



*Determinación de la
condición del agua del
arroyo Pando mediante
análisis de diferentes
parámetros propios del
mismo*

Estudiantes: Camila Gómez, Esteban Jaramillo
y Romina Marichal.

2°BG Química Básica e Industrial.

Escuela técnica de Pando - UTU

Período de realización: 24/09/2020-
19/11/2020





Abstract:

Se determinaron mediante diferentes técnicas algunos parámetros generales (presencia de iones cloruro, sulfato y calcio, pH, turbidez, conductividad, temperatura, salinidad, demanda química de oxígeno, color, sólidos totales, sólidos totales fijos, alcalinidad, presencia y cuantificación de materia orgánica, y amonio en agua) para establecer la condición del agua del arroyo Pando y así, estimar su estado físico-químico. Para tener una guía de trabajo se planteó la siguiente pregunta investigable: ¿Qué sucede con los diferentes parámetros (iones cloruro, sulfato y calcio, pH, turbidez, conductividad, temperatura, salinidad, demanda química de oxígeno, color, materia orgánica, sólidos totales disueltos, volátiles y finales, materia orgánica, alcalinidad y concentración de amonio) del agua del arroyo Pando, si se modifica la ubicación de la toma de muestra con respecto a la planta potabilizadora de OSE y al Polo Tecnológico de Pando? Para la determinación de la concentración de amonio (NH_4^+) en las muestras de agua extraídas, se llevó a cabo el método del indofenol mediante la reacción de Berthelot. Una vez obtenido el desarrollo de color se midió la absorbancia en fotocolorímetro a una longitud de onda de 640 nm. Posteriormente se tabularon y graficaron los valores de absorbancia en función de sus respectivas concentraciones para realizar la curva de calibración de amonio (NH_4^+). Mediante este método se calculó la concentración de amonio en una de las muestras de agua (antes de la planta potabilizadora de OSE) y se determinó que presentaba una concentración de 0,16 mg/L de NH_4^+ . En cambio, las otras muestras extraídas después de la planta potabilizadora de OSE y detrás del Polo Tecnológico no presentaban valores significativos de amonio, como consecuencia no fueron detectados por el método utilizado. Se concluyó que las muestras de agua tomadas después de la planta potabilizadora de OSE y el Polo Tecnológico, presentaban menor concentración de amonio.

Introducción

La contaminación del agua se vuelve cada día un tema de mayor relevancia e interés a nivel científico y poblacional, dado que las reservas de aguas capaces de ser potabilizadas son escasas y el número de factores contaminantes ha presentado un aumento significativo en las últimas décadas. Una de las causas más comunes de contaminación en arroyos, es la eutrofización, esta se da cuando el cuerpo de agua presenta niveles anormalmente elevados de nutrientes, perjudicando así al ecosistema que en ella se desarrolla.

Dada esta problemática, se decide analizar diferentes parámetros del agua (iones cloruro, sulfato y calcio, pH, turbidez, conductividad, temperatura, salinidad, demanda química de oxígeno, color, materia orgánica, sólidos totales disueltos, volátiles, y finales, materia orgánica, alcalinidad y concentración de amonio) del arroyo Pando, el día 29 de septiembre del año 2020, con el fin de tener una idea estimada sobre la calidad del agua del mismo.

A partir de esto se plantea la siguiente incógnita: ¿Qué sucede con diferentes parámetros (iones cloruro, sulfato y calcio, pH, turbidez, conductividad, temperatura, salinidad, demanda química de oxígeno, color, materia orgánica, sólidos totales disueltos, volátiles y finales, materia orgánica, alcalinidad y concentración de amonio) del agua del arroyo Pando, si se modifica la ubicación de la toma de muestra con respecto a la planta potabilizadora de OSE y el Parque Científico y Tecnológico de Pando?





Hipótesis: Se espera que los resultados de los parámetros a analizar se encuentren alejados de los establecidos como aceptables por el Decreto 253/979, debido a los numerosos agentes industriales que desechan sus residuos en el arroyo.

Sección I : Fundamento teórico

Arroyo Pando

El arroyo Pando nace en la Cuchilla Grande, cercana a la ciudad de San Jacinto y desemboca en el río de la Plata, sirviendo como límite entre la Ciudad de la Costa y el balneario Neptunia. Pando es una de las principales ciudades sobre su margen. La cuenca del arroyo Pando es de 840 km², siendo su longitud de 57 km, y se encuentra totalmente en el departamento de Canelones (ver imagen 1).

La calidad del cuerpo de agua es modificada por una influencia urbana importante en los primeros 5 km, debido al vertido de efluentes de plantas de tratamiento directamente al curso o a través del arroyo Frasquito o de los afluentes a este último. El arroyo Frasquito vierte sus aguas al arroyo Pando en la progresiva km 44 (5 km aguas abajo del cruce del arroyo Pando con la ruta 8). En su último tramo recibe la descarga de la planta de tratamiento de efluentes domésticos de OSE de la ciudad de Pando (Goyenola, 2011).

Los principales usos del arroyo son riego agrícola, vertido de plantas de tratamiento de efluentes industriales, domésticos y pesca.

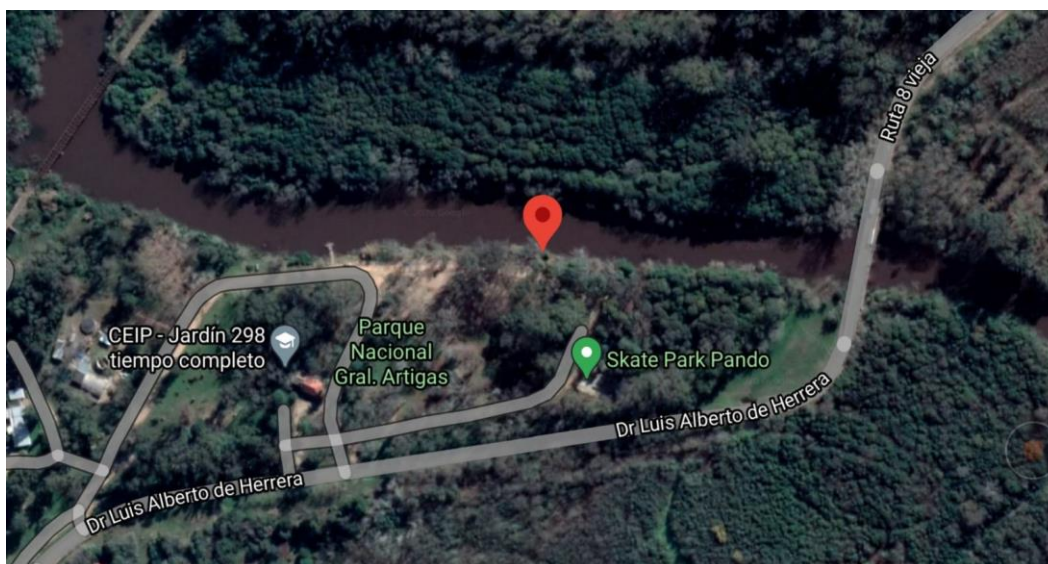


Imagen 1:(Coordenadas de punto de muestreo: 73W5 + 73 Pando, Canelones, Uruguay. Fuente: Google Maps).

Durante 2008-2009, se definió un Programa de monitoreo de la calidad del agua de los ríos y arroyos del departamento de Canelones cuyos resultados son analizados por Goyenola, en el año 2011. En invierno-primavera de 2008 aguas abajo de la ciudad, la columna de agua del embalse se encontraba mayoritariamente desoxigenada durante el día, cuando cesa la producción de dióxigeno asociada al proceso de fotosíntesis. Durante el verano-otoño de 2009 la columna de agua se encontraba desoxigenada aún durante el día (promedio en superficie 0,41 mg/L, 4,9 % de saturación).

Se concluyó, que la cuenca baja del arroyo Pando presenta un fuerte impacto por contaminación orgánica, eutrofización y modificación del régimen hídrico por





embalsamiento. Los problemas de contaminación estarían restringidos al sector del embalse ubicado aguas abajo de la ciudad de Pando. (Goyenola, 2011).

El apartamiento de algunos parámetros respecto a los estándares de la normativa, no indica necesariamente la existencia de problemas ambientales, pudiendo derivar de la interacción entre las condiciones ambientales particulares y las características propias de los sistemas. El desarrollo de indicadores permite simplificar y cuantificar fenómenos complejos, constituyéndose en una importante herramienta en la comunicación de la información científica y técnica. Desde el punto de vista de su funcionalidad un indicador es un instrumento útil para medir variaciones y posibilitar comparaciones. Asimismo, una elección adecuada de indicadores, permite lograr diagnósticos rigurosos, minimizando el número de variables a ser evaluadas (Goyenola, 2011).

La calidad del agua es el término que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua dependiendo del uso que se le va a dar. Para determinarla, se miden y analizan ciertos parámetros, tales como la temperatura, el pH, la conductividad y la concentración de nutrientes. A partir de esa información, los datos obtenidos se comparan con ciertos estándares para decidir cuál es el uso apropiado para esa agua analizada. Es decir, una determinada agua puede ser apta para lavar, pero no para beber (Fundación Aquae, s.f.).

La calidad del agua es un tema de gran relevancia en la actualidad, entre otros asuntos, por el gran crecimiento de la población mundial en los últimos años y la previsión de un aumento futuro todavía mayor. En cuanto a las áreas rurales, es un tema central porque en determinadas zonas se presentan problemas debido al uso de fertilizantes para la agricultura que llegan a las aguas superficiales y subterráneas, creando un excedente químico que altera la calidad del agua (Fundación Aquae, s.f.).

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas, de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales (ONU, 2014).

