad de fenolftaleína mide los iones totales de hidróxido, pero sólo la mitad de la contribución de bicarbonato. Para convertir el total de los iones de carbonato, el ácido clorhídrico se añade hasta que la muestra pasa a tener un pH de 4.5:



Esta es la alcalinidad total.” [1]

2.2 Oxígeno Disuelto (OD) (HI-3810)

“La concentración de oxígeno disuelto en agua es muy importante en la naturaleza, así como en el entorno del ser humano. En océanos, lagos, ríos y otras aguas superficiales el oxígeno disuelto es esencial para el desarrollo de la vida acuática. Sin oxígeno, el agua se vuelve tóxica debido al efecto anaeróbico de la materia orgánica. En el entorno del ser humano el agua debe contener al menos 2 mg/L de oxígeno para proteger los conductos de agua de la corrosión. Sin embargo, en agua de calderas, en muchos casos, no puede contener más de 10 mg/L de oxígeno.

La prueba de Oxígeno Disuelto HI-3810 de Hanna puede determinar la concentración de oxígeno disuelto en agua de manera rápida y fácil. El kit es portátil, por ello puede ser utilizado tanto en el campo como en el laboratorio. Su método de análisis se basa en la determinación de oxígeno por el método “Winkler”. [2]

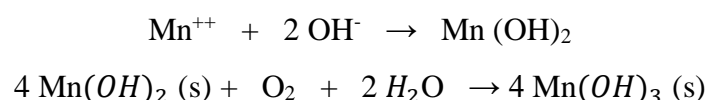
Las especificaciones del instrumento se pueden ver en la siguiente tabla (**Tabla 2**)

Tabla 2: Especificaciones del instrumento HI-3810

ESPECIFICACIONES	
Rango	0 a 10 mg/l (ppm) O ₂
Método de Análisis	Winkler Modificado
Tamaño de Muestra	5 ml
Número de Prueba	110 (media)
Dimensiones de la caja	260x120x60 mm
Peso	910 g

Método de Winkler

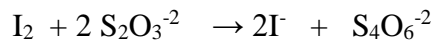
“La esencia del método de Winkler es convertir el OD presente en la muestra en una cantidad de yodo que sea químicamente equivalente y que pueda ser valorado en forma cuantitativa”. Para lograr esta conversión, a la muestra se le agrega sulfato de manganeso, hidróxido de sodio, yoduro de potasio y, eventualmente, azida de sodio (estos últimos reactivos son los constituyentes del reactivo yodo-azida). El hidróxido de manganeso (II) blanco producido reacciona rápidamente con el oxígeno disuelto para formar hidróxido de manganeso (III) de color café:



Posteriormente se acidifica la muestra, produciéndose la oxidación del yoduro a yodo y la reducción del manganeso (III) a manganeso (II):



Finalmente, el yodo producido, equivalente al oxígeno disuelto que había en la muestra, puede ser valorado con solución estándar de tiosulfato sódico, en presencia de almidón como indicador, según la siguiente reacción. [3]



2.3 Dureza (HI 3812)

La dureza del agua se definió a través de la historia por su capacidad de precipitar jabón. Más tarde se descubrió que las especies iónicas del agua causantes de la precipitación eran principalmente calcio y magnesio. Hoy en día, por lo tanto, la dureza del agua es una medición cuantitativa de estos iones en la muestra de agua. También se sabe que otras especies de iones, como el hierro, zinc y manganeso, contribuyen a la dureza general del agua. La medición y consiguiente control de la dureza del agua es esencial para prevenir costras y atascos en las tuberías de agua. El equipo de comprobación de dureza Hanna hace que el control sea fácil, rápido y seguro.

Las especificaciones del instrumento se pueden ver en la siguiente tabla (**Tabla 3**)

Tabla 3: Especificaciones del instrumento HI-3812

ESPECIFICACIONES	
Rango	0 a 100 mg/l (ppm) CaCO ₃ 0 a 300 mg/l (ppm) CaCO ₃
Método de Análisis	Valoración EDTA
Tamaño de Muestra	5 ml y 50 ml
Número de Prueba	100 (media)
Dimensiones de la caja	200x120x60 mm
Peso	460 g

El nivel de dureza mg/L (ppm) de carbonato cálcico se determina por una medición EDTA (etileno-diamina-ácido tetracético). Primeramente, se ajusta la solución a un pH10 con una solución tampón de NH_3-NH_4Cl .

El indicador se compleja con iones metálicos como magnesio o calcio para formar una mezcla de color rojo. Al añadir EDTA, los iones metálicos se mezclan con ella. Tras mezclarse todos los iones metálicos libres, un exceso de EDTA elimina los iones de metal mezclados con el indicador para formar una solución de color azul. Este cambio de rojo a azul es el punto final de la medición. [4]

2.4 pH/ Conductividad Eléctrica/ SDT/Temperatura (HI-98311 y DiST®5)

El kit tester portátil HI-98311, es un medidor portátil que permite medir el pH, temperatura, sólidos disueltos totales (SDT) y Conductividad eléctrica (EC).

Las especificaciones del instrumento se pueden ver en la siguiente tabla (**Tabla 4**).

Tabla 4: Especificaciones del instrumento HI-98311

ESPECIFICACIONES	
pH	0,00 – 14,00 Ph
Temperatura T°	0,0 – 60,0 °C
TDS	0 – 2000 (mg/L) ppm
EC	0 - 3999 μ S/cm

HI 98311 y HI 98312 son medidores impermeables de CE/TDS y temperatura. La carcasa ha sido diseñada para que flote y es totalmente estanca para evitar la entrada de humedad. Todas las lecturas de CE/TDS tienen compensación automática de temperatura (ATC), y los valores temperatura pueden mostrarse en el display en unidades °C o °F. [5]

2.5 Nitratos (HI 3874)

Los iones de nitrato están presentes en pequeñas cantidades en el agua superficial y en mayores cantidades en algunas aguas subterráneas. El nitrato solo se encuentra en pequeñas cantidades en las aguas residuales domésticas, pero puede alcanzar concentraciones más altas (hasta 30 mg/L como nitrógeno) en los desagües de las plantas de tratamiento biológico de nitrificación. Las cantidades excesivas pueden contribuir a la metahemoglobinemia: muerte de bebés y enfermedad de adultos.

Las especificaciones del instrumento se pueden ver en la siguiente tabla (**Tabla 5**).

Tabla 5: Especificaciones del instrumento HI-3874

ESPECIFICACIONES	
Rango	0 a 50 mg/L (ppm) como NO ₃ ⁻ -N
Método de Análisis	Colorimétrico
Tamaño de Muestra	10 ml

Los Nitratos se reducen a Nitritos en presencia del Cadmio. Los nitritos producidos de este modo reaccionan con el reactivo hasta producir un compuesto naranja. La cantidad de color desarrollado es proporcional a la concentración de nitrato presente en la muestra acuosa.

La lectura de la prueba expresa los resultados colorimétricos en una concentración de mg/L (ppm) de NO_3^- -N, para convertir la lectura a mg/L de Nitrato (NO_3^-), se debe multiplicar la lectura por un factor de 4,43. [6]

2.6 Fosfatos (HI-3833)

Los fosfatos se introducen ampliamente en el medio ambiente a través de fuentes tales como fertilizantes agrícolas, productos de lavado y limpieza, acondicionadores de calderas de agua, y productos para el tratamiento de agua potable. En grandes niveles, los fosfatos estimulan el crecimiento de organismos fotosintéticos que pueden contribuir a la eutrofización de lagos, ríos y pozos. Esto hace que sea tan importante el control del vertido de fosfatos en el medio ambiente.

Las especificaciones del instrumento se pueden ver en la siguiente tabla (**Tabla 6**).

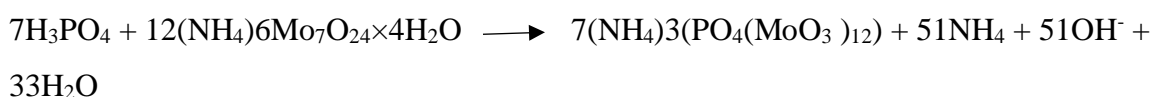
Tabla 6: Especificaciones del instrumento HI-3833

ESPECIFICACIONES	
Rango	0 a 5 mg/L (ppm) como PO_4^{-3}
Método de Análisis	Colorimétrico
Tamaño de Muestra	10 ml

El nivel de ortofosfato en mg/L (o ppm) se determina por un método colorimétrico. El Molibdato de Amonio y el tartrato de antimonio de potasio reaccionan en un medio ácido con el ortofosfato para formar un complejo fosfomolibdato, que se reduce a un azul molibdeno de intenso color debido al ácido ascórbico. La intensidad de color de la solución determina la concentración de fosfato.

El método se basa en la reacción del ión fosfato con molibdato (MoO_4^{2-}) que da lugar a fosfomolibdato ($[\text{PO}_4\text{12MoO}_3]^{3-}$). Este último por reducción origina un compuesto denominado “azul de molibdeno”. Como reductores se pueden utilizar muchos compuestos, de los cuales el ácido ascórbico es el más empleado. [7]

Reacción Química:



CAPITULO: 3

DESARROLLO EXPERIMENTAL

3. Desarrollo experimental

3.1 Equipos

- pH-metro
- Conductímetro
- Hanna Kit tester pH/Conduc/Temperature, Electrode
- Mufla
- Baño maría
- Balanza Analítica (0,1mg)
- Estufa

3.2 Materiales

- 1 matraz aforado de 1 litro
- Embudo con soporte
- Varilla
- Pizeta
- Pesa sustancias
- Pinza mariposa
- Espátula
- 2 botellas de DBO 300 ml
- 1 pipeta aforada 1 ml
- 1 bureta 50 ml
- Matraz aforado 250ml
- Espátula
- Vaso precipitado de 100ml
- Matraz aforado 100ml
- Pipeta aforada 5ml
- Matraz de 500ml

3.3 Reactivos y soluciones

- Na_2CO_3 P.A
- Fenolftaleína
- Azul de bromfenol
- Almidón
- MnSO_4
- H_2SO_4 Conc
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- Álcali-yoduro-azida (NaN_3 , NaOH , KI)
- Calmagite ($\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_5\text{S}$)
- EDTA ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$)
- CaCO_3 P.A
- KNO_3 P.A
- Reactivo HI 3874-0 ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$, Cd , Cu_2SO_4)
- KH_2PO_4 P.A
- Reactivo HI 3833 ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, $\text{C}_8\text{H}_4\text{K}_2\text{O}_{12}\text{Sb}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)
- H_2O mili-Q
- NaCl P.A
- HCL
- H_2O destilada
- Tampón pH 10
- Tampón pH 7
- Tampón pH 4

3.4 Procedimiento

Alcalinidad

- Se prepara una solución patrón de carbonato de calcio P.A, para esto se pesan 0,2 gramos, de carbonato de calcio (CaCO_3) previamente secado (1/2 hora a $260^\circ\text{-}270^\circ\text{C}$), al 0,1 miligramo en un vaso precipitado de 100 ml y luego se disuelve con HCl 6N bajo mechero y se traspasa cuantitativamente a un matraz aforado de 1 litro y se afora con agua destilada, obteniéndose una solución patrón de 200ppm
- Retire la tapa de plástico del vaso precipitado de plástico ‘‘Hanna’’ y ambiente el recipiente de plástico con muestra, mínimo 3 veces, llenar hasta la marca de 5 ml y cierre con la tapa.
- Agregue 1 gota del Reactivo 1 (fenolftaleína) a través del orificio de la tapa del vaso, y mezclar cuidadosamente girando el recipiente en círculos. Si la solución permanece incolora, registrar la alcalinidad FF como cero, y proceder con el procedimiento para la determinación de la Alcalinidad Total. Si la solución es rosa o roja, proceda a próximo paso.
- Tome la jeringa de titulación y presione el émbolo completamente en la jeringa. Inserte la punta en la solución del Reactivo 3 (HCl) y jale el émbolo hasta el borde inferior del sello del émbolo está en la marca de 0 ml de la jeringuilla.
- Coloque la punta de la jeringa en el orificio de la tapa de plástico y agregue lentamente la solución de valorante gota a gota, agitar lentamente mientras se agrega la solución valorante hasta que la solución en el recipiente de plástico se convierte en incolora.
- Leer los mililitros de solución gastada en la jeringa, y multiplicar por 300 para obtener mg / L (ppm) CaCO_3 ,
- Determinación de la alcalinidad total
- Retire la tapa de plástico del vaso precipitado de plástico y ambiente el recipiente de plástico con muestra, mínimo 3 veces, llenar hasta la marca de 5 ml y cierre con la tapa.
- Agregue 1 gota del Reactivo 2 (Azul de Bromofenol) a través del orificio de la tapa del vaso, y mezclar cuidadosamente girando el recipiente en círculos.
- Tome la jeringa de titulación y presione el émbolo completamente en la jeringa. Inserte la punta en la solución del Reactivo 3 (HCL) y jale el émbolo hasta el borde inferior del sello del émbolo está en la marca de 0 ml de la jeringuilla.
- Coloque la punta de la jeringa en el orificio de la tapa de plástico y agregue lentamente la solución de valorante gota a gota, agitar lentamente mientras se agrega la solución valorante hasta que la solución en el recipiente de plástico se vuelva amarilla.
- Leer los mililitros de titulación solución de la escala de la jeringa y multiplicar por 300 para obtener mg / L (ppm).