La baja calidad del agua afecta directamente sobre la cantidad de agua de diversas maneras. El agua contaminada que no puede utilizarse para consumo, para baño, para la industria o la agricultura reduce de forma efectiva la cantidad de agua disponible en una determinada zona (ONU, 2014).

Por contaminación se entiende generalmente una presencia de sustancias químicas o de otra naturaleza en concentraciones superiores a las condiciones naturales. Entre los contaminantes más importantes se encuentran los microbios, los nutrientes, los metales pesados, los productos orgánicos, aceites y sedimentos; la temperatura también puede ser un agente contaminante, por ejemplo al elevarse la temperatura del agua (Fundación Aquae, s.f.).

Las fuentes de contaminación se clasifican en dos tipos: difusas y puntuales.





Las primeras, provienen de extensas superficies de tierra que descargan contaminantes sobre una gran área de aguas superficiales y por filtración a aguas subterráneas.

- Escorrentía de campos de cultivo, bosques, áreas urbanas, contaminación atmosférica.
- Se desconoce el punto de entrada a los cursos de agua.

Mientras tanto, las fuentes de contaminación puntuales se originan de la descarga de contaminantes en puntos fijos de los cursos de agua a través de tuberías o canales. Son fáciles de localizar, identificar, monitorear y controlar en un lugar determinado (ver tabla 1) (Pérez Almiñana, 2014).

Tabla N°1: Tipos de contaminación

Contaminación	Usos	Fuente	Parámetro
Orgánica	Recreación, vida acuática, riego, abastecimiento.	Industrias, saneamiento.	DBO, DQO y OD
Patógena	Recreación, riego.	Saneamiento, tambos, frigoríficos.	Coliformes fecales
Física	Abastecimiento, vida acuática, recreación, riego.	Industria, alcantarillados, asentamientos,	T, pH, SST.
Tóxica	Abastecimiento, vida acuática, riego.	Industria, agricultura, alcantarillados, lixiviados.	Metales, tóxicos orgánicos.
Eutrófica	Abastecimiento, vida acuática, recreación.	Fertilizantes, alcantarillado.	Algas, fósforo.

En Uruguay un conjunto de normas regulan la calidad del agua. El Decreto 253/979 tiene el objetivo de prevenir la contaminación ambiental mediante el control de la contaminación de aguas. Estas normas establecen los límites aceptables para muchos parámetros de calidad del agua (IMPO, 1979).

Elección de parámetros a estudiar

Los parámetros de calidad del agua son medidas físicas, químicas o biológicas que proporcionan información del estado de calidad de las aguas que se están estudiando. Los valores que toma cada uno de los parámetros en relación a los valores establecidos como aceptados puede utilizarse para evaluar la aptitud del agua para determinado fin y tomar decisiones con respecto a la gestión del recurso. Medirlas todas resulta impracticable, por lo que fue preciso tomar la decisión de qué características de este sistema complejo medir.

Esta decisión se tomó en base a:

- la relevancia de alguno de los parámetros en relación a su impacto ambiental en nuestro medio,
- la disponibilidad de materiales y métodos para su medición y,
- la complejidad de las técnicas a utilizar.





Análisis In Situ

Es aquel que se realiza en el lugar de la toma de muestra, con ayuda de equipos portátiles. En este caso los parámetros a medir in situ son la temperatura, el pH y la conductividad.

Transporte de la muestra

Dado a que en esta etapa se pueden producir cambios significativos en la composición de los analitos, las muestras deben de analizarse lo antes posible, evitando en todo momento cualquier transformación o contaminación.

Las muestras se almacenan cuando: el análisis no puede ser inmediato, o se desea hacer una comprobación de los resultados analíticos en el futuro.

- Contenedores: deben ser inertes, no absorber el analito ni cederlo de sus paredes, con una superficie lisa y cierre hermético.
- Retraso de procesos: No es posible una completa y perfecta conservación, las técnicas de conservación retrasan los procesos químicos o biológicos, pero no los detienen.
- Temperatura: es fundamental para conservar las muestras en buen estado. Para algunas muestras, como el caso del agua con bajo contenido microbiológico, basta mantenerlas refrigeradas a 4 °C.

Toma de muestra de líquidos:

Para tomar una muestra representativa de agua se debe enjuagar varias veces el contenedor en el momento de la toma de muestra y llenarlos completamente sin dejar cámara de aire.

La conservación se consigue controlando el pH, la temperatura, evitando la exposición a la luz o adicionando un conservante (ver tabla N°2).

Las muestras líquidas tomadas en grandes masas de agua normalmente se encuentran estratificadas, por lo que resulta necesario tomar varias muestras simples en diferentes puntos para obtener una muestra compuesta que sea representativa.

Tabla N° 2: Condiciones de conservación de muestras de algunos parámetros de control:

Determinación	Tipo de envase	Volumen mínimo (mL)	Conservación	Tiempo máximo
Acidez	P o V	100	4 °C	24 horas
Alcalinidad	P o V	100	4 °C	24 horas
pH	P o V	50	4 °C	6 horas
Amonio	P o V	500	4 °C o H ₂ SO ₄ pH = 2	24 horas
Turbidez	P o V	100	4 °C	Lo antes posible
Temperatura	-----	-----	-----	Inmediato
Conductividad	P o V	100	4 °C	24 horas
Dioxígeno disuelto	V	250	----	Inmediato
Fenoles	V	500	1 g/L CuSO ₄ ; H ₃ PO ₄ pH≤4	24 horas





P= plástico; V= vidrio

Etiquetado:

Las muestras se etiquetan en el momento en que son tomadas con la siguiente información:

- Medidas:
 - Numeración/código de la muestra
 - Descripción del material
 - Lugar de muestreo
 - Fecha y hora del muestreo
 - Muestreador y método de muestreo
 - Información adicional (pH, temperatura, etc).

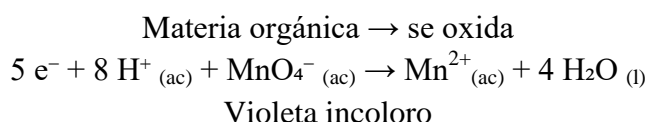
(Pérez Almiñana, 2014)

Parámetros a analizar:

Materia Orgánica: Uno de los parámetros a analizar para lograr el objetivo, es el reconocimiento de la materia orgánica. La cantidad de materia orgánica presente en las aguas es un dato importante para conocer la calidad de las mismas, siendo uno de los parámetros que limitan su calificación como potables. Por la dinámica natural de aporte de sustancias al medio hídrico todas las aguas pueden tener un cierto contenido de materia orgánica, incluso las de consumo. (Pérez Almiñana, 2014)

Los métodos de análisis más utilizados para la materia orgánica en conjunto se basan en su capacidad de oxidarse, ya que siempre es posible oxidar el carbono de los compuestos orgánicos hasta dióxido de carbono. Para dicha oxidación se emplean distintos reactivos como el dicromato (para aquellas aguas contaminadas, con DQO > 30-50 mg/L) o el permanganato de potasio (para aquellas aguas poco contaminadas). De hecho, lo que se oxida es la materia oxidable ya sea orgánica o inorgánica (reductores inorgánicos tales como sales de hierro (II), sulfuros o nitritos, que pueden contribuir ligeramente a la materia oxidable).

El permanganato de potasio es un agente oxidante fuerte en medio ácido, presenta un color violeta intenso por la presencia de iones permanganato. En presencia de compuestos reductores, como la materia orgánica, se reduce a iones Mn^{2+} observándose incoloro el sistema.



Por lo tanto, si una muestra de agua contiene materia orgánica la solución violeta pasa a incoloro en medio ácido (Pérez Almiñana, 2014).

Dioxígeno disuelto:

En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume dioxígeno. La producción de dioxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. También puede intercambiarse dioxígeno con la atmósfera por difusión o mezcla turbulenta. La concentración total de dioxígeno disuelto ([OD]) dependerá del balance entre todos estos fenómenos.





El dióxígeno disuelto es fundamental para el metabolismo respiratorio de la mayor parte de los organismos acuáticos. Afecta la solubilidad y disponibilidad de nutrientes y, por lo tanto, la productividad de los ecosistemas acuáticos. Los bajos niveles de dióxígeno disuelto facilitan la liberación de nutrientes de los sedimentos (ver tabla N°4).

Tabla N°3. Calidad del agua analizada con respecto al nivel de dióxígeno disuelto (expresado en ppm)

Nivel de dióxígeno disuelto (ppm)	Calidad del agua
0-4	Mala
4,1-7,9	Aceptable
8,0-12,0	Buena
>12,0	Repita la prueba (el agua pudo airearse artificialmente)

Tabla N°4. Rangos de concentración de dióxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

[OD] mg/L	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5-8	Aceptable	[OD] adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

La [OD] es dependiente de la temperatura. Aguas más cálidas son capaces de disolver menores cantidades de dióxígeno. Por esto, una descarga de agua a alta temperatura puede significar la disminución del OD a niveles por debajo del límite necesario para algunas formas de vida (Comuna Canaria, 2011).

Temperatura:

La temperatura afecta a la cantidad de dióxígeno que puede transportar el agua. El agua a menor temperatura transporta más dióxígeno y todos los animales acuáticos necesitan este para sobrevivir. También influye en la fotosíntesis de plantas y algas, y la sensibilidad de los organismos frente a los residuos tóxicos



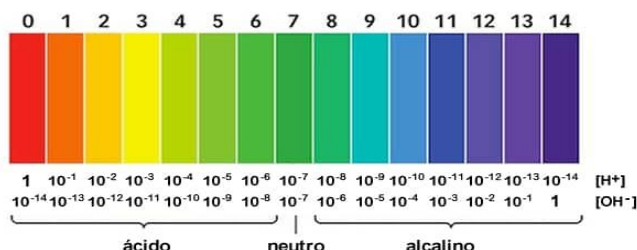


La temperatura tiene influencia directa en otros factores de la calidad del agua tales como el dióxido disuelto (OD), la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la supervivencia de algunas especies biológicas (UDELAR, 2015.).

Análisis del pH

El pH expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra (ver imagen N°2).

Imagen N°2: Escala del pH



Los cambios en la acidez pueden ser causados por la actividad propia de los organismos, deposición atmosférica, características geológicas de la cuenca y descargas de aguas de desecho.

El pH afecta procesos químicos y biológicos en el agua. La mayor parte de los organismos acuáticos prefieren un rango entre 6,5 y 8,5. pH por fuera de este rango suele determinar disminución en la diversidad, debido al estrés generado en los organismos no adaptados. El pH ejerce una fuerte influencia sobre la toxicidad de ciertos parámetros químicos tales como el amonio no ionizado, que se torna más abundante en pH alcalino y del ácido sulfhídrico (H₂S), el cual aumenta porcentualmente en pH menores a 7. Bajos pH también pueden hacer que sustancias tóxicas se movilicen o hagan disponibles para los animales (Aguas urbanas-Udelar, 2018).

Alcalinidad

Es la capacidad del agua de neutralizar y así evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básicos o ácidos. También es la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar cationes hidrógeno. Esta representa la suma de las bases que pueden ser tituladas en una muestra de agua (Pérez Álvarez, y Valera Núñez, 2009).

La alcalinidad de un agua natural o tratada se debe principalmente a los aniones hidrógenocarbonato, carbonato e hidróxidos. La alcalinidad a la fenolftaleína es la correspondiente a los iones hidróxido más la mitad de la concentración de los iones carbonatos; mientras que la alcalinidad total es atribuible a los iones hidróxido, carbonatos e hidrógenocarbonatos (ver tabla 5).

La alcalinidad se determina por titulación con una solución valorada de ácido sulfúrico frente a los puntos sucesivos de equivalencia del hidrógenocarbonato y del ácido carbónico.

El indicador fenolftaleína permite cuantificar la alcalinidad a la fenolftaleína. Para determinar alcalinidad total se utiliza el indicador anaranjado de metilo (heliantina).





Tabla N°5: Rango de alcalinidad del agua con respecto a su concentración expresado en mg/L de CaCO₃

Rango	Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)
Baja	< 75
Media	75 - 150
Alta	> 150

(Fleyccorp, 2017)

Salinidad

La salinidad expresa la concentración de sales minerales disueltas en agua. Corresponde a la masa expresada en gramos de sales presentes en 1000 g. de agua. Suele determinarse a través de salinómetros o por medio de la conductividad del agua, usando factores de correlación. La salinidad de las aguas continentales puede variar desde valores menores a 0,5 % (agua dulce) a valores superiores a 35 % (agua salina) (de Assis Esteves, 2011).

Las sales de efluentes industriales suelen contaminar los ecosistemas de agua dulce afectando a organismos poco tolerantes a la variación de salinidad (Yungán, 2010).

Coliformes fecales

Las bacterias coliformes fecales son organismos que se encuentran naturalmente en las heces de seres humanos y animales, y su presencia en fuentes y cuerpos de agua se utiliza como indicador de contaminación biológica. Un alto nivel de bacterias coliformes fecales suele indicar la presencia en el agua de una gran cantidad de heces y otros materiales orgánicos sin tratar, que pueden tener un serio impacto en el ambiente y efectos graves en la salud pública. En los cursos de agua urbanos generalmente este indicador permite inferir problemas de conexión al saneamiento, desagües ilegales y/o un mal funcionamiento del sistema de saneamiento, que muchas veces se mezcla con el sistema de aguas pluviales principalmente en momentos de precipitaciones intensas (Colitag, 2018).

Análisis de la turbidez:

Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados. La presencia de materia suspendida en el agua puede indicar un cambio en su calidad y/o la presencia de sustancias inorgánicas finamente divididas o de materiales orgánicos.

La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz. Las aguas turbias tienen, por supuesto, una actividad fotosintética más débil, lo que afecta a la producción de fitoplancton y también a la dinámica del sistema (UPCT, s.f).





Tabla N°6: Conversión de cm a NTU.

cm	NTU	cm	NTU	cm	NTU	cm	NTU
<6	> 240	14 a 16	60	31 a 34	21	49 a 51	11
6 a 7	240	16 a 19	48	34 a 36	19	51 a 54	10
7 a 8	185	19 a 21	40	36 a 39	17	54 a 57	9
8 a 9	150	21 a 24	35	39 a 41	15	57 a 60	8
9 a 10	120	24 a 26	30	41 a 44	14	60 a 70	7
10 a 12	100	26 a 29	27	44 a 46	13	70 a 85	6
12 a 14	84	29 a 31	24	46 a 49	12	> 85	< 5

Análisis de la conductividad:

La conductividad es una medida del grado en el que una sustancia deja pasar la corriente eléctrica a través de ella. Para que una sustancia conduzca debe tener partículas cargadas (electrones o iones) que puedan moverse a través de la sustancia cuando se la somete a una diferencia de potencial (voltaje).

La conductividad se mide con un conductímetro. La unidad de medida utilizada comúnmente es el “Siemens por cm” (S/cm).

Las aguas naturales conducen la corriente ya que contienen iones disueltos que se pueden mover. La conductividad en general aumenta con la temperatura y con la concentración de sales o concentración iónica (hay más iones).

Para una temperatura dada, la conductividad de las aguas naturales depende de la concentración de iones disueltos en ella, entonces, la conductividad es una medida (indirecta) de la concentración de iones que tiene una muestra de agua.

El calcio y el magnesio son iones muy abundantes, por lo tanto, la conductividad *se relaciona con la dureza*.

Debido a que la conductividad aumenta con la concentración iónica, la relación entre conductividad y la cantidad total de iones disueltos puede aproximarse a la siguiente igualdad:

$$2 \mu\text{S/cm} = 1 \text{ ppm (o mg/L de CaCO}_3\text{)}$$

(Pérez Almiñana, 2014).

Análisis de Amonio

El catión de amonio es un ion poliatómico cargado positivamente con la fórmula química NH_4^+ . Este es un ion que podría existir como iones libres en soluciones, o como un compuesto de sal iónica que forma una estructura reticular con un anión; por ejemplo, cloruro de amonio (Enciclopedia VIAS, 2004).

El amoníaco es una base débil: reacciona con ácidos de Brønsted (donantes de cationes hidrógeno) para producir el ion amonio. Cuando se disuelve amoníaco en agua, una cantidad pequeña de él reacciona con los iones hidronio en el agua para producir iones amonio. El ion amonio resultante es un ácido conjugado comparativamente fuerte, y reacciona con cualquier base, regenerando la molécula de amoníaco neutra. En solución acuosa, el grado en que el amoníaco forma ion amonio depende del pH de la solución y de la concentración de amoníaco (Waterboards, 2010).





Se pueden encontrar altas concentraciones de amonio (NH_4^+) en áreas donde la producción agrícola es intensa y existen grandes cantidades de animales en pastoreo. Sus fuentes probables son la volatilización de amoníaco (NH_3) desde las actividades de pastoreo intensivo o la aplicación de fertilizantes a los suelos.

Las aguas residuales presentan una elevada carga contaminante que responde, en gran parte, a la materia orgánica que contienen, en cuya composición se encuentran los compuestos de nitrógeno. Entre las formas de nitrógeno, unas de las de mayor interés en las aguas son el amoniacal y el total. El amoníaco es uno de los componentes transitorios en el agua, ya que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es un producto natural de la descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados. Las aguas superficiales no deben contener normalmente amoníaco. En general, la presencia de amoníaco libre o ion amonio se considera como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. Si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos. El nitrógeno total está compuesto por el nitrógeno amoniacal más el nitrógeno orgánico, y este está constituido por las formas de nitrógeno correspondientes al nitrato, nitrito y amonio (Sardiñas, 2004).

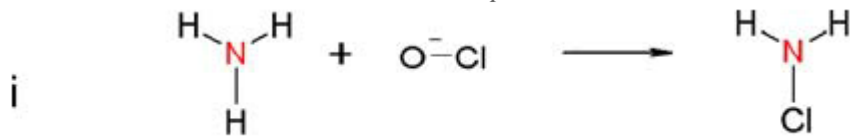
Concentraciones elevadas de NH_4^+ pueden promover el desarrollo, mantenimiento y proliferación de los productores primarios (fitoplancton, algas bentónicas, macrófitos), contribuyendo al muy extendido fenómeno de la eutrofización cultural de los ecosistemas acuáticos. El incremento de amonio y amoníaco, y la menor transparencia modifican drásticamente la comunidad de peces, generando la ausencia total de peces o el predominio de planctívoros (Hydrobio, s.f).

Para la determinación de amonio se utiliza la fotocolorimetría, que mide el desarrollo de color con ayuda de la formación de un compuesto de color azul intenso, indofenol, producto de la reacción entre el amonio, hipoclorito y fenol en presencia de nitroprusiato de sodio como catalizador (reacción de Berthelot). El desarrollo de color se mide fotométricamente a 640 nm.