Oxígeno disuelto

- Agregar a las botellas de DBO 1 ml MnSO_4 48% y 1 ml del reactivo yodo-azida. Tapar cuidadosamente evitando la formación de burbujas y homogeneizar invirtiendo la botella varias veces muy suavemente.
- Dejar que el precipitado sedimente (hasta aproximadamente 1/3 de la capacidad de la botella) y adicionar luego 1 ml H_2SO_4 conc. Volver a tapar y mezclar con precaución por inversión varias veces hasta que la disolución sea completa.
- Titular un volumen de solución de 200 ml con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N hasta que la solución café se torne amarillo pálido.
- Agregar 1 ml de almidón 2% y continuar la valoración hasta la primera desaparición del color azul (despreciar cualquier reaparición del color azul).
- Luego de determinar los ppm de OD en la muestra con el método tradicional Winkler se procede a usar el kit HI-3810 de la mochila de análisis en terreno.
- Ambientar la botella de vidrio para la determinación de OD mínimo 3 veces con la muestra.
- Tapar cuidadosamente la botella para evitar la formación de burbujas de aire
- Retire la tapa y agregar 5 gotas de cada uno de los siguientes reactivos: 1 (MnSO_4) y 2 (Álcali-yoduro-azida). Cuidadosamente tapar la botella, agitar vigorosamente y dejar de agitar durante un minuto. Un precipitado floculante se formará.
- Luego añadir 10 gotas del reactivo 3 (H_2SO_4), cerrar la botella y agitarla fuertemente.
- Retire la tapa del plástico del vaso y ambiente el recipiente de plástico con la solución en la botella, llenar al Marca de 5 ml y Reemplace la tapa.
- Agregue 1 gota de Reactivo 4 (Almidón) por el orificio de la tapa de plástico y mezclar cuidadosamente girando el recipiente en círculos apretados. La solución cambiará a color azul.
- Tome la jeringa de titulación y presione el émbolo completamente en la jeringa. Inserte la punta en la solución del Reactivo 5 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ conc.) y jale el émbolo hasta el borde inferior del sello del émbolo está en la marca de 0 ml de la jeringuilla.
- Coloque la punta de la jeringa en el orificio de la tapa de plástico y agregue lentamente la solución de valorante gota a gota, agitar lentamente mientras se agrega la solución valorante hasta que la solución en el recipiente pase de azul a incoloro.
- Leer los mililitros de titulación solución de la escala de la jeringa y multiplicar por 10 para obtener mg/L O_2 .

Dureza

- Se prepara una solución patrón de carbonato de calcio P.A, para esto se pesan 0,2 gramos, de carbonato de calcio (CaCO_3) previamente secado, al 0,1 miligramo en un vaso precipitado de 100 ml y luego se disuelve (HCl 6N y H_2O) y se traspasa cuantitativamente a un matraz aforado de 1 litro y se afora con agua destilada, obteniéndose una solución patrón de 200 ppm
- Retire la tapa de plástico del vaso precipitado de plástico ‘‘Hanna’’ y ambiente el recipiente de plástico con muestra, mínimo 3 veces, llenar hasta la marca de 5 ml y cierre con la tapa.
- Agregue 1 gota del Reactivo 1 (Indicador calmagite) y 5 gotas del reactivo 2 ($\text{NH}_3\text{--NH}_4\text{Cl.}$) a través del orificio de la tapa del vaso, y mezclar cuidadosamente girando el recipiente en círculos.
- Tome la jeringa de titulación y presione el émbolo completamente en la jeringa. Inserte la punta en la solución del Reactivo 3 (EDTA) y jale el émbolo hasta el borde inferior del sello del émbolo está en la marca de 0 ml de la jeringuilla.
- Coloque la punta de la jeringa en el orificio de la tapa de plástico y agregue lentamente la solución de valorante gota a gota, agitar lentamente mientras se agrega la solución valorante hasta que la solución en el recipiente de plástico se vuelva púrpura, luego seguir valorando, agitando durante 15 segundos después de cada gota, hasta la solución se vuelva azul.
- Leer los mililitros de titulación solución de la escala de la jeringa y multiplicar por 300 para obtener mg/L (ppm) CaCO_3 .

pH

- Se procede a calibrar un PH-metro, para el cual se usan los buffers de pH 4,00, 7,00 y 10,00, a una temperatura de 25 °C.
- En 3 vasos precipitados limpios y secos agregar una cantidad de muestra de cada uno de los buffers a los diferentes vasos, se debe llenar hasta un volumen en el que se pueda introducir el electrodo.
- Una vez calibrado, se introduce el electrodo del PH-metro, ambientado antes con agua destilada para evitar las interferencias.
- Se debe mantener el electrodo dentro del vaso hasta que se genere una lectura estable.
- Luego se procede con el (Kit tester) de la mochila de análisis en terreno.
- Se retira la tapa del instrumento y se presiona el botón MODE, hasta que quede en el modo para la medición de pH.
- Se introduce la parte del electrodo del Kit Tester dentro del vaso precipitado, hasta obtener una lectura estable.

- Se repite el procedimiento con los diferentes buffers asegurándose de limpiar previamente el instrumento antes de cada medición

Nitratos

- Se prepara una solución patrón de 30 ppm de KNO_3 P.A, para esto se pesan 0,6 gramos al 0,1 miligramo de KNO_3 , previamente secado a 110°C durante 2 Horas, en un vaso precipitado, luego se diluye en agua y se traspasa cuantitativamente a un matraz aforado de 1 litro. Obteniéndose una solución de 600 ppm de KNO_3 .
- Se toma una alícuota de 5 ml de la solución patrón de 600 ppm y se pasa a un matraz aforado de 100 ml el que se afora con agua destilada (solución diluida). Finalmente se tiene una solución patrón de 30 ppm
- Se toma una muestra de la solución diluida en un vaso precipitado y se utiliza el nitrato test de la mochila Hannah Backpack lab.
- Se debe llenar el recipiente de plástico hasta la marca que indica 10ml con la muestra, en este caso la solución patrón de 30 ppm.
- Agregar un paquete del reactivo HI 3874-0 ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$, Cd, Cu_2SO_4)
- Cerrar el recipiente plástico con la respectiva tapa y agitar hasta que se diluya la mayor parte del reactivo.
- Esperar 4 minutos sin agitar para que la muestra tome la coloración respectiva.
- Retirar la tapa del vaso y llenar el Tubo Comparador de Colorimetría, hasta la marca de los 5ml.
- Determine qué color coincide la solución en el Tubo y anotar los resultados como mg / L (ppm) de nitrato-nitrógeno.
- Para convertir la lectura a mg / L (ppm) de nitrato (NO_3^-), multiplicar la lectura por un factor de 4,43. cm

Fosfatos

- Se prepara una solución patrón de 4 ppm de KH_2PO_4 . P.A. (previamente seco 1 hora a 110°C) para esto se pesan 0,0020 gramos al 0,1 miligramo en un vaso precipitado, luego se diluye en agua y se traspasa cuantitativamente a un matraz aforado de 500 ml. Aforar. Obteniéndose una solución patrón de 4 ppm de KH_2PO_4 .
- Se toma una muestra de la solución en un vaso precipitado y se utiliza el Fosfato test de la mochila Hannah Backpack lab.
- Se debe llenar el recipiente de plástico hasta la marca que indica 10 ml con la muestra, en este caso la solución patrón de 4 ppm.
- Agregar un paquete del reactivo HI 3833 ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, $\text{C}_8\text{H}_4\text{K}_2\text{O}_{12}\text{Sb}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$).
- cerrar el recipiente plástico con la respectiva tapa y agitar hasta que se diluya la mayor parte del reactivo.

- Esperar 4 minutos sin agitar para que la muestra tome la coloración respectiva.
- Retirar la tapa del vaso y llenar el Tubo Comparador de Colorimetría, hasta la marca de los 5 ml.
- Determine qué color coincide con la solución en el recipiente, y registrar el resultado en mg/L (ppm) PO_3^{4-} .

Temperatura

- En un vaso precipitado de 400 ml se agrega 300 ml agua destilada a temperatura ambiente y se utiliza el pH-metro Scientifict para la medición de la temperatura, paralelamente se mide la temperatura en el Kit test de la mochila Hanna Backpack lab, se repite este procedimiento con agua a 0°C, en la cual la temperatura se logra al agregar cubos de hielo a un vaso de 400 ml con una pequeña cantidad de agua destilada.

Solidos Disueltos

- Se prepara una solución patrón de 2085,2 ppm de NaCl P.A. para esto se pesan 1,0426 gramos al 0,1 miligramo de NaCl en un vaso precipitado, luego se diluye en agua mili-Q y pasa cuantitativamente a un matraz aforado de 500ml, luego se afora con la misma agua mili-Q. La idea de esto es lograr una solución, la cual tenga una cantidad de solidos disueltos exacta, en este caso NaCl.
- Se toma una muestra de la solución diluida en un vaso precipitado.
- Luego se procede con el (Kit tester) de la mochila de análisis en terreno.
- Se retira la tapa del instrumento y se presiona el botón MODE, hasta que quede en el modo para la medición de SDT.
- Se introduce la parte del electrodo del Kit Tester dentro del vaso precipitado, hasta obtener una lectura estable. Obteniéndose la ppm de SDT
- En capsula previamente tarada que fueron llevadas a peso constante, agregar 20 ml de la solución patrón y llevar a evaporación en baño maría a 110°C, hasta sequedad, luego se lleva a la estufa durante 1 hora y posteriormente al desecador, hasta lograr un peso constante.
- Se pesa la capsula más el residuo y se calcula la ppm. (hacer en triplicado el análisis).

Conductividad

- Se prepara una solución patrón de NaCl. P.A. Se pesan 0,0310 gramos al 0,1 miligramo en un vaso precipitado, luego se diluye en agua y se traspasa cuantitativamente a un matraz aforado de 500 ml. Aforar. Se obtuvo una solución de 0,011 M. La cual tiene una conductancia teórica de 139,15 mS
- Se toma una muestra de la solución en un vaso precipitado y se utiliza el Kit test de la mochila Hanna Backpack lab. y el conductímetro termo Scientific.
- Luego se procede con el (Kit test) de la mochila de análisis en terreno.
- Se retira la tapa del instrumento y se presiona el botón MODE, hasta que quede en el modo para la medición de mS.
- Se introduce la parte del electrodo del Kit Tester dentro del vaso precipitado, hasta obtener una lectura estable. Obteniéndose los mS de la solución patrón de NaCl.

CAPITULO 4:

RESULTADOS

4. Resultados

En este apartado se expresan los resultados obtenidos en la evaluación de los diferentes parámetros analizados en el laboratorio.

Los datos obtenidos serán expresados a través de tabla de resultados, con sus respectivos estadísticos y un posterior análisis de t-Student (en los casos que corresponda); para ver si existen diferencias significativas.

Dependiendo del tipo de metodología a emplear se recurrirá a dos formas diferentes para realizar el cálculo correspondiente:

1) Prueba t-Student para 2 variables independientes

Este procedimiento nos sirve para contrastar la hipótesis nula de que las medias de dos muestras no difieren entre sí. Este procedimiento de comparación deberá ser utilizado en aquellos casos en que los grupos sean independientes, es decir, no exista ningún tipo de relación entre los términos de error de ambos grupos.

La fórmula para calcular el t-Student para este caso es la siguiente:

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2 * (n_1 - 1) + S_2^2 * (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

2) Prueba t-Student para comparación de muestreo versus un valor de referencia

Este procedimiento nos sirve para contrastar la hipótesis nula de que la media de los resultados de un método en comparación con un material de referencia, de valor conocido, no difieren entre sí. Este procedimiento de comparación deberá ser utilizado en aquellos casos en que los grupos sean dependientes de una referencia. [8]

La fórmula para calcular el t- Student para este caso es la siguiente:

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X - u|}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

4.1 Dureza Total

En la determinación de dureza se preparó una solución patrón la cual fue preparada disolviendo 0,2050 gramos de CaCO₃ en un matraz de 1L de agua destilada, obteniéndose una solución patrón de concentración 205 ppm.

El rango en los cuales el test de dureza, de la mochila ‘‘Hanna BackPack Lab’’, funciona es de 0 a 300 ppm expresado como CaCO₃. (**indicar factor de multiplicación ml x 300**)

Los resultados obtenidos de las determinaciones con la mochila son expresados en la siguiente tabla (**Tabla 7**)

Tabla 7: Resultados de la prueba de Dureza Total ml V/S ppm

Volumen de EDTA (ml)	Concentración (ppm CaCO ₃)
0,7	210
0,65	195
0,7	210
0,6	180
0,65	195
0,7	210

Tabla 8: Resultados Estadísticos de la prueba de dureza

Promedio (X)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S)	Coefficiente de Variación (C.V)	Intervalo de Confianza (95%)
200	195	210	12,2474	6,12%	+/- 10,0750

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

$$\% \text{ Error Dureza} = 2,44\%$$

Prueba t-Student para comparación de una muestra versus un valor de referencia

Datos:

- Solución patrón de CaCO₃ (u): 205 ppm
- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X): 200
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S): 12,2474
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n): 6
- Grados de libertad (K): 5

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X-u|}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|200-205|}{\frac{12,2474}{\sqrt{6}}} = 1,0000$$

t Critico (t crit) al 95% de confianza: **2,015**

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, t calc= 1,0000; t Crit = 2,015.

Se observa que: **(t calc < t crit)**.

Resultado: No existen diferencias significativas entre la media de los resultados obtenidos con el kit de la mochila y el patrón de CaCO₃. Por lo cual el resultado se acepta.

4.2 Alcalinidad Total y alcalinidad FF

En la determinación de alcalinidad se preparó una solución patrón la cual fue preparada disolviendo 0,2002 gramos de Na₂CO₃ en un matraz de 1L de agua destilada, obteniéndose una solución patrón de concentración 200 ppm.

El rango en los cuales el test de dureza, de la mochila ‘‘Hanna Backpack Lab’’, funciona es de 0 a 300 ppm expresado como CaCO₃.

(indicar factor de multiplicación ml x 300)

Los resultados obtenidos de las determinaciones con la mochila son expresados en la siguiente tabla (**Tabla 9**)

1-Alcalinidad total

Tabla 9: Resultados de la prueba de Alcalinidad Total ml V/S ppm del Kit Hanna

Volumen de HCl (ml)	Concentración (ppm CaCO ₃)
0,65	195
0,65	195
0,70	210
0,60	180
0,65	195
0,70	210

Tabla 10: Resultados Estadísticos de la prueba de Alcalinidad

Promedio (X)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S)	Coficiente de Variación (C.V)	Intervalo de Confianza (95%)
197,5	195	195	11,2916	5,72%	+ -9,2887

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

$$\% \text{Error alcalinidad total} = 1,25\%$$

Prueba t-Student para comparación de una muestra versus un valor de referencia

Datos:

- Solución patrón de CaCO₃ (u): 200 ppm
- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X): 197,5
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S): 11,2916
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n): 6
- Grados de libertad (K): 5

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X-u|}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|197,5-200|}{\frac{11,2916}{\sqrt{6}}} = 0,5423$$

t Critico (t crit) al 95% de confianza: **2,132**

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, t calc= 0,5423; t Crit = 2,132.