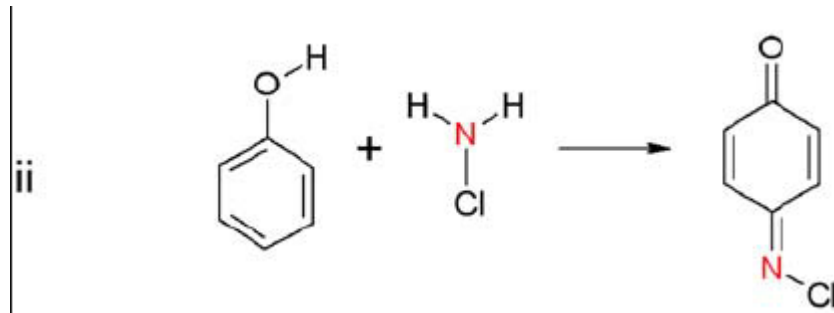
Método del indofenol:

Se trabajó con la reacción de Berthelot para determinar la concentración de amonio, la cual consiste en la reacción del amoníaco con el hipoclorito para formar monocloramina a pH mayor a 7 (ver ecuación 1), la monocloramina reacciona con un fenol para formar benzoquinona clorimina (ver ecuación 2), la benzoquinona clorimina reacciona con un segundo fenol para formar un indofenol (ver ecuación 3). El dihidrato de nitroferricianuro de sodio (ecuación 4), es un reactivo de acoplamiento (ecuación 3) que aumenta la cinética del paso (ecuación 2). El nitroprusiato de sodio es un reactivo de acoplamiento que aumenta la cinética del paso (catalizador). Con el desarrollo de color obtenido se midió la absorbancia (a 640 nm) (Walker, J. 2006).

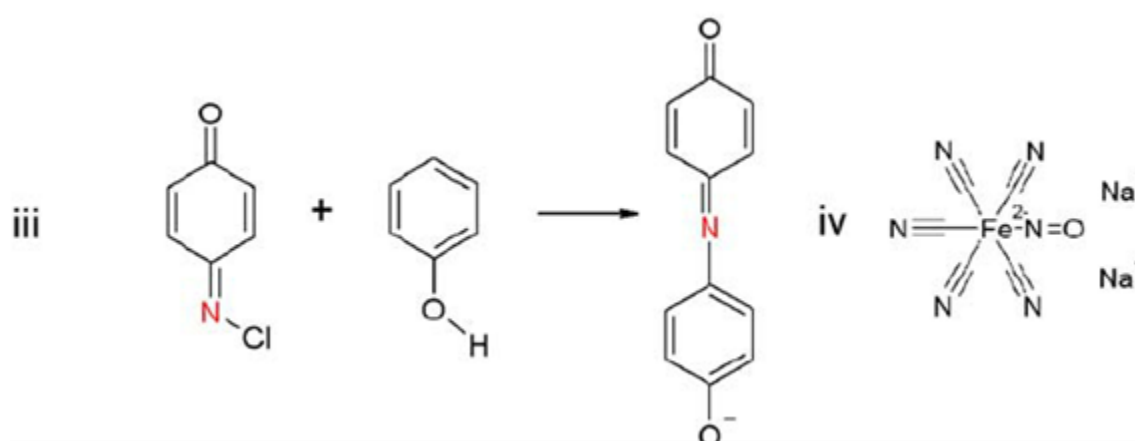




Ecuación 1



Ecuación 2



Ecuación 3

Ecuación 4

Fotocolorimetría:

Cuando la luz topa con un objeto, las partículas de este absorben la energía y sus electrones son excitados aumentando su nivel de energía, e inmediatamente después, al estar inestables en dicho nivel, vuelven a su estado basal (estado más estable) liberando cierta cantidad de la energía que recibió, ciertas longitudes de onda son absorbidas y otras emitidas; esta energía emitida es la que el ojo humano percibe en forma de luz, el conjunto de longitudes de onda que son emitidas son las que forman el color que se observa (el color complementario al que absorbe), pues ellas están dentro del espectro visible (Khan Academy, s.f).

La fotocolorimetría es un método instrumental para medir la absorbancia de la luz de una sustancia coloreada. En los métodos instrumentales de análisis químico se mide una propiedad física de una solución (en la cual se encuentra el analito), la cual tiene una relación matemática y generalmente lineal (directamente proporcional) con la concentración (Nieves, s.f).

El **fotocolorímetro** es una variedad de colorímetro (medidor de color). Es un instrumento usado en la Química para determinar la concentración de sustancias disueltas en líquidos o sólidos mientras sean transparentes a la luz visible, ultravioleta o infrarroja, midiendo y comparando sus colores. La ciencia de su uso se denomina fotocolorimetría y está regida por leyes físicas. Para ello se introduce en el aparato un testigo o patrón con una concentración de sustancia conocida y la muestra a determinar. Se mide la cantidad de color de cada uno y según su relación, se determina la concentración de la muestra.





El aparato consta de un sistema lumínico para iluminar las muestras y se mide con un sistema electrónico la cantidad de luz que pasa. Esa luz debe ser lo más monocromática posible, por lo que se usan diversos medios para hacerlo: filtros ópticos, redes de difracción y últimamente leds específicos. Los líquidos se colocan en cubetas especiales y los sólidos, como el vidrio, deben estar cortados a la medida del receptáculo que se llama porta cubas, que es por donde pasa la luz, teniendo como premisa que el espesor en milímetros de la muestra y el testigo deben ser rigurosamente iguales. Es el equivalente al espectrofotómetro pero este varía las longitudes de onda (los diversos colores) en forma continua y el fotocolorímetro lo hace variando por pasos concretos. Una premisa muy importante para ambos instrumentos es que el color de la luz que pasa por las muestras debe ser del color complementario al color de la muestra cuando se hacen análisis de concentración (Noreña, 2013).

Tabla de parámetros estándar para la determinación de una buena calidad del agua

(Parámetros analizados en este período)

Según el artículo N° 5 del Decreto 253/79. Clasificación de los cursos de agua.

Tabla N°7: clasificación de los cursos o cuerpos de agua del país de acuerdo a sus características.

PARÁMETRO / ESTÁNDAR	Clase 1	Clase 2 a	Clase 2 b	Clase 3	Clase 4
Olor	No perceptible				
Materiales flotantes y espumas no naturales	Ausentes				
Color no natural	Ausente				
Turbiedad Máximo (Unidades Nefelométricas de Turbiedad)	50 UNT	50 UNT	50 UNT	50 UNT	100 UNT
pH	entre 6,5 y 8,5	entre 6,5 y 9,0	entre 6,5 y 8,5	entre 6,5 y 8,5	entre 6,0 y 9,0
OD (Oxígeno disuelto) (mg/L)	Mín. 5	Máx. 5	Mín. 5	Mín. 5	Mín. 2,5
Sustancias fenólicas Máx. mg/L en C₆H₅OH	0,001	0,2	0,2	0,2	-





Sólidos suspendidos totales Máx. mg/L	-	700	-	-	-
Amoníaco libre Máx. mg/L en N	0,02			-	

Sección II : Plan de Muestreo

Tabla N° 8: Plan de muestreo.

Plan de muestreo	Fecha: 24 de septiembre del año 2020 Técnico: Camila Gómez, Esteban Jaramillo, Romina Marichal Lugar: arroyo Pando Código: A333
Objetivos	Caracterizar los parámetros del agua del arroyo Pando (temperatura, pH, turbidez, dióxigeno disuelto, conductividad, oxidabilidad al permanganato, salinidad, sólidos totales disueltos, reconocimiento de materia orgánica, alcalinidad y cuantificación de amonio).
Naturaleza de la muestra	Agua procedente del arroyo Pando, sin depurar, de la que se espera ningún tipo de contaminación específica
Identificación de los puntos de muestreo	Coordenadas: 73W5+73, Pando Total de muestras: 3 Superficiales: 3 de 500 mL Profundidad: 42 cm
Método de muestreo	Muestreo simple
Identificación de la muestra	Por medio de etiquetas las cuales incluyen: fecha, hora, lugar, código y numeración de la muestra junto con el nombre de los técnicos.
Equipo de conservación de la muestra	Contenedor con propiedades de aislamiento térmico Hielo Gel refrigerante
Conservación de la muestra	En heladeras protegiendo de la luz solar y a una temperatura de 5°C.
Transporte de la muestra	En conservadoras con hielo y gel refrigerante. Protegiendo de la luz solar directa y a una temperatura de entre 2 °C y 5 °C.





Puntos de muestreo:



Imagen N°3: Punto de muestra - antes de la planta potabilizadora de OSE.

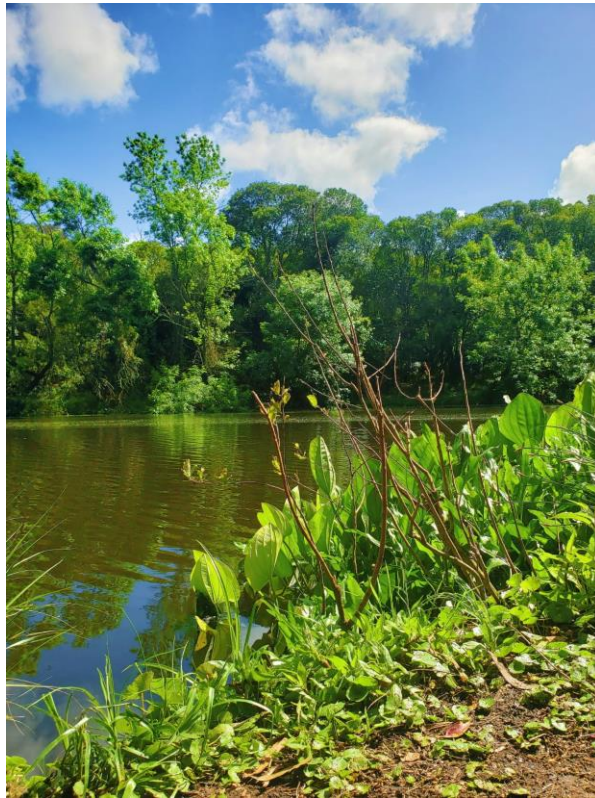


Imagen N° 4: Punto de muestra - después de la planta potabilizadora





Imagen N° 5: Punto de muestreo - Polo Tecnológico.