Se observa que: **(t calc < t crit)**.

Resultado: No existen diferencias significativas entre la media de los resultados obtenidos con el kit de la mochila y el patrón de CaCO₃. Por lo cual el resultado se acepta.

2-Alcalinidad FF

Tabla 11: Resultados de la prueba de Alcalinidad FF ml V/S ppm

Volumen de HCl (ml)	Concentración (ppm CaCO ₃)
0,35	105
0,33	99
0,33	99
0,30	90
0,35	105
0,33	99

Tabla 12: Resultados Estadísticos de la prueba de Alcalinidad

Promedio	Mediana	Moda	Desviación estándar	Coefficiente de Variación	Intervalo de Confianza (95%)
99,5	99	99	5,5045	5,53%	+/- 4,5281

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

$$\% \text{Error alcalinidad ff} = 0,5\%$$

Prueba t-Student para comparación de una muestra versus un valor de referencia

Datos:

- Solución patrón de CaCO₃ (u): 100 ppm
- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X): 99,5
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S): 5,5045
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n): 6
- Grados de libertad (K): 5

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X-u|}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|99,5-100|}{\frac{5,5045}{\sqrt{6}}} = 0,2225$$

t Crítico (t crit) al 95% de confianza: **2,015**

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, $t_{\text{calc}} = 0,2225$; $t_{\text{Crit}} = 2,015$

Se observa que: (**$t_{\text{calc}} < t_{\text{crit}}$**).

Resultado: No existen diferencias significativas entre la media de los resultados obtenidos con el kit de la mochila y el patrón de CaCO_3 . Por lo cual el resultado se acepta.

4.3 Oxígeno Disuelto

En la determinación de OD (Oxígeno Disuelto) se preparó una muestra que fue aireada para que tuviera suficiente OD para la determinación, en este caso se determinó por el método tradicional de Winkler para cuantificar el OD de la muestra y su posterior comparación con la mochila, que también determina OD por su propio Winkler.

Para la determinación de OD en el laboratorio de trabajo con 3 botellas para la determinación de OD, las cuales eran de 310ml c/u, para la valoración se tomó una muestra de 200 ml de la muestra previamente tratada, y se valoró con una solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ de concentración 0,0247 N.

El rango en los cuales la prueba de OD, de la mochila ‘‘Hanna BackPack Lab’’, funciona es de 0 a 10 ppm expresado como O_2 .

Los resultados obtenidos de las determinaciones con la mochila y el método tradicional son expresados en las siguientes tablas (**Tabla 13 y Tabla 15**).

Winkler por el método tradicional del laboratorio

Tabla 13: Resultados de la prueba de Winkler por el método tradicional del laboratorio.

Volumen de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml)	Concentración (ppm O_2)
8,1	8,0028
8,1	8,0028
8,2	8,1016

Tabla 14: Resultados Estadísticos de la prueba de Winkler por el método tradicional del laboratorio.

Promedio (X_1)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S_1)	Coficiente de Variación (C.V)	Intervalo de Confianza (95%)
8,0357	8,0522	8,0028	0,0570	0,71%	+ -0,0469

Winkler de la mochila ‘Hanna BackPack lab’

Tabla 15: Resultados de la prueba de Winkler por la mochila de análisis en terreno

Volumen de Na ₂ S ₂ O ₃ (ml)	Concentración (ppm O ₂)
0,75	7,5
0,75	7,5
0,75	7,5
0,80	8,0
0,80	8,0
0,77	7,7

Tabla 16: Resultados Estadísticos de la prueba de Winkler por el de la mochila de análisis en terreno

Promedio (X ₂)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S ₂)	Coficiente de Variación (C.V)	Intervalo de Confianza (95%)
7,7	7,7	7,5	0,2449	3,18%	+/-0,2015

Prueba t-Student para 2 variables independientes

Datos: Winkler realizado con los instrumentos de laboratorio

- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X₁): 8,0357
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S₁): 0,0570
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n₁): 3
- Grados de libertad (K₁): 2

Datos: Winkler realizado con la mochila Hanna BackPack lab

- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X₂): 7,7
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S₂): 0,2449
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n₂): 6
- Grados de libertad (K₂): 5

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2 * (n_1 - 1) + S_2^2 * (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

t Calculado (t calc):

$$\frac{|8,0357 - 7,7|}{\sqrt{\frac{0,0570^2 * (3-1) + 0,2449^2 * (6-1)}{3+6-2} * \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6}\right)}} = 3,2091$$

t Critico (t crit) al 95% de confianza (Gl:7): **1,895**

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, t calc= 3,2091; t Crit = 1,895.

Se observa que: **(t calc > t crit)**.

Resultado: Si existen diferencias significativas entre la media de los resultados de OD entregados por la mochila versus el calculado en el laboratorio por el método Winkler Tradicional. Por lo cual el resultado se rechaza.

4.4 Solidos Disueltos Totales (SDT)

Para la determinación de SDT con la mochila "Hanna Backpack lab" de análisis de agua en terreno se preparó una solución patrón de 1,0426 gramos de NaCl p.a. aforado en 500 mililitros de agua mili-Q, dando como resultado una solución de 2085,2 ppm de NaCl.

Posteriormente se traspasó a un vaso precipitado de 200 mililitros donde se realizó la medición con el instrumento de la mochila Kit test.

Los resultados obtenidos en las mediciones de SDT son expresados en la siguiente tabla (**Tabla 17**).

Tabla 17: Resultados de las mediciones realizadas con la mochila para la determinación de SDT

Mediciones	Resultados en (ppm NaCl)
Medición 1	1950 ppm
Medición 2	1945 ppm
Medición 3	1988 ppm
Medición 4	1985 ppm
Medición 5	1997 ppm
Medición 6	1988 ppm

Tabla 18: Resultados Estadísticos de la determinación de SDT por medio de la mochila de análisis en terreno.

Promedio (X ₁)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S ₁)	Coeficiente de Variación (C.V)	Intervalo de Confianza (95%)
1975,5	1986,5	1988	22,1156	1,12%	+/-18,1927

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

%Error STD Mochila = 5,26 %

Para la determinación STD a través del método tradicional de análisis de agua en laboratorio se utilizó la solución anteriormente preparada para las mediciones del instrumento Kit tester la cual tenía una concentración de 2085,2 ppm de NaCl.

Los resultados obtenidos a través del método gravimétrico de determinación corresponden a la diferencia entre el peso de la capsula de vidrio y el residuo, después del procedimiento de evaporación de una muestra de alícuota de 20 ml, con la capsula de vidrio previamente tarada.

Tabla 19: Resultados de las mediciones realizadas en el laboratorio por el método gravimétrico para la determinación de los SDT.

Capsula de vidrio +residuo (g)	Capsula de vidrio (g)	Peso residuo (g)	Resultado (ppm)
86,3071	86,2657	0,0414	2070
87,3062	87,2638	0,0424	2120
84,4980	84,4571	0,0409	2045

Tabla 20: Resultados Estadísticos de la determinación de SDT por medio del método gravimétrico.

Promedio (X ₂)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S ₂)	Coficiente de Variación (C.V)	Intervalo de Confianza (95%)
2078	2070	-----	38,1881	1,84%	+/-64,3800

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

%Error STD Lab. = 0,35 %

Prueba t-Student para comparación de una muestra versus un valor de referencia

Datos:

- Solución patrón de SDT (u): 2085,2 ppm
- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X₁): 1975,5
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S₁): 22,1156
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n₁): 6
- Grados de libertad (K₁): 5

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X_1 - u|}{\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}}$$

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|1975,5 - 2085,2|}{\frac{22,1156}{\sqrt{6}}} = 12,1502$$

t Critico (t crit) al 95% de confianza: **2,015**

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, t calc= 12,1502; t Crit = 2,015.

Se observa que: **(t calc > t crit)**.

Resultado: Si existen diferencias significativas entre la media de los resultados de SDT obtenidos con el kit de la mochila y el patrón de NaCl. Por lo cual el resultado se rechaza.

Prueba t-Student para 2 variables independientes

Datos: SDT realizado con la mochila Hanna Backpack lab:

- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X_1): 1975,5
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S_1): 22,1156
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n_1): 6
- Grados de libertad (K_1): 5

Datos: SDT con los instrumentos de laboratorio:

- Media de las observaciones realizadas por la mochila (X_2): 2078
- Desviación estándar de las observaciones realizadas por la mochila (S_2): 38,1881
- Numero de observaciones realizadas con la mochila (n_2): 3
- Grados de libertad (K_2): 2

$$t \text{ Calculado (t calc): } \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2 * (n_1 - 1) + S_2^2 * (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

t Calculado (t calc):

$$\frac{|1975,5 - 2078|}{\sqrt{\frac{22,1156^2 * (6 - 1) + 38,1881^2 * (3 - 1)}{6 + 3 - 2} * \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)}} = 0,2676$$

t Crítico (t crit) al 95% de confianza (Gl:7): **1,895**

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, t calc= 0,2676; t Crit = 1,895.

Se observa que: **(t calc < t crit)**.

Resultado: No existen diferencias significativas entre la media de los resultados entregados por la mochila versus el obtenido con el método gravimétrico. Por lo cual el resultado se acepta.

4.5 Conductimetría

Se preparó una solución patrón de 0,0011M de NaCl P.A. pesando 0,0310g de NaCl y disolviéndolos en 500 ml de agua mili-Q, la cual tiene una conductividad teórica de 139,15 mS. Se realizaron las mediciones tanto por el potenciómetro como por el instrumento Kit tester de la mochila Hanna Backpack lab a temperatura ambiente en un vaso precipitado de 200 ml con solución patrón

Tabla 21: Resultados de las mediciones realizadas por el potenciómetro V/S Kit de la mochila de análisis en terreno.

Potenciómetro (mS)	Kit tester Hanna (mS)
131,3	137
131,0	137
131,2	137
131,0	137
131,0	137
131,5	137

Tabla 22: Resultados Estadísticos de la determinación de EC correspondientes al potenciómetro.

Promedio (X _i)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S _i)	Coficiente de Variación (C.V)	Intervalo de Confianza (95%)
131,2	131,2	131,0	0,2066	0,16%	+/-0,1699

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

%Error potenciómetro = 5,71 %

Tabla 23: Resultados Estadísticos de la determinación de EC correspondientes al Kit Hanna.

Promedio (X ₂)	Mediana (Med)	Moda (Mo)	Desviación estándar (S ₂)	Coficiente de variación (C.V)	Intervalo de confianza (95%)
137	137	137	0		

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

%Error Kit tester = 1,55 %

4.6 pH

En la determinación de pH se trabajó con 3 tipos distintos de buffers de calibración para los pH-metros convencionales usados en el laboratorio marca "THERMOS" los cuales traen etiquetados su respectiva desviación estándar a cierta temperatura y su valor referencial.

Los buffers usados son de pH 10,00 pH, 7,00 pH, 4,01 pH, las mediciones fueron hechas bajo una temperatura de 20,5 °C.

Tabla 24: Resultados de las mediciones realizadas por el pH-metro Thermos y el pH-metro del Kit Hanna.

pH (Buffers)	10,00 pH	7,00 pH	4,01 pH
pH-metro "Thermos"	10,06	7,01	4,01
Kit Hanna	9,50	6,75	3,88

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor teorico})}{(\text{valor real})} * 100$$

Tabla 25: Resultados de los porcentajes de errores de los diferentes buffers, respecto al pH-metro Thermos y el pH-metro del Kit Hanna.

pH	pH-metro Thermos	Mochila
pH 4	0%	3,24%
pH 7	0,14%	3,57%
pH 10	0,6%	5%

4.7 Temperatura

Se determinó la temperatura de manera experimental comparando un termómetro digital de los pH-metros del laboratorio contra el termómetro del Kit tester de la mochila de terreno. Se realizó un ensayo en agua con hielo y en agua a temperatura ambiente donde se llevó a cabo 3 mediciones en agua fría y 3 en agua a temperatura ambiente por cada instrumento, dando un total de 12 mediciones que se muestran en la siguiente tabla (**Tabla 26**).

Tabla 26: Resultados de las mediciones realizadas por la mochila Hanna y el Termómetro del laboratorio, en muestras de agua fría y a T° ambiente respectivamente.

Temperatura	Mochila Hanna	Termómetro laboratorio
Agua fría	0,4°C	0,4°C
	0,4°C	0,4°C
	0,4°C	0,4°C
Agua T° ambiente	21,1°C	21,6°C
	21,1°C	21,6°C
	21,1°C	21,6°C

4.8 Trabajo en terreno con la mochila

Lugar de muestreo

Se realizó la extracción de la muestra en el estero el sauce en Llole, provincia de San Antonio, V región, Chile. Lugar que se señala en la siguiente imagen.

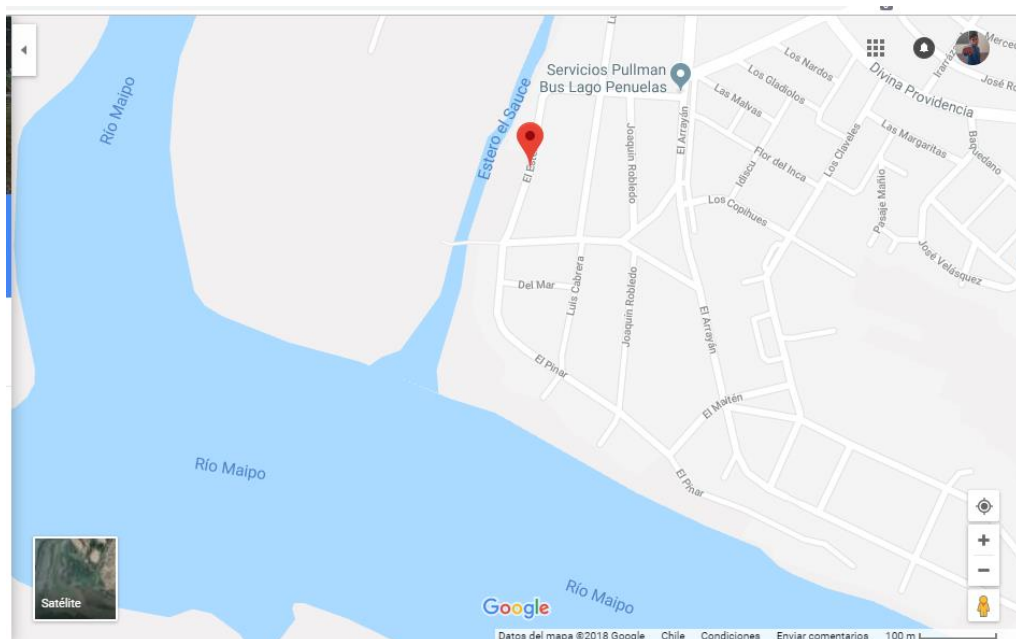


Figura 2 San Antonio, V región, Goggle Maps

Tipo de muestreo:

Se llevó a cabo un muestreo en una zona apta en el estero sauce, donde desde la orilla se tomó una muestra en una botella de plástico de un litro, hasta llenarla, a 10 cm por debajo de la superficie del agua del estero y a 2 metros desde la orilla punto central del afluente. Estos son los resultados obtenidos tras el análisis de terreno con la mochila.

Tabla 27: Resultados de las mediciones realizadas por la Mochila Backpack Lab™ Modelo HI-3817BP en terreno.

Parámetros	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3	Desviación Estándar (S₂)
Dureza	690 ppmCaCO ₃	690 ppmCaCO ₃	690 ppm CaCO ₃	0
Alcalinidad (ff)	15 ppm CaCO ₃	21 ppm CaCO ₃	18 ppm CaCO ₃	2,4495
Alcalinidad (total)	240 ppmCaCO ₃	240 ppmCaCO ₃	240 ppm CaCO ₃	0
Oxígeno disuelto	8,5 ppm	8,6 ppm	8,5 ppm	0,0471
Solidos disueltos (20/100)	745 ppm NaCl	739 ppm NaCl	737 ppm NaCl	3,3993
Conductancia (20/100)	1482 mS	1473 mS	1475 mS	3,8586
pH	8,19	8,19	9,17	0,4620
Temperatura	23,9 °C	24,0 °C	24,0°C	0,0471
Fosfatos	3 ppm PO ₄	3 ppm PO ₄	3 ppm PO ₄	0
Nitratos	-10 ppm NO ₃	-10 ppm NO ₃	-10 ppm NO ₃	0

4.9 Observaciones

- Los análisis de fosfato y nitrato en terreno presentan complicaciones debido a la turbidez de la muestra lo que dificulta la observación del color y su directo resultado en la escala de medición.
- La muestra analizada en terreno presenta una gran concentración de sólidos disueltos y también posee gran conductividad eléctrica por ende el equipo Kit test de la mochila no pudo llevar a cabo la medición ya que estaba fuera de rango. Se debió llevar a cabo una dilución de la muestra de (1/100) en laboratorio para que entrara dentro del rango de medición del equipo y la lectura correcta de los parámetros.
- En los parámetros (dureza, alcalinidad y oxígeno disuelto), los cuales utilizaron métodos de valoración, funcionaron de manera correcta y dieron resultados óptimos y sin dificultades. Al igual que los métodos instrumentales de pH y temperatura, que además muestran gran precisión.
- Condiciones climáticas como el viento pueden dificultar los análisis, también la morfología del terreno al no ser plano o al no tener lugares donde apoyar para poder realizar los análisis con holgura puede generar incomodidad.
- Los resultados de cada análisis se obtienen en poco tiempo y de manera correcta y fácil. Esto debido a que las soluciones vienen preparadas, estandarizadas e indicadas en su aplicación y tiempos de aplicación.
- Se presenta una dificultad al momento de valorar debido a que el punto de aforo del vaso con la muestra debe ser exacto para que al hacer el duplicado de la valoración esta no presente diferencias significativas.
- Los porcentajes de error superiores 5,0 % se considera que son resultados no confiables los cuales se alejan del valor real que buscamos, lo que nos indica que el método utilizado para analizar los parámetros es erróneo ya que no nos entrega resultados verdaderos o cercanos al verdadero, por ende, no es efectivo. Esto significa que se descartan al momento de realizar un análisis.
- Como resultado de estos análisis matemáticos del error podemos determinar que el estudio de STD de la mochila Hanna Backpack Lab y el conductímetro del laboratorio no son confiables para llevar a cabo una determinación.

CAPITULO 5:

DISCUSIÒN

5. Discusión

Los resultados indican que la mochila posee bajos rangos de desviación, por lo que tiene intervalos de confianza aceptables y confiables por ende se considera que los parámetros que mide la mochila poseen buena precisión al momento de entregar resultados.

Para realizar un análisis en terreno hay que tomar en consideración el lugar donde se muestrea y sus alrededores al igual que las condiciones climáticas como el viento, lluvia, entre otras, ya que estos factores pueden dificultar el llevar a cabo las determinaciones. Además, debemos tomar las medidas necesarias de seguridad como llevar guantes y ropa adecuada junto con un libro para registrar los resultados y apuntes convenientes del caso. Dependiendo de la cantidad de analito en la muestra es posible que deban realizarse disoluciones para que los resultados estén dentro de los rangos de los equipos y análisis para que estos sean confiables y representativos lográndose utilizar como datos reales para su posterior uso.

El tiempo que demora para llevar a cabo todos los análisis que contiene la mochila es relativamente rápido por ende si se necesita obtener resultados con urgencia esta herramienta es una buena opción ya que el tiempo que se demora en trasladar la muestra al laboratorio en el caso de un estudio por el método tradicional y también ahorrando gastos innecesarios como el transporte y mantención de esta misma.

Como este método nuevo, de la mochila, posee la misma calidad en la entrega de resultados, no es necesario realizar un segundo estudio en el laboratorio para comprobar los resultados obtenidos en terreno.

Tomando en cuenta los resultados que obtuvimos al determinar el error relativo que posee la mochila en sus análisis, podemos notar que la valoración de alcalinidad obtuvo menos error por ende los resultados obtenidos están más cercanos a los valores reales. En cuanto a la dureza, pH, temperatura y sólidos disueltos, los resultados están en un rango aceptable de aproximadamente un 5% de error; Los parámetros como el nitrógeno y el fosfato que se hacen por observación visual no se puede determinar la cercanía del resultado al valor real que buscamos.

En cuanto a la precisión que se obtuvo en los análisis nos damos cuenta de que todos los parámetros tienen una buena capacidad de repetitividad ya que las desviaciones son menores y no causan problemas.

Respecto a los resultados obtenidos por el t-Student podemos determinar que los sólidos totales disueltos, la dureza y alcalinidad son aceptados por el estudio y el método de Winkler para oxígeno disuelto es rechazado. En cambio, para turbidez, fosfato y nitrato no es posible realizarle el estudio de t-Student ya que no poseen resultados numéricos utilizables, por otro lado, los parámetros como temperatura, pH, conductimetría, tiene resultados exactos sin desviaciones, lo que connota también su alta precisión, por ende, no se puede evaluar por el método matemático.

Al realizar un análisis de fosfato y nitrato se pueden generar errores en la medición debido a que en el agua estudiada podría haber algún interferente que afecte el complejo principal;

el principal interferente es la turbidez de la muestra, lo cual afecta el color del resultado y por ende es más difícil comparar con la escala que trae cada Kit de la mochila respectivamente.

Se logra notar que las mediciones de la temperatura para ambos instrumentos (termómetro laboratorio y el Kit Hanna) se obtuvo resultados los cuales no presentan desviación estándar por ende poseen buena precisión. Pero a la vez se observa que a temperaturas cercanas a los 0°C ambos instrumentos entregan resultados iguales y que a temperatura ambiente se obtienen resultados diferentes entre la mochila y el termómetro, pero ambos continúan teniendo la misma precisión.

En lo posible; llevar a terreno o incluir dentro de la mochila instrumentos o material de laboratorio para realizar diluciones de la muestra en el caso que sea necesario, debido a los posibles problemas en las mediciones de los parámetros al tener muestras muy concentradas; al momento de realizar una medición en terreno llevar un dipper o recolector de agua, el cual facilita la toma de muestra en lugares de difícil acceso o donde sea necesario tomar la muestra en un punto medio del lugar; se debe portar también un contenedor de residuos de plástico para eliminar los residuos peligrosos o nocivos para el medio ambiente que resultan de las diferentes pruebas y no puedan ser desechados al medio ambiente ; llevar a terreno equipo de seguridad como guantes y mascarillas para evitar contaminación tanto con la muestra como con los reactivos que se utilizan para llevar a cabo las mediciones; llevar dos botellas para obtener una muestra para el análisis en terreno y una contra muestra para laboratorio; llevar algún tipo de mesa de superficie plana replegable para llevar a cabo los análisis sobre esta, por ejemplo, una mesa; buscar un lugar que no esté expuesto al sol, el viento u algún otro fenómeno físico que dificulte el análisis; pedir los permisos correspondientes y realizar los trámites necesarios para poder realizar la labor de análisis en el lugar predeterminado, debido a que puede ser un sitio privado; debe tomar en cuenta la hora a la que se va realizar el estudio, debido a que si es un río su caudal puede variar y por ende las concentraciones que contiene. Es un factor que hay que tener en cuenta a la hora de realizar la toma de la muestra, y se debe registrar por si posteriormente ahí una repetición del análisis; llevar un libro de registro para tomar apuntes y registrar los datos obtenidos.

6. Conclusión

Finalmente se logró cumplir con los objetivos que se propusieron en un principio del trabajo ya que se logró verificar la fiabilidad de los resultados que entrega la mochila y la eficiencia que esta entrega en terreno, además de se determinó la exactitud y precisión tanto de los métodos como de los instrumentos de la mochila de análisis de agua.

- Para realizar mediciones confiables en dureza, alcalinidad, nitrato y fosfato es necesario cumplir con el volumen exacto de aforo de los vasos, tubos al momento y botellas de vidrio. Además, hay análisis que entregan resultados con una alta precisión y exactitud.
- Se debe llevar material para realizar disoluciones de la muestra en terreno si llega a ser necesario.
- Los resultados matemáticos entregados por el método de t-Student indican, en la determinación de oxígeno disuelto, que tanto para la mochila “Hanna” como para el método tradicional Winkler son rechazados por tener valores que exceden el t crítico.
- La mochila de terreno puede realizar los mismos análisis que en un laboratorio con resultados de igual o mayor calidad y además minimiza el tiempo de transporte de la muestra del lugar de análisis hasta el laboratorio, siendo por ende un método práctico, fácil y exacto que nos entrega resultados en el mismo lugar que se evalúa. Por ende, se concluye que la mochila es práctica y que es de gran utilidad ya que cumple con los parámetros de calidad necesario para tomar en serio los resultados de un posible análisis en terreno.
- Se determinó que esta mochila puede usar en el ámbito educativo, ya que estos Kits portátiles contienen lecciones y actividades bien construidas, y que permiten entender de manera práctica y fácil como se realiza y funciona cada uno de los análisis que contiene la mochila.
- Se determinó que la medición de los STD del Kit Hanna no es efectiva ya que presenta mucho error relativo y la t-Student indica que contiene diferencias significativas.

7. Bibliografía

- [1] Manual de Instrucciones HI 3811 Test Kit de Alcalinidad [en línea]. <<https://cdn.hannacolombia.com/hannacdn/support/manual/2012/10/20140707112234-manual-hi-3811.pdf>> [consulta: 05 Julio 2019]
- [2] Manual de Instrucciones HI 3810 Test Kit de Oxígeno Disuelto [en línea]. <https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/instrucciones/instrucciones_kit_oxigeno_disuelto_hi3810.pdf> [consulta: 05 Julio 2019]
- [3] Tadeo Lozano, Jorge: Titulaciones por oxido-reducción (oxígeno disuelto, vitamina C) y titulación por formación de complejos (calcio y magnesio) [en línea]. <https://web.archive.org/web/20070612162234/http://www.utadeo.edu.co/comunidades/estudiantes/ciencias_basicas/analitica_instrumental/guia_5_1.pdf> [consulta: 05 Julio 2019]
- [4] Manual de Instrucciones HI 3812 Test Kit de Dureza [en línea]. <http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/instrucciones/instrucciones_kit_analisis_dureza_hi3812.pdf> [consulta: 05 Julio 2019]
- [5] Manual de Instrucciones HI 98311 TDS/pH/T°/EC [en línea]. <http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/instrucciones/instrucciones_medidor_conductividad_electrica_tds_temperatura_hi98311_hi98312.pdf> [consulta: 05 Julio 2019]
- [6] Manual de Instrucciones HI 3874 Test Kit de Nitrógeno [en línea]. <https://www.viaindustrial.com/manuales_pdf/test-kit-quimico-de-nitrito-hi3874-hanna-manual-esp%C3%B1ol.pdf> [consulta: 05 Julio 2019]
- [7] Cavazos, N.; Zárate, L.; Torres, E. Determinación de fósforo y cafeína en bebidas de cola. Educación Química, 2001, 12, 2, pp. 116-120.
- [8] Validación de métodos y determinación de la incertidumbre de la medición: “Aspectos sobre la validación de métodos”, Edición 2010, Santiago, diciembre de 2010. [en línea]. <http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2010/12/guia_tecnica_1_validacion_de_metodos.pdf> [consulta: 05 Julio 2019]

8. Anexos

Simbología

- **OD:** Oxígeno Disuelto
- **T°:** Temperatura
- **M:** Molaridad
- **N:** Normalidad
- **mS:** mili siemens
- **EC:** Conductividad Eléctrica
- **ppm:** Partes por millón
- **ml:** mililitro
- **L:** litro
- **mg/L:** miligramo por litro
- **SDT:** Solidos disueltos totales
- **P.A:** Para análisis
- **X₁:** Promedio
- **S₁:** Desviación Estándar
- **C.V:** Coeficiente de variación
- **NM:** Naranja de Metilo
- **FF:** Fenolftaleína

Anexo A 1-5: Estadística básica para validación de métodos

II: ESTADISTICA BASICA

Para los fines de una validación, se utilizan normalmente ciertas mediciones estadísticas, que nos ayudan a establecer si el método se encuentra dentro de un parámetro aceptable, normalmente se determinan las siguientes:

Media: Conocida también como media aritmética o promedio, es la cantidad total de la variable (muestra o medida) distribuida a partes iguales entre cada observación. En términos matemáticos, es igual a la suma de todos sus valores dividida entre el número de

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

sumandos

Siendo:

x_i = valor de una lectura.
 n = número de lecturas

Desviación estándar (σ , **S):** Es el promedio de lejanía de los valores obtenidos (lecturas) respecto del promedio.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X)^2}{n-1}}$$

Siendo:

x_i = valor de una lectura.
 X = promedio de la totalidad de lecturas. n = número de lecturas

Coefficiente de Variación (CV): Desviación estándar dividida por la media. También es conocida como desviación estándar relativa (RSD). El coeficiente de variación puede ser expresado en porcentaje:

$$\%CV = \frac{S}{X} \times 100$$

Siendo:

S = desviación estándar de las lecturas. X = promedio de la totalidad de lecturas.