Sección III : Materiales y Métodos:

Toma de muestras:

Materiales:

- Una botella de plástico de 1,5 L
- Dos botellas de plástico de 600 mL
- Conservadora
- Hielo
- Guantes

Procedimiento:

1. Se enjuagó una botella de plástico limpia de 1,5 L con el agua del sitio de estudio. Para evitar contaminación, se descartó el agua del enjuague en un lugar alejado de la zona de muestreo, teniendo cuidado de no remover los sedimentos del fondo.
2. Se tomó la muestra llenando la botella hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad.
3. Se repitieron el paso 1 y 2 con una de las botellas de 600 mL.
4. Con la otra botella de 600 mL se repitió el paso 1 con exactitud, y se tomó la muestra llenando la botella y tapándola bajo el agua para asegurar que no queden burbujas.
5. Se etiquetaron y almacenaron las muestras en la conservadora con hielo.
6. Luego se transportaron teniendo en cuenta las medidas ya mencionadas.





Análisis In Situ

➤ **pH:**

Materiales:

- Tirillas para medir pH.
- Escala de pH.
- Cronómetro.

Procedimiento:

Tirillas de papel pH:

1. Se sumergió completamente la parte coloreada de la tira en el agua hasta que el color no cambió más (alrededor de un minuto).
2. Se retiró la cinta y enseguida se la comparó con la escala de pH.
3. Se anotó el valor de pH en la hoja de datos.



Imagen N°6: Tirillas de pH.



Imagen N° 7: Medición de pH con pH-metro.

pH con pH-metro:

4. Se calibró el pH-metro en una solución neutra.
5. Se introdujo el pH-metro en la muestra de agua y se dejó estabilizar.
6. Se hizo la lectura y se anotó el valor de pH en la hoja de datos.

➤ **Turbidez:**

Materiales:

- Un disco Secchi.

Procedimiento:

1. Se sumergió el disco en el agua manteniendo la cuerda siempre tensa bajando hasta que se dejó de verlo.
2. Se registró en la hoja de datos la longitud de la cuerda que fue necesaria sumergir para dejar de verlo.
3. Tabla de conversión de centímetros (Secchi) a NTU (*Unidades Nefelométricas de Turbiedad*, unidad en la que se expresa la turbidez en la mayoría de las normas).





Imagen N°8: Determinación de la turbidez. Disco de Secchi.

➤ **Temperatura:**

Materiales:

- Termómetro de laboratorio.
- Vaso de Bohemia.

Procedimiento:

1. Se sumergió el bulbo del termómetro unos 5 cm por debajo de la superficie del agua.
2. Se tomó la lectura del termómetro cuando la temperatura se estabilizó.
3. Se registró la temperatura medida en la hoja de datos.

➤ **Conductividad:**

Materiales:

- Conductímetro.
- Vaso de Bohemia.

Procedimiento:

1. Se quitó la cubierta protectora del electrodo del conductímetro.
2. Se encendió el conductímetro y sumergió el electrodo en el agua.
3. Cuando la medida se estabilizó, se presionó el botón HOLD.
4. Se registró la medida de conductividad en la hoja de datos.



Imagen N°9: Determinación de la conductividad.





➤ **Salinidad.**

Materiales:

- Conductímetro (se cambia el modo, para medir salinidad).
- Vaso de Bohemia.

Sustancias:

- Muestras de agua.

Procedimiento:

1. Se quitó la cubierta protectora del electrodo del conductímetro.
2. Se encendió el conductímetro y se sumergió el electrodo en el agua.
3. Cuando la medida se había estabilizado, se cambió el modo para salinidad para poder obtener un valor.
4. Se registró la medida de salinidad en la hoja de datos.



Imagen N°10: Determinación de la salinidad.

➤ **Investigación de iones, sustancia orgánica en las diferentes muestras:**

Materiales:

- Gradilla con tubos de ensayo.
- Vasos de Bohemia.
- Varilla de vidrio.
- Cuentagotas.
- Mechero.

Sustancias y soluciones:

- Muestras de agua.
- Permanganato de potasio 0,01 mol/L.
- Ácido clorhídrico 6 mol/L.
- Ácido acético 2 mol/L.
- Nitrato de plata al 3 %.
- Cloruro de bario 1 mol/L.
- Oxalato de potasio.
- Ácido sulfúrico concentrado.





Procedimiento:

Se realizaron en todas las muestras de agua, para esto, se colocaron aproximadamente 2,0 mL de cada muestra en los distintos tubos de ensayo.

-Ensayo de Materia Orgánica:

1. Se añadió a las diferentes muestras una gota de solución de permanganato de potasio (KMnO_4) y una gota de ácido sulfúrico.
2. Se calentó cada muestra, la decoloración del permanganato (violeta) indicaba que existía materia orgánica.

-Ensayo de aniones y cationes:

-Cloruros (Cl^-).

1. Se añadió a las muestras una gota de ácido nítrico y se agitó.
2. Posteriormente se agregaron unas gotas de solución de nitrato de plata (AgNO_3).
3. Se agitó nuevamente. La aparición de un precipitado blanco indicaba que existían cloruros.

-Sulfatos

1. Se añadió a las diferentes muestras una gota de ácido clorhídrico 6 mol/L y unas gotas de solución de cloruro de bario (BaCl_2).
2. Se agitó. La aparición de un precipitado insoluble blanco indicaba que existían sulfatos.

-Calcio (Ca^{2+})

1. Se añadió a las diferentes muestras, 3 gotas de ácido acético diluido.
2. Se agregaron unas gotas de solución de oxalato de potasio ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$).
3. Se agitó. La aparición de un precipitado insoluble blanco de oxalato de calcio indicaba que existían iones calcio.

Presencia de cloruros (Cl^-), sulfatos, calcio (Ca^{2+})



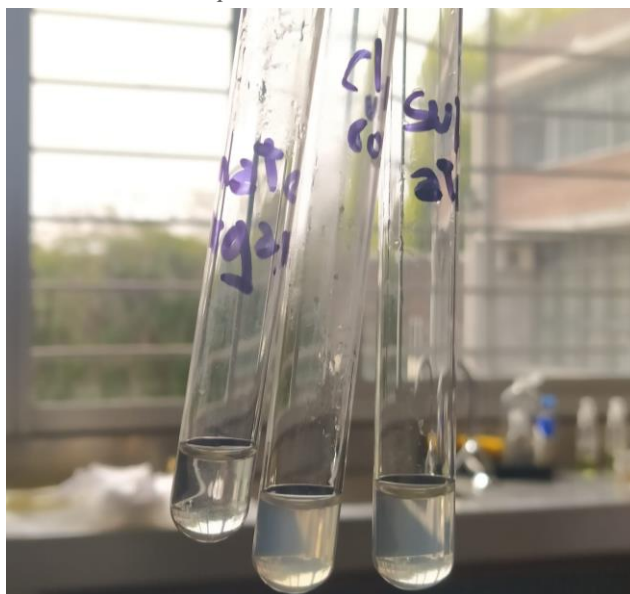


Imagen N°11: Presencia de cloruros, sulfatos, calcio.

➤ **Determinación de alcalinidad.**

Materiales:

- Matraz Erlenmeyer 250 mL.
- Bureta de 10,00 mL.
- Pipetas aforadas de 10,00, 20,00, 50,00 y 100,00 mL.
- Matraz aforado de 100,00 mL.

Reactivos:

- Solución de ácido sulfúrico 0,1 N.
- Solución de carbonato de sodio (patrón primario) preparada a partir de la sal anhidra en matraz aforado de 100,00 mL.
- Indicador heliantina.
- Indicador fenolftaleína.

Procedimiento:

-Titulación de la solución de ácido sulfúrico.

1. Se tomó 10,00 mL de solución estándar de carbonato de sodio.
2. Se agregaron 2 gotas de heliantina.
3. Se procedió a titular con solución de ácido sulfúrico 0,1 N agitando continuamente hasta que se visualizó el viraje del indicador de amarillo a anaranjado salmón.

-Titulación de la muestra.

1. Se seleccionó un volumen de muestra adecuado, luego se midió con pipeta aforada y se llevó a matraz Erlenmeyer.





2. Dado que el pH de la muestra era menor a 8,2 se agregó unas gotas de heliantina y se tituló con la solución de ácido sulfúrico hasta viraje del indicador a color anaranjado-salmón. (Alcalinidad total).

➤ **Dioxígeno disuelto**

Materiales

1. Botella de plástico de 600 mL con tapa.
2. Bandeja de telgopor.
3. Pipetas Pasteur.
4. Matraz Erlenmeyer.
5. Probeta de 50 mL.
6. Bureta de 10,00 mL y soporte.
7. Vaso de bohemia de 50 mL.

Reactivos:

1. Soluciones 1, 2, 3 y 4.
2. Ácido sulfúrico concentrado.

Procedimiento

1. Se prepararon las siguientes soluciones:

Solución 1.

- 1) En un vaso de Bohemia, se agregaron 50 mL de agua destilada y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- 2) Se vertió la mezcla en el frasco etiquetado como “Solución 1” que contenía 16,25 g de sulfato de manganeso pentahidratado ($\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- 3) Calentando la mezcla se agitó bien hasta que el sólido se disolvió completamente.

Solución 2.

- 1) Se agregaron 50 mL de agua destilada al frasco etiquetado como “Solución 2” que contenía 6,75 g de yoduro de potasio (KI) y 25,0 g de hidróxido de sodio (NaOH).
- 2) Se agitó bien hasta que los sólidos se disolvieron completamente (durante este proceso la mezcla aumentó su temperatura).

Solución 3: Solución al 1 % de almidón soluble.