Varianza: Es una medida de dispersión definida como el cuadrado de la desviación estándar.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X)^2}{n-1}$$

Siendo:

x_i = valor de una lectura.
 X = promedio de la totalidad de lecturas. n = número de lecturas

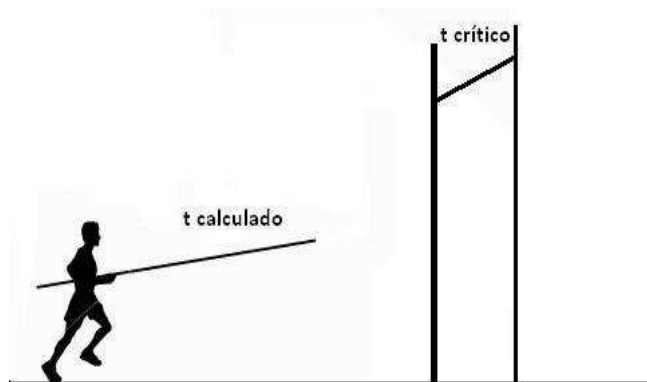
Anexo A 2-5: Estadística básica para validación de métodos

Prueba t-Student

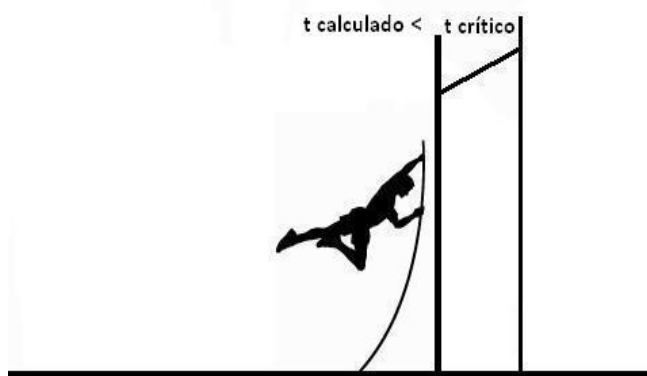
Esta prueba permite comparar las medias de dos grupo de datos y determinar si entre estos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas.

En la prueba t, se procede a determinar el valor t de student calculado, obtenido de la experiencia analítica, y este valor posteriormente se compara con el llamado valor crítico, este valor crítico se obtiene de la tabla de t-student para un determinado porcentaje de confiabilidad (normalmente se utiliza el 95% de confianza, es decir, un valor α de 0,05). Si no existen diferencias significativas entre 2 grupos, el t calculado debería ser inferior al t crítico (o conocido también como t de tabla).

El siguiente ejemplo, trata de explicar la afirmación realizada anteriormente: Un atleta desea realizar un salto con garrocha, para lo cual, él realiza un calculo de con que velocidad y con que fuerza (t calculado) debe realizar la prueba de atletismo, a fin de saltar correctamente la altura establecida para la competencia (t crítico).

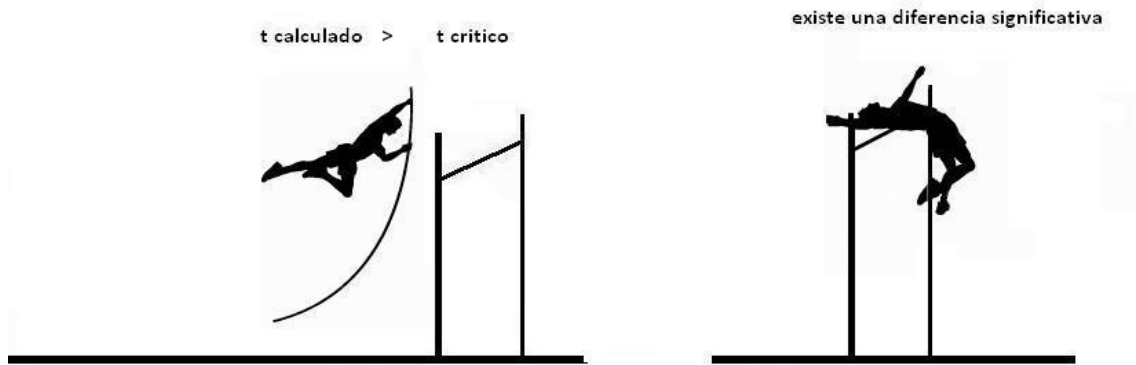


Si el t calculado es inferior al t crítico, entonces, **no existirá una diferencias significativa** que permita superar al t crítico, y el atleta no podrá realizar el salto.



Anexo A 3-5: Estadística básica para validación de métodos

Si el valor t calculado es superior al t crítico, entonces, existirá una **diferencia significativa** que permitirá superar al t crítico, y el atleta podrá realizar el salto.



Para explicar de mejor manera la prueba de t-Student, hemos incluido los siguientes ejemplos:

EJEMPLO 1: Prueba t-Student para 2 variables independientes

Se realiza el análisis de una muestra de flúor en agua bajo el método de cromatografía iónica en Laboratorio 1 y por EIS en Laboratorio 2. Los resultados obtenidos en mg/L de F⁻, fueron:

Nivel	Grupo/Experiencia	
	1	2
Observaciones		
1	4,5	5,3
2	5,2	6,8
3	5,0	6,9
4	6,4	7,1
5	6,0	7,7
6	7,1	---

Experiencia 1: $n_1=6$ Media $X_1=5,70$ Desviación estándar $S_1=0,9716$ grados de libertad $gl_1= 5$
 Experiencia 2: $n_2=5$ Media $X_2=6,76$ Desviación estándar $S_2=0,8877$ grados de libertad $gl_2= 4$

Se determina el valor t calculado (t_{calc}):

$$t_{calc} = \frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2(n_1-1) + S_2^2(n_2-1)}{n_1+n_2-2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Anexo A 4-5: Estadística básica para validación de métodos

$$t_{\text{calc}} = \frac{|5.70 - 6.76|}{\sqrt{\frac{(0.9716)^2(6-1) + (0.8877)^2(5-1)}{6+5-2} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{5} \right)}}$$

$$t_{\text{calc}} = \frac{|-1.06|}{\sqrt{(0.93524) \cdot (0.1667 + 0.2)}}$$

$$t_{\text{calc}} = \frac{1.06}{0.34292} = 3.09.$$

Se desea determinar si son iguales las medias de la experiencia 1 y 2. Para esto se procede luego a determinar el t crítico en la tabla t-student para $\alpha=0.05$.

En la intersección se lee: valor crítico para t, que es $t_{\text{crit}} = 2.262$.

2 colas	80%	90%	95%
$\alpha/2$	0.10	0.05	0.025
ν			
1	3.078	6.314	12.706
2	1.886	2.920	4.303
3	1.638	2.353	3.182
4	1.533	2.132	2.776
5	1.476	2.015	2.571
6	1.440	1.943	2.447
7	1.415	1.895	2.365
8	1.397	1.860	2.306
9	1.383	1.833	2.262
10	1.372	1.812	2.228

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, $t_{\text{calc}} = 3.09$.

Se observa. $t_{\text{calc}} > t_{\text{crit}}$. Concluimos que **existen diferencias significativas**. Por lo cual el resultado se acepta.

Anexo A 5-5: Estadística básica para validación de métodos

EJEMPLO 3: Prueba t-student para comparación de muestral versus un valor de referencia

Se analiza de un material de referencia certificado de hierro en cereal, se realizan 4 replicas, el método utilizado es absorción atómica llama, los resultados obtenidos en mg/Kg son:

Observaciones	Valor obtenido
1	5,8
2	6,1
3	6,4
4	6,2

El valor asignado, informado en el certificado del MRC es; $\mu =$

6,3mg/Kg Experiencia :

Observaciones pareadas $n=4$ Media $X = 6,05$
Desviación estándar $S = 0,387$ grados de

libertad (ν o gl) = 3 Se determina el valor t

calculado (t_{calc}):

$$t_{\text{calc}} = \frac{X - \mu}{(S/\sqrt{n})}$$

$$t_{\text{calc}} = \frac{|6,05 - 6,3|}{0,387/\sqrt{4}} = 1,292$$

Se procede luego a determinar el t crítico en la tabla t-student

para $\alpha = 0,05$. En la intersección se lee: valor crítico para t, que

es $t_{\text{crit}} = 3,182$.

2 colas	80%	90%	95%
$\alpha/2$	0.10	0.05	0.025
ν			
1	3.078	6.314	12.706
2	1.886	2.920	4.303
3	1.638	2.353	3.182
4	1.533	2.132	2.776

Se procede a comparar el t crítico y el t calculado, $t_{\text{calc}} = 1,292$.

Se observa que: $t_{\text{calc}} < t_{\text{crit}}$. Concluimos que **no existen diferencias significativas**. Por lo cual el resultado se acepta.

Manual de Instrucciones

HI 3811 Test Kit de Alcalinidad



www.hannainstruments.es

Estimado cliente:

Gracias por escoger un producto Hanna. Por favor lea este manual cuidadosamente antes de utilizar el Test Kit. Le proveerá de la información necesaria para el correcto uso del mismo.

Extraiga el Test Kit del embalorio y exáminelo cuidadosamente para asegurarse de que no se ha producido ningún daño durante el transporte.

Si así fuera notifíquese a su distribuidor o a la oficina de Hanna más cercano.

Cada kit se suministra con:

- Reactivo 1, 1 botella con cuentagotas (10 ml);
- Reactivo 2, 1 botella con cuentagotas (10 ml);
- Reactivo 3, 1 botella (120 ml);
- 2 recipientes calibrados (10 y 50 ml);
- 1 jeringa calibrada.

Nota: Cualquier artículo dañado debe ser devuelto en su embalaje original.

ESPECIFICACIONES	
Rango	0 a 100 mg/l (ppm) CaCO_3 0 a 300 mg/l (ppm) CaCO_3
Incremento Menor	1 mg/l (en el rango de 0-100 mg/l) 3 mg/l (en el rango de 0-300 mg/l)
Método de Análisis	Titration de ácido utilizando fenolftaleína y bórromfenol azul
Tamaño de Muestra	5 ml y 15 ml
Número de Test	110 (media)
Dimensiones de la caja	200x120x60 mm
Peso	460 g

ISTR3811R1
10/99

ISTR3811R1
10/00

SIGNIFICADO Y USO

La alcalinidad es la capacidad cuantitativa del agua de la muestra de neutralizar un ácido a un pH establecido. Esta medida es importante para determinar la capacidad corrosiva del agua debido al hidróxido, carbonato e iones de bicarbonato. También son fuente de alcalinidad aniones hidrolizados como fosfatos, silicatos, boratos, fluoruros y sales de algunos ácidos orgánicos. La alcalinidad es importante en el tratamiento de agua potable, agua residual, calderas y sistemas refrigeradores y suelos. El Test Kit de Hanna proporciona una monitorización fácil, rápida y segura. Su tamaño compacto da al usuario la posibilidad de utilizarlo en cualquier lugar. Su diseño lo hace fácil para el transporte y, excepto para el Reactivo 3, previene prácticamente los daños por derrames.

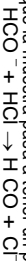
Nota: mg/l equivale a ppm (parte por millón).

REACCION QUIMICA

La alcalinidad puede ser medida como Alcalinidad de Fenolftaleína y Alcalinidad Total. La primera se determina neutralizando la muestra a un pH de 8.3 utilizando una solución diluida de ácido clorhídrico, y un indicador de fenolftaleína. Este proceso convierte los iones de hidróxido en agua, y los iones de carbonato en bicarbonato:



Desde que los iones de bicarbonato pueden convertirse en ácido carbónico con ácido clorhídrico adicional, la alcalinidad de fenolftaleína mide los iones totales de hidróxido, pero sólo la mitad de la contribución de bicarbonato. Para convertir el total de los iones de carbonato, el ácido clorhídrico se añade hasta que la muestra pasa a tener un pH de 4.5:



Esta es la alcalinidad total.

INSTRUCCIONES

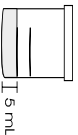
LEA LAS INSTRUCCIONES ANTES DE UTILIZAR EL TEST KIT

EL PROCESO APARECE ILUSTRADO EN LA PARTE POSTERIOR

Determinación de la Alcalinidad de la Fenolftaleína:

- Extraiga la tapa del recipiente de plástico.

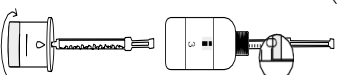
Aclare el recipiente con la muestra de agua, llénelo hasta la marca de los 5 ml y cierre la tapa.



- Añada 1 gota de Reactivo 1 a través de la ranura de la tapa y mezclelo realizando movimientos en pequeños círculos. Si la solución permanece incolora registre la alcalinidad de la fenolftaleína como cero y siga con el procedimiento para la determinación de la alcalinidad total (ver abajo). Si la solución se vuelve rosa realice el siguiente paso

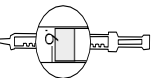


- Introduzca todo el émbolo de la jeringa de titración dentro de la jeringa. Introduzca el extremo de la jeringa en la solución del reactivo 3 y extraiga el émbolo hasta la marca de 0 ml de la escala de la jeringa. Introduzca el extremo de la jeringa a través de la ranura del recipiente de plástico y lentamente añada la solución de titración gota a gota, mezclando el recipiente tras cada gota. Continúe añadiendo la solución de titración hasta que la solución se vuelva incolora. Realice la lectura de los mililitros de la escala de la jeringa y multiplíquelo por 300 para obtener mg/l (ppm) CaCO_3 .



(ppm) CaCO_3 :

$$\times 300 = \text{CaCO}_3$$

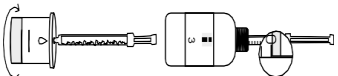


- Determinación de la Alcalinidad Total
- Extraiga la tapa del recipiente. Aclárelo con el agua de la muestra, llénelo hasta la marca de los 5 ml y cierre la tapa.
- Añada 1 gota de Reactivo 2 por la ranura y mezclelo. Si la solución es de color amarillo, la solución es ácida, para lo cual se debe realizar el Test de Alcalinidad (vea HI 3820 – Test Kit de Alcalinidad de Hanna).



Si la solución es azul o verde siga los pasos siguientes.

- Introduzca todo el émbolo de la jeringa dentro de la misma. Introduzca el extremo de la jeringa dentro del Reactivo 3 y extraiga el émbolo hasta la marca de los 0 ml de la escala de la jeringa.
- Introduzca la jeringa a través de la ranura de la tapa del recipiente y añada la solución de la jeringa gota a gota, mezclándola tras cada gota. Continúe añadiendo gotas hasta que la solución del recipiente se vuelva amarilla.
- Realice la lectura del valor de la escala de la jeringa y multiplíquela por 300 para obtener mg/l (ppm) CaCO_3 .



$$\times 300 = \text{CaCO}_3$$

Determinación del Rango Bajo

Si el resultado es menor que 100 mg/l, la precisión del test puede ser mejorada de la siguiente manera.

- Extraiga la tapa del recipiente de plástico. Aclare el recipiente con agua de la muestra, llénelo hasta la marca de los 15 ml y cierre la tapa. Siga con el test descrito anteriormente. Para obtener ambos resultados, fenolftaleína y alcalinidad total, multiplique el valor de la escala de la jeringa por 100.



Nota: Introduzca el émbolo dentro de la jeringa de forma que no quede atrapada ninguna burbuja de aire dentro de la misma.



$$\times 100 = \text{CaCO}_3$$

REFERENCIAS

1987 Anuario Estándar de ASTM, Volumen 11.01 Agua (1), pág. 151-158.

Métodos Oficiales de Análisis, A.O.A.C., Edición 14, 1984. Métodos Estándares para el Análisis de Aguas y Aguas residuales, Edición 18, 1992, pág. 445-446.

SALUD Y SEGURIDAD

Los químicos de este Test Kit pueden provocar riesgo si se utilizan de manera no adecuada. Lea las pág. de Salud y Seguridad antes de trabajar con el Test Kit.

HI 3817BP



Backpack Lab™



Backpack Lab™

Backpack Lab™ Water Quality Educational Test Kit Includes:

- 110 tests each for acidity and alkalinity, 100 tests for carbon dioxide, dissolved oxygen, hardness, nitrate and phosphate
- **pHep®4:** water-resistant pH/temperature tester by HANNA instruments®
- **DiST®5:** water-resistant conductivity and TDS tester by HANNA instruments®
- Secchi disc for turbidity
- Backpack-style carrying case which holds all the components of the kit
- Extensive teachers manual with a curriculum that meets the National Science Teachers Association Standard
- Overhead transparencies with summaries of each parameter
- Laminated instruction cards with step-by-step field test procedures
- Lab activity worksheets with instructions, goals, hypothesis, testing procedure results and comments
- A glossary of key terms for classroom display

Everything students need to know about environmental water parameters all in one backpack!

HANNA instruments® is now offering a new series of test kits for use by educators and environmental science students. These portable kits are specifically designed for teachers to get the most out of their classroom time with well-constructed lessons and activities.

The backpack is designed with all the necessary components in one place, reducing the chance of misplacing an item.

The durable backpack is ideal to take out in the field for on-site measurements. The components are tied together by an extensive teachers manual that includes information about each parameter, classroom activities which are designed to introduce students to each parameter, and detailed field-testing procedures.

HANNA instruments®' parameter test kits and pocket testers, provide teachers with a valuable tool in helping students assess the water quality of streams, rivers and lakes.

The HANNA instruments® Backpack Lab™ is an example of our innovation and desire to respond to the needs of our customers.

Backpack Lab™

Backpack Lab™ Soil Quality Educational Test Kit Includes:

- Agriculture combination test kit for testing nitrogen, phosphorous, potassium and pH, with enough materials for 50 tests for each parameter
- **pHep®4**: water-resistant pH/temperature tester by HANNA instruments®
- **DiST®5**: water-resistant conductivity and TDS tester by HANNA instruments®
- HANNA instruments® HI 145 digital thermometer
- Backpack-style carrying case which holds all the components of the kit
- Extensive teachers manual with a curriculum that meets the National Science Teachers Association Standard
- Overhead transparencies with summaries of each parameter
- Laminated instruction cards with step-by-step field test procedures
- Lab activity worksheets with instructions, goals, hypothesis, testing procedure results and comments
- A glossary of key terms for classroom display



Explore three macronutrients and three parameters using test kits and meters!

HANNA instruments® introduces the second kit specifically assembled for educator and environmental science student use.

Using the popular HANNA instruments® Agriculture Combination Test Kit as its foundation, the Soil Quality Education Test Kit is designed to provide a complete unit for teachers to introduce students to important chemical tests to evaluate soil quality and fertility, and relate these measurements to the principles of plant metabolism. The components are tied together by an extensive Teacher's Guide that includes in-depth background information about each parameter, classroom activities designed to introduce students to each parameter, and detailed field-testing procedures.

By combining HANNA instruments®' expertise in developing and manufacturing testing products for industrial applications, this kit addresses important issues related to soil quality and modern agricultural practices. Real-world examples help students to understand the relevance of macronutrients and other parameters in everyday life. The kit is an in-depth introduction to major soil quality topics, all presented in an easy-to-use format that makes lessons understandable.

Anexo C 3-3: Catalogo HI-3817BP

Specifications

HI 3817BP Backpack Lab™

Parameter	Code	Method	Range	Smallest Increment	Method	Number of Tests	Weight
Acidity (CaCO ₃)	HI 3820	Titration	0-100 mg/L 0-500 mg/L	1 mg/L 5 mg/L	Methyl-orange Phenolphthalein	110	910 g
Alkalinity (CaCO ₃) P & Total	HI 3811	Titration	0-100 mg/L 0-300 mg/L	1 mg/L 3 mg/L	Phenolphthalein/ Bromphenol blue	110	460 g
Carbon Dioxide (CO ₂)	HI 3818	Titration	0.0-10.0 mg/L 0.0-50.0 mg/L 0-100 mg/L	0.1 mg/L 0.5 mg/L 1 mg/L	Phenolphthalein	110	460 g
Oxygen, Dissolved	HI 3810	Titration	0.0-10.0 mg/L	0.1 mg/L	Modified Winkler	110	910 g
Hardness (CaCO ₃)	HI 3812	Titration	0.0-30.0 mg/L 0-300 mg/L	0.3 mg/L 3 mg/L	EDTA	approx. 100	460 g
Nitrate (NO ₃ ⁻)	HI 3874	Colorimetric	0-50 mg/L	10 mg/L	Cadmium reduction	100	156 g
Phosphate (Orthophosphate PO ₄ ³⁻)	HI 3833	Colorimetric	0-5 mg/L	1 mg/L	Ascorbic acid	100	160 g

pHep®4

Parameter	Code	Range	Resolution	Accuracy	Calibration	Battery Life	Weight
pH	HI 98127	-2.0 to 16.0 pH	0.1 pH	±0.1	Automatic	approx. 300 hours	85 g
Temperature		-5.0 to 60.0°C	0.1°C	±0.5°C			

DiST®5

Parameter	Code	Range	Resolution	Accuracy	Calibration	Battery Life	Weight
EC	HI 98311	0 to 3999 µS/cm	1 µS/cm	±2% F.S.	Automatic	approx. 100 hours	85 g
TDS		0 to 2000 ppm	1 ppm	±2% F.S.			
Temperature		0.0 to 60.0°C	0.1°C	±0.5°C			

HI 3896BP Backpack Lab™

Parameter	Code	Method	Range	Chemical Method	Number of Tests	Peso
Nitrogen	HI 3896	Colorimetric	Traces, low, medium, high	Ned	50	1320 g
Phosphorus		Colorimetric	Traces, low, medium, high	Ascorbic acid	50	
Potassium		Turbidimetric	Traces, low, medium, high	Tetraphenylborate	50	
pH		Colorimetric	4 to 9 pH (1 pH increments)	pH indicators	50	

HI 145-00 Specifications

	Range	Resolution	Accuracy	Probe	Battery Life	Weight
Temperature	-50.0 to 220°C	0.1°C (-50.0 to 199.9°C) 1°C (200 to 220°C)	±0.3°C (-20 to 90°C) ±0.4 F.S. (outside)	Stainlesssteel, 125x5mm (5x0.2")	approx. 10000 hours	65 g

pHep®4

Parameter	Code	Range	Resolution	Accuracy	Calibration	Battery Life	Weight
pH	HI 98127	-2.0 to 16.0 pH	0.1	±0.1	Automatic	approx. 300 hours	85 g
Temperature		-5.0 to 60.0°C	0.1°C	±0.5°C			

DiST®5

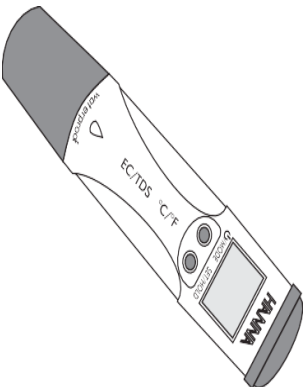
Parameter	Code	Range	Resolution	Accuracy	Calibration	Battery Life	Weight
EC	HI 98311	0 to 3999 µS/cm	1 µS/cm	±2%	Automatic	approx. 100 hours	85 g
TDS		0 to 2000 ppm	1 ppm	F.S%			
Temperature		0.0 to 60.0°C	0.1°C	±2%			

Anexo D 1-2: Test Kit SDT/EC/pH/T°

Instruction Manual

HI 98311 - HI 98312

Waterproof EC/TDS & Temperature Meters



HANNA
Instruments

CE
These Instruments are
in Compliance
with the CE Directives

www.hannainstruments.com

Dear Customer,
Thank you for choosing a Hanna product. This manual will provide you with the necessary information for a correct operation. Please read it carefully before using the meter.

If you need additional technical information, do not hesitate to e-mail us at techserv@hannain.com. These instruments are in compliance with the CE directives.

PRELIMINARY EXAMINATION

Remove the instrument from the packing material and examine it carefully. If any damage has occurred during shipment, immediately notify your Dealer or the nearest Hanna Customer Service Center. Each meter is supplied with:

- HI 73311 EC/TDS probe
- HI 73128 Probe removal tool
- 4 x 1.5V batteries

Note: Conserve all packing material until the instrument has been observed to function correctly. Any defective item must be returned in its original packing.

WARRANTY

HI 98311 and HI 98312 are warranted for one year against defects in workmanship and materials when used for their intended purpose and maintained according to instructions. The probe is warranted for a period of six months. This warranty is limited to repair or replacement free of charge.

Damages due to accident, misuse, tampering or lack of prescribed maintenance are not covered.

If service is required, contact the dealer from whom you purchased the instrument. If under warranty, report the model number, date of purchase, serial number and the nature of the failure. If the repair is not covered by the warranty, you will be notified of

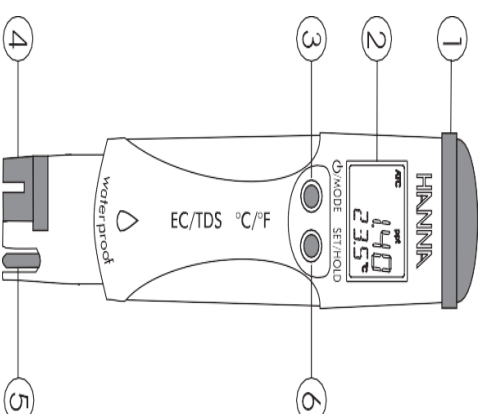
GENERAL DESCRIPTION

HI 98311 and HI 98312 are waterproof EC/TDS and temperature meters. The housing has been completely sealed against humidity and designed to float. All EC/TDS readings are automatically temperature compensated (ATC), and temperature values can be displayed in °C or °F units.

The EC/TDS conversion factor (CONV) is selectable by the user, as well as the temperature compensation coefficient β (BETA).

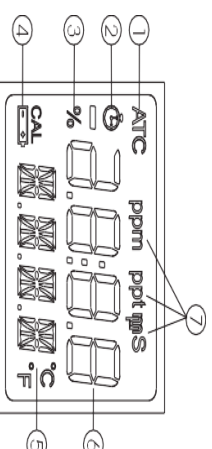
The meters can be calibrated at one point. Measurements are highly accurate with a unique stability indicator right on the LCD. A low battery symbol warns the user when the batter-

FUNCTIONAL DESCRIPTION



1. Battery compartment

2. Liquid Crystal Display (LCD)
3. ON/ OFF/MODE button
4. HI 73311 EC/TDS probe
5. Temperature sensor
6. SET/HOLD button



SPECIFICATIONS

Range	Temperature: 0.0 to 60.0°C / 32.0 to 140.0°F
	EC: 0 to 3999 µS/cm (HI 98311) 0.00 to 20.00 mS/cm (HI 98312)
	TDS: 0 to 2000 ppm (HI 98311) 0.00 to 10.00 ppt (HI 98312)
Resolution	Temp: 0.1°C / 0.1°F EC/TDS: 1 µS/cm ; 1 ppm (HI 98311) 0.01 mS/cm ; 0.01 ppt (HI 98312)
Accuracy	Temp: ± 0.5°C / ± 1°F (@20°C/68°F)
	EC/TDS: ± 2% f.s. Typical EMC Temp: ± 0.5°C / ± 1°F Deviation EC/TDS: ± 2% f.s.
Temperature Compensation	Automatic, with β = 0.0 to 2.4%/°C
Environment	0 to 50°C (32 to 122°F); RH 100%
EC/TDS Conversion Factor	0.45 to 1.00 (CONV)
Calibration	Automatic, at 1 point
EC/TDS Cal. solutions	HI 98311: HI7031 (1413 µS/cm) HI7032 (1382 ppm; CONV=0.5) HI7042 (1500 ppm; CONV=0.7) HI7030 (12.88 mS/cm) HI70038 (6.44 ppt; CONV= 0.5 or 9.02 ppt; CONV= 0.7)
Probe (Included)	HI 73311 EC/TDS probe
Battery Type/Life	4 x 1.5V with BEPS/typical 1000 hours
Auto-off	After 8 minutes
Dimensions	163 x 40 x 26 mm (6.4 x 1.6 x 1.0")
Weight	85 g (3.0 oz)

Anexo D 2-2: Test Kit SDT/EC/pH/T°


OPERATIONAL GUIDE

To turn the meter on and to check battery status
Press and hold the μ MODE button for 2-3 seconds. All the used segments on the LCD will be visible for a few seconds, followed by a percent indication of the remaining battery life (E.g. % 100 BATT).