Solución 4: Se prepararon 500,00 mL de una solución de concentración exacta denominada “Solución 4” que contenía 1,24 g tiosulfato de sodio pentahidratado ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

2. Luego se determinó el dioxígeno en la muestra

- 1) Se utilizó la muestra que no contiene burbujas de aire.





- 2) Se colocó la botella sobre la bandeja de telgopor antes de realizar los siguientes agregados.
- 3) Se agregó 6 mL de solución 1 con pipeta Pasteur por debajo de la superficie del líquido (sumergiendo la pipeta hasta el fondo).
- 4) Se agregó, de la misma manera, 6 mL de solución 2, y comenzó a observarse la formación de un precipitado de color marrón.
- 5) Se tapó el frasco sin dejar burbujas de aire (volcando una pequeña cantidad del contenido del frasco sobre la bandeja).
- 6) Se mezcló vigorosamente durante 20 segundos y luego se dejó sedimentar el precipitado durante 5 minutos.
- 7) Luego se repitió el paso 6.
- 8) Se destapó el frasco y se agregó 1 mL de ácido sulfúrico concentrado con una pipeta Pasteur por encima de la superficie del líquido (esta vez sin sumergir la pipeta).
- 9) Se tapó nuevamente el frasco sin dejar burbujas de aire.
- 10) Se mezcló vigorosamente hasta disolver por completo el precipitado formado.
- 11) Con una pipeta aforada se midieron 50,00 mL de esta solución y se la colocó en un matraz Erlenmeyer.
- 12) Se agregó 1 mL de solución 3 usando una pipeta Pasteur.
- 13) Se llenó la bureta con la solución 4 hasta el enrase.
- 14) Se tituló agregando gota a gota desde la bureta la solución 4 hasta la desaparición del color azul.
- 15) Se anotó el volumen de solución 4 usado para realizar los cálculos.
- 16) Se realizaron los cálculos y comparaciones correspondientes.

➤ **Oxidabilidad al permanganato:**

Materiales:

- Matraz Erlenmeyer 500 mL y 250 mL.
- Pipeta graduada 5 mL.
- Pipeta aforada (10,00 ± 0,04) mL y (50,00 ± 0,05) mL.
- Plancha térmica.
- Termómetro.
- Bureta (25,00 ± 0,05) mL.
- Soporte.
- Pinzas.
- Plancha calefactora con agitador.
- Soporte y pinza.
- Matraz aforado de (250,00 ± 0,15) mL.
- Pipeta de 10,00 mL.
- Pipeta de 50,00 mL.

Sustancias:

- Ácido oxálico 0,050 mol/L.
- Permanganato de potasio 0,02 mol/L ya valorado con ácido oxálico.
- Ácido sulfúrico de concentración 1:1 (dilución al 50 %).





Procedimiento:

Para la valoración de una solución de permanganato de potasio:

1. Se prepararon 250 mL de ácido oxálico 0,050 mol/L de concentración exacta, y una solución de permanganato de potasio de concentración aproximada de 0,020 mol/L.
2. Se valoró el permanganato con el ácido oxálico. Para ello se realizaron 5 repeticiones, poniendo la solución de permanganato en la bureta.
3. Se colocaron 10,00 mL de ácido oxálico en un matraz Erlenmeyer.
4. Se añadieron 3 mL de ácido sulfúrico (concentración 1:1) y 50 mL de agua destilada.
5. Se calentó en la plancha hasta 80 °C.
6. Se valoró sin que baje la temperatura.
7. El punto final se dio dado por la aparición de un color rosado, tenue pero persistente durante 30 segundos.

Valoración de la materia orgánica del agua:

1. Se vertió en un Erlenmeyer 100 mL el agua a analizar con pipeta aforada. Se añadieron unos trozos de cerámica o perlas de vidrio. Se marcó con un rotulador el nivel que alcanza el agua.
2. Se acidificó con 3 mL de ácido sulfúrico (concentración 1:1) haciéndolo resbalar suavemente por las paredes del Erlenmeyer y se tapó la boca del matraz con papel de aluminio o un vidrio reloj. Se llevó a ebullición por 5 minutos.
3. Mientras la solución hervía se añadió una cantidad exacta de solución de permanganato (10,00 mL) y se mantuvo hirviendo por 10 minutos. Este tiempo se debía medir exactamente. Nota: Si al terminar este tiempo la solución quedaba incolora se debía volver a empezar la valoración utilizando una dilución de la muestra de agua al medio en un volumen final de 100 mL.
4. Se añadieron 10,00 mL de ácido oxálico 0,050 mol/L y la mezcla se siguió calentando hasta que se observó la desaparición del color rosa.
5. Se introdujo la solución de permanganato en la bureta y en el Erlenmeyer un imán, la solución a aproximadamente 80 °C y con agitación se valoró con permanganato de potasio, gota a gota hasta que aparezca un color rosado tenue pero persistente durante aproximadamente 30 segundos (no desaparece con la agitación).
6. Se repitió el procedimiento 3 veces.
7. Se hizo un blanco con 100,00 mL de agua destilada, el que se valoró de la misma forma.





Imagen N°12: Oxidabilidad del permanganato.

➤ **Concentración de Amonio:**

Materiales:

1. Pipetas automáticas de volumen variable (10-1000 μ L. y 1-10 mL).
2. 6 matraces aforados de (50,00 \pm 0,06) mL.
3. Matraz aforado de (250,00 \pm 0,15) mL.
4. Pipeta aforada de (50,00 \pm 0,05) mL.
5. 3 matraces Erlenmeyer de 100 mL.
6. Balanza analítica de precisión 0,1 mg y 1 mg.
7. Espátulas para manipulación de sólidos.
8. Fotocolorímetro. Se trabaja a una longitud de onda de 640 nm con una celda de camino óptico de 2,5 cm.
9. Equipo de filtración para interferencias por turbidez.

Reactivos:

- Agua destilada o desionizada.
- Solución de fenol.
- Nitroprusiato de sodio.
- Hipoclorito de sodio.
- Solución stock de amonio.
- Solución estándar de amonio.

Procedimiento:

1. Solución de fenol: en un matraz Erlenmeyer de 100 mL se vertieron 88,8 g de agua destilada y se agregaron 8,3 g de fenol cristalino. Mientras se agitaba con un agitador magnético se agregaron 3,2 g de hidróxido de sodio. Se enfrió la solución y agitó circularmente para homogeneizar.





2. Nitroprusiato de sodio: en un matraz Erlenmeyer de 100 mL, se vertieron 0,35 g de nitroprusiato de sodio y se agregaron 100 g de agua destilada. Posteriormente se homogeneizó.
3. Hipoclorito de sodio: en un matraz de 100 mL se vertieron 25 g de hipoclorito de sodio comercial 100 g de cloro activo por litro, y se agregaron 75 g de agua destilada.
4. Solución stock de amonio: En un matraz aforado de 250,00 mL se disolvieron 0,95475 g. de NH_4Cl anhidro (secado a 100 °C) en agua desionizada y se llevaron a 250,00 mL, (250 mg $\text{NH}_4\text{-N/L}$). 1 mL = 1.00 mg. N = 1,22 mg. NH_3 . Se almacenó en recipiente de plástico a 4 °C.
5. Solución estándar de amonio: se tomó 1 mL de la solución stock de amonio y se llevó a un volumen final de 100,00 mL (matraz aforado), 10 mg $\text{NH}_4\text{-N/L}$. 1mL = 10 $\mu\text{g N}$.

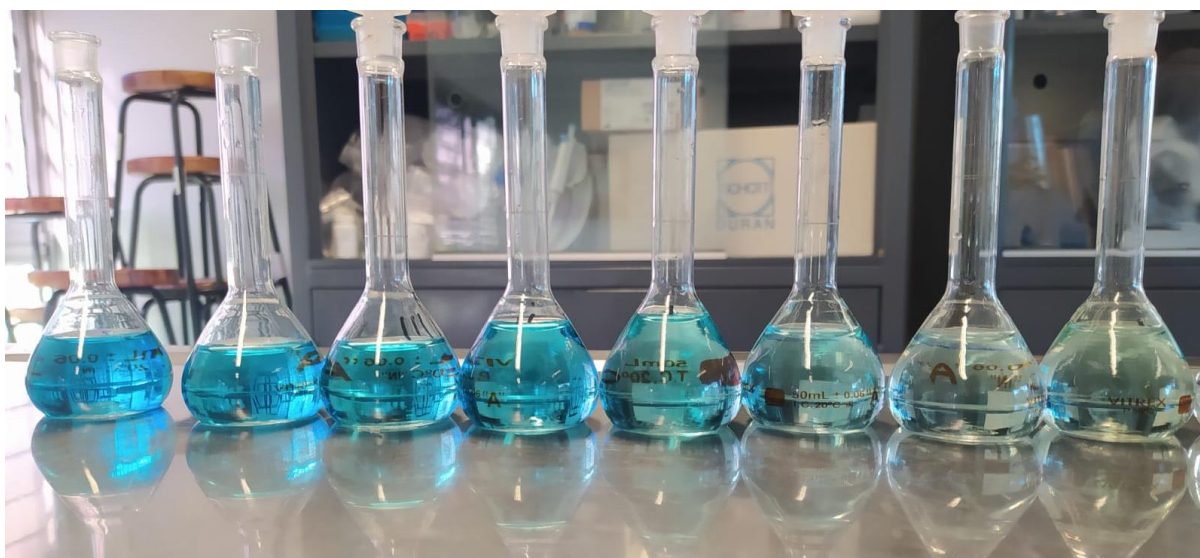


Imagen N°13: Desarrollo de color para la curva de calibración de $[\text{NH}_4^+]$.

Sección III: Resultado y tratamiento de datos

Tabla N°9: Resultados y comparación de parámetros generales de las distintas muestras.