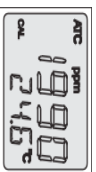
Taking measurements

Submerge the probe in the solution to be tested. Use plastic beakers to minimize any electromagnetic interferences.

Select either EC or TDS mode with the SET/HOLD button.

The measurements should be taken when the stability symbol  on the top left of the LCD disappears.

The EC (or TDS) value automatically compensated for temperature is shown on the primary LCD while the secondary LCD shows the temperature of the sample.



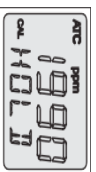
To change the temperature unit

To change the temperature unit (from °C to °F), from measurement mode, press and hold the μ /MODE button until TEMP and the current temperature unit are displayed on the lower portion of the LCD (E.g. TEMP °C).

Use the SET/HOLD button to change the temperature unit, and then press the μ /MODE button twice to return to the normal measuring mode.

To freeze the display

Press the SET/HOLD button for 2-3 seconds until HOLD appears on the secondary display. Press either button to return to the normal measuring mode.



To turn the meter off

Press the μ MODE button while in normal measuring mode. OFF will appear on the lower part of the display. Release the button.

Notes:

- Before taking any measurement make sure the meter has been calibrated.
- If measurements are taken in different samples successively, rinse the probe thoroughly to eliminate cross-contamination; and after cleaning, rinse the probe with some of the sample to be measured.

CALIBRATION

For better accuracy, frequent calibration of the instrument is recommended. In addition, the instrument must be recalibrated whenever:

- The EC/TDS probe is replaced.
- After testing aggressive chemicals.
- Where high accuracy is required.
- At least once a month.

To change the EC/TDS conversion factor (CONV) and the temperature compensation coefficient β (BETA)

- From measurement mode, press and hold the μ /MODE button until TEMP and the current temperature unit are displayed on the lower LCD (E.g. TEMP °C).
- Press the μ MODE button again to show the current conversion factor (E.g. 0.50 CONV).
- Press the SET/HOLD button to change the conversion factor.
- Press the μ MODE button to show the current temperature compensation coefficient β (E.g. 2.1 BETA).
- Press the SET/HOLD button to change the temperature compensation coefficient β .
- Press the μ MODE button to return to the normal measuring mode.

Calibration procedure

- From measurement mode, press and hold the μ /MODE button until CAL is displayed on the lower LCD.
- Release the button and immerse the probe in the proper calibration solution: HI7031 (1413 μ S/cm) for HI98311 and HI7030 (12.88 mS/cm) for HI98312.
- Once the calibration has been automatically performed, the LCD will display OK for 1 second and the meter will return to normal measurement mode.
- Since there is a known relationship between EC and TDS readings, it is not necessary to calibrate the meter in TDS. If the EC/TDS conversion factor is either 0.5 or 0.7, the meter will allow a direct calibration in ppm by using the Hanna calibration solutions listed below.

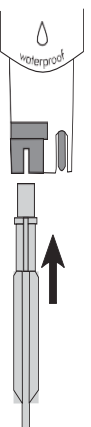
The CAL symbol on the LCD means that the meter is calibrated.

To reset to the default calibration

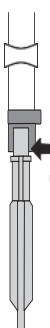
To clear a previous calibration, press the MODE button after entering the calibration mode. The lower LCD will display ESC for 1 second and the meter will return to normal measurement mode. The CAL symbol on the LCD will disappear. The meter will be reset to the default calibration.

PROBE MAINTENANCE

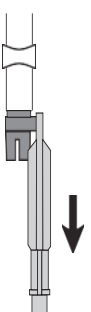
The EC/TDS probe can be easily replaced by using the supplied tool (HI73128). Insert the tool into the probe cavity as shown below.




Rotate the probe counterclockwise.



Pull the probe out by using the other side of the tool. Insert a new probe following the above instructions in reverse order.

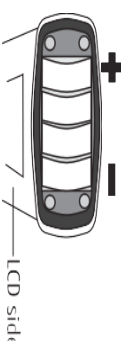


BATTERY REPLACEMENT

The meter displays the remaining battery percentage every time it is switched on. When the battery level is below 5%, the  symbol on the bottom left of the LCD lights up to indicate a low battery condition. The batteries should be replaced soon. If the battery levels are low enough to cause erroneous readings, the meter shows "0%" and the Battery Error Prevention System (BEPS) will automatically turn the meter off. To change the batteries, remove the 4 screws located on the top of the meter.



Once the top has been removed, carefully replace the 4 batteries located in the compartment while paying attention to their polarity.



Replace the top, making sure that the gasket is properly seated in place, and tighten the screws to ensure a watertight seal.

ACCESSORIES

- HI 73311 Replaceable EC/TDS probe
- HI 73128 Probe removal tool
- HI 70030P 12.88 mS/cm @25°C calibration solution, 20 mL sachet (25 pcs)
- HI 70031P 1413 μ S/cm @25°C calibration solution, 20 mL sachet (25 pcs)
- HI 70032P 1382 ppm @25°C calibration solution, 20 mL sachet (25 pcs)
- HI 70038P 6.44 ppt @25°C calibration solution, 20 mL sachet (25 pcs)
- HI 70442P 1500 ppm @25°C calibration solution, 20 mL sachet (25 pcs)

HI 3812 Equipo de Analisis de Dureza

iental

www.hannainst.es

Estimado Cliente,

Gracias por elegir un producto de Hanna Instruments. Si vase leer las instrucciones detenidamente antes de utilizar el equipo de analisis quimico, lo que le facilitará la informacion necesaria para la correcta utilizacion del mismo. Extraiga el equipo de su envoltorio y examínelo cuidadosamente para asegurarse de que no se han producido daños durante el transporte. Si hay algun desperfecto, notifiquelo inmediatamente a su distribuidor o a la oficina de Hanna más cercana.

Cada juego va equipado con:

- Reactivo 1, 1 botella con dosificador (30 ml);
- Reactivo 2, 1 botella con dosificador (10 ml);
- Reactivo 3, 1 botella (120 mL);
- 2 vasos (10 mL y 50 mL);
- 1 jeringa graduada

Nota: Todo artículo dañado o defectuoso ha de ser devuelto en su embalaje original.

ISTR3812
09/99

VERSION2
10/00

ESPECIFICACIONES

Rango	0 a 30 mg/l (ppm) CaCO ₃ 0 a 300 mg/l (ppm) CaCO ₃
Incremento mínimo	0,3 mg/l [en el rango 0-30 mg/l] 3 mg/l [en el rango 0-300 mg/l]
Método de análisis	Valoración EDTA
Tamaño muestra	5 ml y 50 ml (promedio)
Nº de analisis	100 (promedio)
Dimensiones estuche	200X120X60 mm
Peso	460 g

TRASCENDENCIA Y USO

La dureza del agua se define a través de la historia por su capacidad de precipitar jabón. Más tarde se descubrió que las especies iónicas del agua causantes de la precipitación eran principalmente calcio y magnesio. Hoy en día, por lo tanto, la dureza del agua es una medición cuantitativa de estos iones en la muestra de agua. También se sabe que otras especies de iones, como el hierro, zinc y manganeso, contribuyen a la dureza general del agua. La medición y consiguiente control de la dureza del agua es esencial para prevenir costosas y atascos en las tuberías de agua. El equipo de comprobación de dureza Hanna hace que el control sea fácil, rápido y seguro. Su tamaño compacto permite la versatilidad de su uso en cualquier lugar. Su diseño facilita el manejo y, excepto en el caso del Reactivo 3, evita prácticamente las lesiones o daños accidentales debidos a derrames.

REACCION QUIMICA

El nivel de dureza mg/l (ppm) de carbonato cálcico se determina por una medición EDTA (etileno-diamina-ácido tetracético). Primeramente se ajusta la solución a un pH 10 con una solución tampón. El indicador se completa con iones metálicos como magnesio o calcio para formar una mezcla de color rojo. Al añadir EDTA, los iones metálicos se mezclan con ella. Tras mezclarse todos los iones metálicos libres, un exceso de EDTA elimina los iones de metal mezclados con el indicador para formar una solución de color azul. Este cambio de rojo a azul es el punto final de la medición.

INSTRUCCIONES

LEA LAS INSTRUCCIONES ANTES DE UTILIZAR EL EQUIPO MIRE AL DORSO PARA VER LA ILUSTRACION DEL PROCESO

Nota: Introduzca y gire la punta de la pipeta en la jeringa, asegurándose de su ajuste hermético.

RANGO ALTO – 0 a 300mg/l de CaCO₃

- Retire la tapa del vaso de plástico pequeño. Enjuague el vaso con la muestra de agua, rellene hasta la marca de 5 ml y ponga la tapa.

- Añada 5 gotas del React. 1 por el orificio de la tapa y mezcle con cuidado girando el vaso en pequeños círculos.



- Añada 1 gota del React. 2 y mézclelo como en el punto anterior. La solución se vuelve de color rojo-violeta.

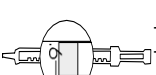


- Coja la jeringa de medición e introduzca el émbolo completamente dentro de la jeringa. Introduzca la punta en el Reactivo 3 y tire del émbolo hasta que la parte inferior del cierre esté en la marca 0 de la jeringa.

- Ponga la punta de la jeringa en el orificio del vaso de plástico y añada la solución de medición gota a gota, girando lentamente tras cada gota. Continúe añadiendo la solución de medición hasta que la mezcla vuelva morada, entonces mezcle durante 15 seg tras cada gota adicional hasta que la solución se vuelva azul.



- Lea los ml de la solución en la escala de la jeringa y multiplique por 300 para obtener mg/l (ppm) de CaCO₃.

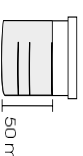


$$\times 300 = \text{mg/L CaCO}_3$$

RANGO CORTO – 0 a 30 mg/l de CaCO₃

Si el resultado es menor de 30 mg/l, la precisión del análisis puede ser mejorada siguiendo estas pautas.

- Retire la tapa del vaso de plástico grande. Enjuague con la muestra de agua, llene hasta la marca de 50ml y ponga la tapa.



- Efectúe la medición igual que en caso de rango alto.
- Lea los ml de solución de la escala de la jeringa y multiplique por 30 para obtener mg/l (ppm) de CaCO₃.



$$\times 30 = \text{mg/L CaCO}_3$$

REFERENCIAS

Métodos Standard para el Examen de Agua y Agua Residual, Edición nº 16, 1985, p. 210-214.
1987 Libro anual de ASTM Standard, vol. 11.01 Agua (1), p. 212-215.

SALUD Y SEGURIDAD

Los productos químicos contenidos en este equipo de análisis pueden ser peligrosos si se usan indebidamente. Lea la Hoja Informativa de Salud y Seguridad antes de realizar el análisis.

Manual de Instrucciones

HI 3833 Test Kit de Fosfato



ESPECIFICACIONES

Rango	0 a 5 mg/L (ppm) PO_4^{3-}
Incremento Mínimo	1 mg/L (ppm) PO_4^{3-}
Método de Análisis	Colorimétrico
Cantidad Muestra	10 mL
Número de Tests	100
Dimensiones Estuche	220x145x55 mm
Peso de Embarque	160 g

TRANSCENDENCIA Y USO

Los fosfatos se introducen ampliamente en el medio ambiente a través de fuentes tales como fertilizantes agrícolas, productos de lavado y limpieza, acondicionadores de calderas de agua, y productos para el tratamiento de agua potable. En grandes niveles, los fosfatos estimulan el crecimiento de organismos fotosintéticos que pueden contribuir a la eutrofización de lagos, ríos y pozos. Esto hace que sea tan importante el control del vertido de fosfatos en el medio ambiente.

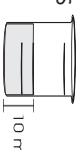
Los fosfatos pueden clasificarse como orto-, condensados o combinados orgánicamente. Como sucede con el resto de test kits existentes en el mercado, el Test Kit de fosfato de Hanna solo determinará los niveles de ortofosfatos.

NOTA: mg/L equivale a ppm (partes por millón).

INSTRUCCIONES

LEA TODAS LAS INSTRUCCIONES ANTES DE UTILIZAR EL KIT

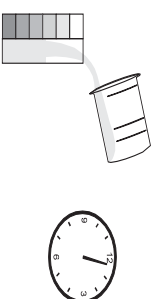
- Retire la tapa del vaso de plástico.
- Enjuague el vaso de plástico con la muestra de agua. Llénelo hasta la marca de 10 mL.



- Añada 1 paquete de reactivo HI 3833-O.



- Vuelva a colocar la tapa y mezcle la solución hasta que los sólidos se disuelvan.
- Quite la tapa y transfiera la solución al cubo comparador de color. Déjelo reposar durante 1 minuto.



- Determine qué color se ajusta mejor a la sol. en el vaso, y registre los resultados como mg/L (o ppm) PO_4^{3-} .



REFERENCIAS

- Libro Anual 1987 de ASTM Standard, Volumen 11.01 Agua (1). Págs. 651-652.
- Métodos Standard para el Examen de Aguas Potables y Residuales, 16ª Edición, 1985, Págs. 445-446.

SALUD Y SEGURIDAD

Los productos químicos contenidos en este kit pueden ser peligrosos si son manipulados indebidamente. Lea la Hoja Informativa referente a Salud y Seguridad antes de efectuar este test.

Anexo F 1-1: Test Kit Fosfato

Estimado Cliente,

Gracias por elegir un Producto Hanna.