Análisis	Muestra 1 (T.N.A)	Muestra 2(E,V,G)	Muestra 3 (E.R.C)
Turbidez	14 NTU	12 NTU	14 NTU
Temperatura	(15±0,5)°C	(17,0±0,5)°C	(14,0±0,5)°C
Color	Verde oscuro	Marrón oscuro	Marrón claro
pH en cinta	7	6	6
pH con pH-metro	(7,00±0,01)	(6,67±0,01)	(7,50±0,01)





Salinidad	(0,20±0,01) ppm	(0,20±0,01) ppm	(0,20±0,01) ppm
Sólidos Totales disueltos	(320,0±0,1) ppm	(300,0±0,1) ppm	(305,0±0,1) ppm
Conductividad	(470 ±1)µS/cm	(500 ±1) µS/cm	(430 ±1) µS/cm
Dioxígeno disuelto	(6,13±0,05)	(7,76±0,05)	(3,51±0,05)
Alcalinidad	(202±8) mg CaCO ₃ /L	(189,3 ± 2,4) mg CaCO ₃ /L	(221 ± 8) mg CaCO ₃ /L
Materia orgánica	67,949 mg/L	22,374 mg/L	79,736 mg/L
	55,346 mg/L	26,101 mg/L	80,87 mg/L
	26,388 mg/L	51,457 mg/L	---
ST	11,05 mg/L	215 mg/L	1,6 mg/L
STV	4,15 mg/L	5 mg/L	---
STF	6,9 mg/L	210 mg/L	67 mg/L
Iones sulfatos	Presentes	Presentes	Presentes
Iones cloruros	Presentes	Presentes	Presentes
Iones calcio	Presentes	Presentes	Presentes





Determinación de Amonio

Tabla N°10: Valores de absorbancia para la determinación de NH_4^+

Muestras de agua	Absorbancia
Muestra 1	0,2
Muestra 2	0,03
Muestra 3	0,03

- Muestra 1: Antes de la Planta Potabilizadora de OSE.
- Muestra 2: Después de la planta Potabilizadora de OSE.
- Muestra 3: Polo Tecnológico de Pando.

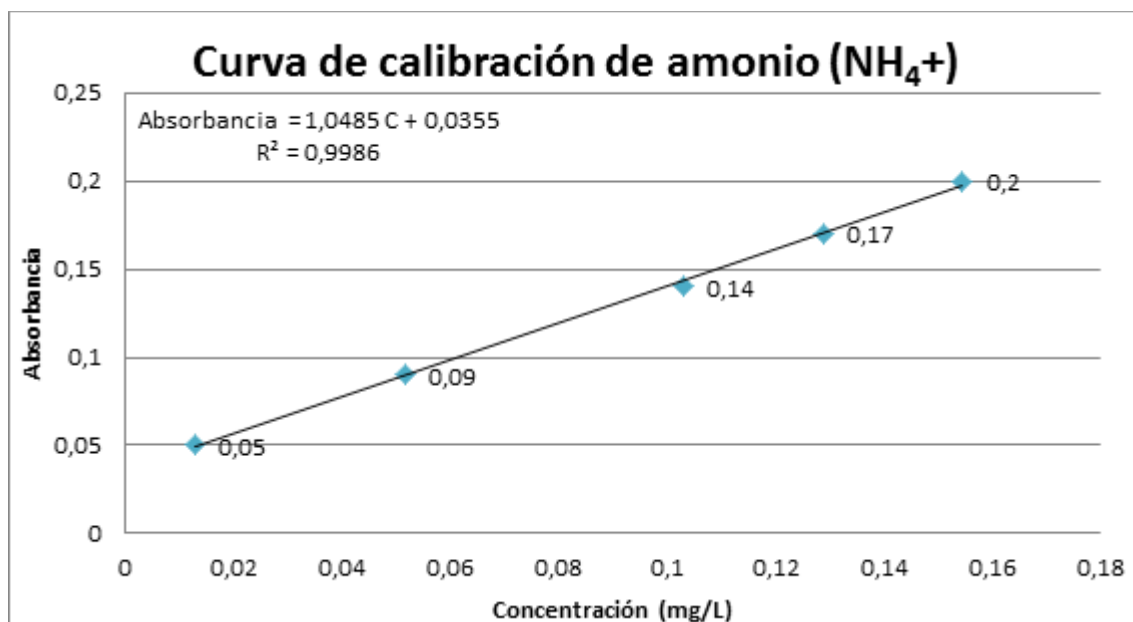


Imagen N°14: Desarrollo de color para la curva de calibración de amonio.





Gráfica N°1: Curva de calibración de amonio.



$$\text{Absorbancia} = a C + b$$

$$a C = (\text{Absorbancia} - b)$$

$$C = \frac{(\text{Absorbancia} - b)}{a}$$

$$\text{Muestra 1: } C = \frac{(0,2 - 0,0355)}{1,0485} = 0,156890$$

$$\text{Muestra 1} \rightarrow C = 0,16 \text{ mg/LNH}_4^+$$

Observaciones: No se pudo determinar cuantitativamente la concentración de amonio en agua de las muestras 2 y 3 (después de la planta potabilizadora de OSE y en el Polo Tecnológico de Pando) debido a la carencia de valores de concentraciones de amonio significativas, la cual no pudo ser cuantificada por el método utilizado.

Conclusión: Los resultados de los parámetros a analizar superaron las expectativas planteadas con anterioridad en la hipótesis, indicando así que la condición del agua en los puntos de toma de muestras no se diferencian significativamente con los requisitos establecidos por el decreto 253/979 anteriormente mencionado, como comúnmente se cree.

Se determinó una concentración de amonio de 0,16 mg/L NH_4^+ en una de las muestras. La diferencia de concentraciones de amonio entre las muestras de agua obtenidas puede deberse a la biodiversidad del área seleccionada.





Bibliografía:

- Goyenola, G., Acevedo, S. y Mazzeo N. (2011). Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones. Volumen I: Ríos y Arroyos. Comunidad Canaria.
- Fundación Aquae. (2020, November 3). *Calidad del agua: ¿cómo se alcanza la perfección?* / Fundación Aquae. Fundaciã³n Aquae. <https://www.fundacionaquae.org/calidad-agua/>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas. (2014, October 22). *Calidad del agua | Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida” 2005-2015*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/Quality.shtml>. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Pérez Almiñana, V. (2014). *Muestreo y preparación de la muestra*. Madrid, España: Síntesis.
- IMPO. (1979, May 31). *Decreto N° 253/979*. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979>
- Goyenola, G., Acevedo, S., Machado, I., y Mazzeo, N. (2011, February). *Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones*. Comuna Canaria. https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/2011-pedca_i_rios-arroyos-canarios_edicion_revisada_28-6-171.pdf
- UDELAR. (2018, November 15). *Monitoreo de variables físico-químicas de agua*. Aguas Urbanas Núcleo Interdisciplinar. <http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/15/monitoreo-de-variables-fisico-quimicas-de-agua/>
- Pérez Álvarez, F. y Valera Núñez, M.A. (2009). *Ciencias Naturales para Secundaria Básica: Octavo Grado: Proyecto de Contenido*. (Material digitalizado).
- EcuRed. (s.f). *Alcalinidad - EcuRed*. Ecu Red. <https://www.ecured.cu/Alcalinidad>
- *PARAMETROS FISICO-QUIMICOS: ALCALINIDAD*. (2017). Fleyccorp. <http://fleyccorp.com/wp-content/uploads/2017/12/Manual-t%C3%A9cnicas-anal%C3%ADticas-Hach-Lange.pdf>
- Assis Esteves, F. (2011). *Fundamentos de limnología*. Interciencia. Río de Janeiro. 826
- Yungán, J. L. (2010). *Estudios de la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca del Río Blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo*. Tesis. Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba, Ecuador. 145 pp.
- G. (2018, May 30). *Colitag™*. GreenView Corporation. <https://www.greenviewcorporation.com/ampollas-colitag/>
- *ANÁLISIS DE AGUAS*. (n.d.). UPCT, España. Retrieved November 10, 2020, from https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf
- *Medición de Turbidez en la Calidad del Agua*. (2010, January 10). MetAs & Metrólogos Asociados. <http://www.metas.com.mx/guiamet/la-Guia-Metas-10-01-Turbidez.pdf>