Siñase leer las instrucciones detenidamente antes de utilizar el Kit de Análisis Químico para, de este modo, tener la información necesaria para el correcto uso del mismo. Si necesita más información técnica, no dude en contactar nuestra dirección de correo electr. : sat@hannaspain.com. Desembale el kit y examínelo minuciosamente para asegurarse de que no ha sufrido daños durante el transporte. Si hay algún desperfecto, notifíquelo inmediatamente a su Distribuidor o al Servicio de Atención al Cliente de Hanna más cercano.

- 1 vaso (20 mL);
- 1 cubo comparador de color;
- HI 3833-0 Reactivo en polvo (50 u.)

Nota: Todo elemento defectuoso ha de ser devuelto en su embalaje original.

ISTR3833
12/99

ISTR3855
12/00

REACCION QUIMICA

El nivel de ortofosfato en mg/L (o ppm) se determina por un método colorimétrico. El Molibdato de Amonio y el tartrato de antimonio de potasio reaccionan en un medio ácido con el ortofosfato para formar un complejo fosfomolibdato, que se reduce a un azul molibdeno de intenso color debido al ácido ascórbico. La intensidad de color de la solución determina la concentración de fosfato.

Manual de Instrucciones

HI 3874 Test Kit de Nitrato



www.hannainst.es

Estimado Cliente,

Gracias por elegir un Producto Hanna.

Sírvase leer las instrucciones detenidamente antes de utilizar el Kit de Análisis Químico para, de este modo, tener la información necesaria para el correcto uso del mismo. Si necesita más información técnica, no dude en contactar nuestra dirección de correo electr.: sat@hannaspain.com.

Desembale el kit y examínelo minuciosamente para asegurarse de que no ha sufrido daños durante el transporte. Si hay algún desperfecto, notifíquelo inmediatamente a su Distribuidor o al Servicio de Atención al Cliente de Hanna más cercano.

Cada kit va equipado con:

- HI 3874-0 Reactivo, paquetes (50 u.);
- 1 cubo comparador de color;
- 1 cubeta de cristal (10 ml), con tapa.

Nota: Todo elemento defectuoso ha de ser devuelto en su embalaje original.

VERSIONR3
12/00

ISTR3874-50
11/99

ESPECIFICACIONES

LEA TODAS LAS INSTRUCCIONES ANTES DE USAR EL TESTKIT

Rango	0 a 50 mg/L (ppm) como NO ₃ ⁻ -N
Incremento Mínimo	10 mg/L (ppm) NO ₃ ⁻ -N
Método Análisis	Colorimétrico
Cantidad Muestra	10 mL
Número de Tests	50

TRANSCENDENCIA Y USO

Los iones de nitrato están presentes en pequeñas cantidades en el agua superficial y en mayores cantidades en algunas aguas subterráneas. El nitrato solo se encuentra en pequeñas cantidades en las aguas residuales domésticas pero puede alcanzar concentraciones más altas (hasta 30 mg/L como nitrógeno) en los desagües de las plantas de tratamiento biológico de nitrificación. Las cantidades excesivas pueden contribuir a la metaemoglobinemia: muerte de bebés y enfermedad de adultos. Con el fin de evitar esto se ha impuesto un límite de 10 mg/L (como nitrógeno) en el agua potable.

NOTE: mg/L equivale a ppm (partes por millón).

REACCION QUIMICA

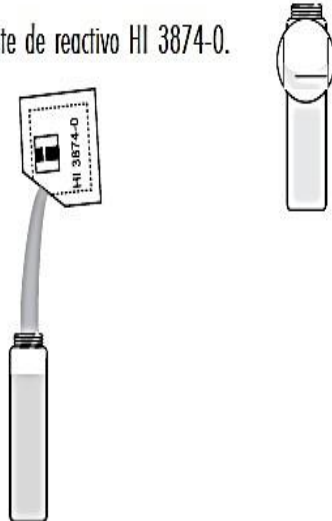
Los Nitratos se reducen a Nitritos en presencia del Cadmio. Los nitritos producidos de este modo reaccionan con el reactivo hasta producir un compuesto naranja. La cantidad de color desarrollado es proporcional a la concentración de nitrato presente en la muestra acuosa.

Anexo G 2-2: Test Kit Nitrato

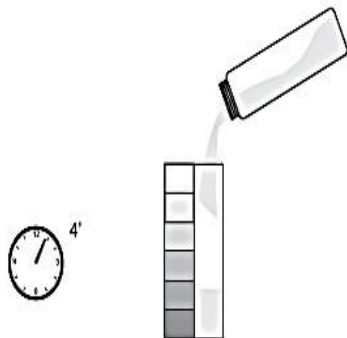
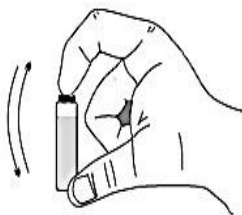
INSTRUCCIONES

READ THE ENTIRE INSTRUCTIONS BEFORE USING THE KIT

- Llene la cubeta de cristal con 10 mL de la muestra, hasta la marca.
- Añada 1 paquete de reactivo HI 3874-0.



- Vuelva a colocar la tapa y agite vigorosamente durante exactamente 1 minuto. Puede quedar algún depósito, pero no afectará a la medición. El tiempo y el modo de agitarlo puede afectar a los resultados.

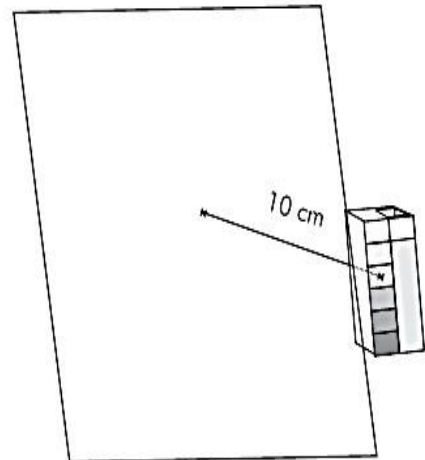


- Espere 4 minutos a que el color se desarrolle. Retire la tapa y llene el cubo comparador de color con 5 mL de la muestra tratada (hasta la marca).

- Determine qué color se empareja con la solución en el cubo y registre el resultado como mg/L (ppm) de nitrato-nitrógeno.



- Es mejor comparar el color con un folio blanco a unos 10 cm detrás del comparador.



- Para convertir la lectura a mg/L de Nitrato (NO_3), multiplique la lectura por un factor de 4,43.

REFERENCIAS

Adaptación del método de reducción de cadmio de
Métodos Standard para el Análisis de Aguas Potables y
Residuales, 18ª Edición, 1992

APHA/AWWA/WEF.

SALUD Y SEGURIDAD

Los productos químicos contenidos en este Test Kit pueden ser peligrosos si son manejados indebidamente. Lea la Hoja Informativa de Salud y Seguridad antes de efectuar el test.

Manual

HI 3810

Test kit de oxígeno disuelto

HANNA
instruments
www.hannainst.es

Estimado cliente:
Le agradecemos que haya escogido un producto Hanna. Por favor, lea cuidadosamente este manual antes de utilizar este test kit. Le proporcionará toda la información necesaria para el correcto uso del mismo.

Extraiga el test kit de su embalaje e inspecciónelo detenidamente, para asegurarse de que no se ha producido ningún daño durante el transporte. Si es así contacte con su distribuidor.

Cada kit se suministra con:

- Reactivo 1, 1 botella con cuarentagras (30 ml);
- Reactivo 2, 1 botella con cuarentagras (30 ml);
- Reactivo 3, 2 botellas con cuarentagras/60 ml);
- Reactivo 4, 1 botella con cuarentagras (10 ml);
- Reactivo 5, 1 botella (120 ml);
- 1 botella con tapón de cristal;
- 1 bazo de calibración (10 mL);
- 1 jeringa calibrada.

Note: Cualquier artículo dañado debe ser devuelto en su embalaje original.

ESPECIFICACIONES

Rango	0 a 10 mg/l (ppm) O ₂
Incremento menor	0.1 mg/l (ppm) O ₂
Método de análisis	Modificación de la valoración del ácido
Volumen de la muestra	5 ml
Número de Tests	110 (medio)
Dimensiones del muestreo	250x120x60 mm
Peso	910 g

10/99
06/06
181038101

SIGNIFICADO Y USO

La concentración de oxígeno disuelto en agua es muy importante en la naturaleza así como en el entorno del ser humano. En océanos, lagos, ríos y otras aguas superficiales el oxígeno disuelto es esencial para el desarrollo de la vida acuática. Sin oxígeno, el agua se vuelve tóxica debido al efecto anoxico de la materia orgánica. En el entorno del ser humano el agua debe contener al menos 2 mg/l de oxígeno para proteger los conductos de agua de la corrosión. Sin embargo, en agua de calderas, en muchos casos, no puede contener más de 10 mg/l de oxígeno.

El Test Kit de Oxígeno Disuelto de Hanna puede determinar la concentración de oxígeno disuelto en agua de manera rápida y fácil. El Kit es portátil, por ello puede ser utilizado tanto en el campo como en el laboratorio. Su diseño permite un fácil manejo del mismo y, excepto para el Reactivo 5, previene prácticamente los daños por derrame de los reactivos.

Note: mg/l equivale a ppm (partes por millón).

REACCIÓN QUÍMICA

Utiliza un sistema de orisco instantáneo del display. Los iones de Manganeso reaccionan con el oxígeno presente en hidróxido de potasio para formar el precipitado de manganeso óxido (paso 1). Pero prevenir que los iones de nitrógeno interfieran en el test hay presente un ácido. Además del ácido, el manganeso óxido hidratado oxida el yoduro a yodo (paso 2). Como la cantidad de yodo generado es equivalente a la cantidad de oxígeno en la muestra, la concentración de yodo se calcula valorando los iones de tiosulfato que reduce el yodo a yodo de yoduro.



INSTRUCCIONES

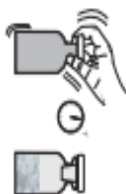
LEA LAS INSTRUCCIONES ANTES DE UTILIZAR EL TEST KIT. VEA EL PROCESO ILUSTRADO EN LA ÚLTIMA PÁGINA.

Note: rellene la jeringa de reactivo evitando burbujas de aire.

- Enjuague la botella 3 veces con la muestra de agua y líbrala completo. Introduzca el tapón con cuidado para evitar los burbujas de aire.



- Extraiga el tapón y añada 5 gotas del reactivo 1 y 2.
- Gire la botella lentamente, agítela con fuerza y déjela reposar durante 1 minuto, y se formará un precipitado flocozante.



- Extraiga el tapón, añada 10 gotas de reactivo 3, cierre la botella y agítela con fuerza hasta que los partículas de materia se disuelvan.



Note: Si hay oxígeno, el precipitado flocozante desaparecerá y la solución se volverá de color amarillo.

- Extraiga la tapa del vaso de plástico. Llene el vaso con la solución de la botella hasta la marca de los 5 ml y cierre la tapa.
- Añada 1 gota de reactivo 4 por la ranura de la tapa y mézclelo cuidadosamente moviéndolo en círculos pequeños. La solución adoptará un color azul violeta.



- Multiplique el valor en mililitros de la solución de la jeringa por 10 para obtener mg/l (ppm) de oxígeno.

x 10 = mg/L O₂

- Si el resultado es menor que 5 mg/l, es posible conseguir una mayor precisión de la siguiente manera. Añada muestra en la botella de cristal hasta la marca de los 10 ml del vaso de plástico. Continúe como lo descrito anteriormente y multiplique por 5 el valor de la escala de la jeringa para obtener mg/l de oxígeno en la muestra.



x 5 = mg/L O₂

REFERENCIAS

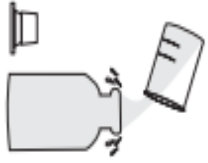
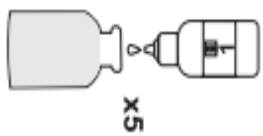


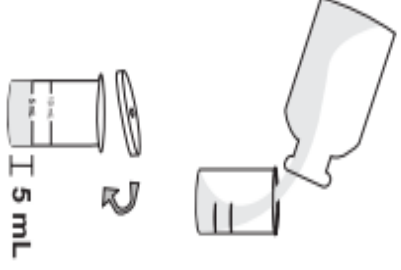

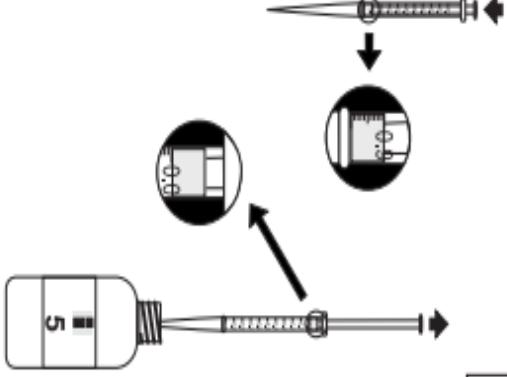
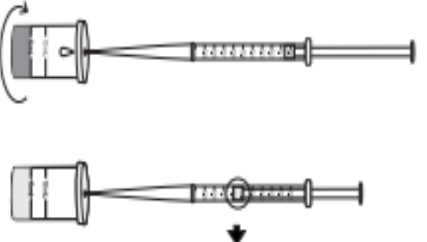
1987 Anuario de los Normas ASTM, Tomo 11.01 del Agua (1), páginas 629-638.
Métodos Oficiales de Análisis, A.O.A.C., Edición 14, 1984, páginas 620-621.

Métodos Estándares para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales, Edición 16, 1985.

SAUD Y FECHA DE CADUCIDAD

Los agentes químicos contenidos en este test kit pueden provocar situaciones de riesgo en caso de no utilizarse del modo prescrito. Lea lo referente a la salud y fecha de caducidad antes de comenzar a utilizar el test kit.

Anexo H 2-2: Test Kit Oxígeno Disuelto

HI 3810 TEST KIT DE OXIGENO DISUELTTO	
<p>1</p> <p>enjuagarlo x 3</p> 	<p>2</p> 
<p>3</p> 	<p>4</p> 
<p>5</p> <p>5 mL de muestra</p> 	<p>6</p> 
<p>7</p> 	<p>8</p>  <p>x 10 = mg/L O₂</p>