- Instruments, H. (2019, April 26). *Turbidez: importancia del parámetro y como es la Técnica Instrumental relacionada. Aguas Residuales.* <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/turbidez-importancia-del-parametro-y-como-es-la-tecnica-instrumental-relacionada>
- BOJACA, R. O. C. I. O. D. E. L. P. I. L. A. R. (2005, April 1). *PSO DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD POR POTENCIOMETRIA.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Alcalinidad+total+en+agua+por+electrometr%C3%ADa..pdf/dd9a3610-8ff7-49bc-97eb-5306362466df#:~:text=La%20alcalinidad%20de%20una%20muestra,calibrados%2C%20o%20mediante%20indicadores%20coloreados.>
- Lohninger, H. (2004, December 22). *VIAS Encyclopedia: Ammonium Salts.* Enciclopedia VIAS. http://www.vias.org/encyclopedia/chem_ammonia_salts.html
- *Folleto Informativo Amoniaco.* (n.d.). Waterboards. Retrieved November 10, 2020, from https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3310sp.pdf
- Sardiñas, O., & Pérez, A. (2004, August). *Determinación de nitrógeno amoniacal y total en aguas de consumo y residuales por el método del fenato.* Scielo. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032004000200002
- *EUTROFIZACION.* (n.d.). Hydrobio. Retrieved November 10, 2020, from http://hydrobio.fcien.edu.uy/EFE_archivos/CLASE10.pdf
- Walker, J. (2006, July). *Progreso hacia el desarrollo de un sensor de amoníaco de cristal fotónico en el punto de atención.* Research Gate. https://www.researchgate.net/figure/The-reaction-mechanism-proposed-for-the-Berthelot-reaction-consists-of-three-steps-i_fig1_7040736
- Khan Academy. (n.d.). *Espectroscopía: la interacción de la luz y la materia (artículo).* Retrieved November 10, 2020, from <https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry/electronic-structure-of-atoms-ap/bohr-model-hydrogen-ap/a/spectroscopy-interaction-of-light-and-matter>
- Picand, Y. D. D. (2020). *Fotocolorímetro.* Sensagent. <http://diccionario.sensagent.com/Fotocolor%C3%ADmetro/es-es/#:~:text=El%20fotocolor%C3%ADmetro%20es%20una%20variedad,midiendo%20y%20comparando%20sus%20colores.>
- Nieves, A. D., Bárcena Ruiz, J. A., Fernández Reyes, E., Galván Cejudo, A., Jorrín Novo, J., Peinado Peinado, J., Toribio Meléndez-Valdés, F., & Túnez Fiñana, I. (s.f.). *Espectrofotetría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas.* Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Retrieved November 10, 2020, from https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf
- Noreña, J. D. L. (2013, February 15). *FOTOCOLORIMETRIA.* Slideshare. <https://es.slideshare.net/juandavidlopeznorena/fotocolorimetria>
- Roth. (2020, February 14). *Ficha de datos de seguridad.* <https://www.carlroth.com/medias/SDB-3215-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzMjI5MDd8YX>





[BwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMmUvaGY4Lzg5NzYyNzYwNjIyMzgucGRmfGFkYmMIYzQ2NmI5YmRmZjNhYTAyYmE3NjNkOWJhZTkYNTU5MzRhNDBINDgWMEyN2VmYWMyYTViMzIzZmI3ZDY](#)

- Roth. (2020, septiembre 15). *Ficha de datos de seguridad*.
bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyOTY5OTF8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYjkvaDQ1Lzgz5OTk1ODU5MDY3MTgucGRmfDFjYmFINDAwNGRIYTMxMzVkZTkWYTI4NzdjNDhjNDgzNzIOMWZmZjVmZmQ2NWQ2ODM4NDRhZTgzYmIxmGY3NTI
- Roth. (2020, agosto 19). *Ficha de datos de seguridad*.
<https://www.carlroth.com/medias/SDB-K025-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODY4NzB8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYzIvaDhhLzgz5OTUyMzgzMTQwMTQucGRmfDhkMmQwMDU0NjMyYTVhNWU0NjhiNDVhNGVhMjcyZmQ1NWU5OTQxMTZmNmU4MDZhNGIzZWV0ODcxY2ZlOTIyMWY>
- Roth. (2019, noviembre 19). *Ficha de datos de seguridad*.
<https://www.carlroth.com/medias/SDB-X946-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODU1MTN8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oNTYvaDJKLzgz5NTA5ODE4MjA0NDYucGRmfDEwZjA0Y2FiZDZiNmIxmMvkn2FhYTA0YWM2YTE5ZTM0OTVmMTczNTFkNDdkOGNIMTNiMmYyNDgyZjBmZmM3OTA>
- Roth. (2017, julio 18). *Ficha de datos de seguridad*.
<https://www.carlroth.com/medias/SDB-5051-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyMjEwNjh8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMDQvaGFkLzgz5NTA5MzgyMzkwMDYucGRmfDdjYzJiODMyMjE5Yjk3MjhhkODdkNTRIOTVvOTI3ZWZmMDY0YzVkMmZjNmFmZGE2Y2Q3NGVhMTk5ZG>
- Roth. (2020, enero 09). *Ficha de datos de seguridad*.
[https://www.carlroth.com/medias/SDB-9370-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODY5MjI4YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oY2EvaDM3Lzgz5NzMWNTeWnJg0NDYucGRmfDI5ODI5MTE5MTk3YjBiZmMyZWVhZmFhNzQ0YWM5YWRmNWU2ZTcxOTRjZDM5MDFINTkZTVmZDNmOTA1MjQ2OWY#:~:text=P310%20Lamar%20inmediatamente%20a%20un%20CENTRO%20DE%20TOXICOLOG%20C4%BAA%20Fm%20C3%A9dico.&text=S%20C3%ADmbolo\(s\)-,H314%20Provoca%20quemaduras%20graves%20en%20la%20piel%20y%20lesiones%20oculares,inmediatamente%20toda%20la%20ropa%20contaminada.](https://www.carlroth.com/medias/SDB-9370-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODY5MjI4YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oY2EvaDM3Lzgz5NzMWNTeWnJg0NDYucGRmfDI5ODI5MTE5MTk3YjBiZmMyZWVhZmFhNzQ0YWM5YWRmNWU2ZTcxOTRjZDM5MDFINTkZTVmZDNmOTA1MjQ2OWY#:~:text=P310%20Lamar%20inmediatamente%20a%20un%20CENTRO%20DE%20TOXICOLOG%20C4%BAA%20Fm%20C3%A9dico.&text=S%20C3%ADmbolo(s)-,H314%20Provoca%20quemaduras%20graves%20en%20la%20piel%20y%20lesiones%20oculares,inmediatamente%20toda%20la%20ropa%20contaminada.)
- Roth. (2020, agosto 19). *Ficha de datos de seguridad*.
<https://www.carlroth.com/medias/SDB-K025-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyODY4NzB8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYzIvaDhhLzgz5OTUyMzgzMTQwMTQucGRmfDhkMmQwMDU0NjMyYTVhNWU0NjhiNDVhNGVhMjcyZmQ1NWU5OTQxMTZmNmU4MDZhNGIzZWV0ODcxY2ZlOTIyMWY>
- Roth. (2016, agosto 10). *Ficha de datos de seguridad*.
<https://www.carlroth.com/medias/SDB-HN34-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyMDgzMDN8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oN2MvaGQ3Lzgz>





- [5NTEwMDU3MDgzMTgucGRmfGZiZTg0YzYwOTQwMzIxZmM0NjRjYzE3YTgwOThlNGVINWVknNWY4ZjUyZjIyMwY3ODQxZDdlZmM4ZWZkZjY5ZWE](https://www.carlroth.com/medias/SDB-K298-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNTE2MzF8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYzYvaDIxLzkwMDcyMzY5MDcwMzgucGRmfGNjNzJiYjNmNzNkNjAxZDc3NzhmMjI2ZmY5YTI1NTAxM2IzM2Y4YWVhMzM2YmRIYzIyZjE1NTRjOGUwMjk1YTQ)
- Roth. (2020, noviembre 13). *Ficha de datos de seguridad.* <https://www.carlroth.com/medias/SDB-K298-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNTE2MzF8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYzYvaDIxLzkwMDcyMzY5MDcwMzgucGRmfGNjNzJiYjNmNzNkNjAxZDc3NzhmMjI2ZmY5YTI1NTAxM2IzM2Y4YWVhMzM2YmRIYzIyZjE1NTRjOGUwMjk1YTQ>
 - Roth. (2020, junio 10). *Ficha de datos de seguridad.* <https://www.carlroth.com/medias/SDB-6846-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzMDMzZmZl8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oNjQvaDEyLzgz5ODgxNjg5MTI5MjYucGRmfDhkZWlZNDM2OTMxNTM5NDAxNGEwMDQyODNkNDA5MzBkYmExMDc0NTQ4ZGM3YjIhYjQzNTIzZmRhYmNlYzBhODQ>
 - Roth. (2020, enero 14). *Ficha de datos de seguridad.* <https://www.carlroth.com/medias/SDB-A135-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNDQxMzV8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMjgvaDE2Lzgz5NzIzMDQ4MTAwMTQucGRmfDc2NmJlY2RlZTczNTlkZDc2OWYxNWVhNzVhOTE4YTQyOTk4ZmI3NWUxZDRkNmMzNGIzZGQyOWJlMTA0MDRkMTE>
 - Roth. (2020, octubre 20). *Ficha de datos de seguridad.* <https://www.carlroth.com/medias/SDB-8879-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNTg1NDR8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMGQvaGMwLzkwMDQ0NjYwNDQ5NTgucGRmfDBjYzE3OTc5OTkzNTVhNWUxN2IwMTE5NjEyNWE0MGNiNDgzNjVmZDEwZDYyN2JiOTY5MjA1ZjU0NGNhZTcyZjQ#:~:text=P310%20Llamar%20inmediatamente%20a%20un%20CENTRO%20DE%20TOXICOLOG%C4%BAA%2Fm%C3%A9dico.&text=H318%20Provoca%20lesiones%20oculares%20graves.,agua%20cuidadosamente%20durante%20varios%20minutos.>
 - Roth. (2020, junio 10). *Ficha de datos de seguridad.* <https://www.carlroth.com/medias/SDB-KK08-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyOTU3MzF8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oNjQvaDQ0Lzgz5ODgxNjg5Nzgz0NjIucGRmfGQ1Yzgz0NzllZjg1NjY3YmZjNTBhNmRhM2NiOTY4N2VhY2IwZDEzZDgxNWMyOWY4YjJhMTRhZDVmODg4NzlmMzk>
 - Roth. (2020, enero 11). *Ficha de datos de seguridad.* <https://www.carlroth.de/medias/SDB-4264-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wxOTIzODV8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oZjgvaGMzLzgz5NTA4ODUzODQyMjIucGRmfGUwYjE2YzU3NGNjZjY4OTViMGU0N2Y1NzE1ZTk1MTAyYTM5ZWVhYzgz5MjYzOGE1ODgzZGU3OWU3YWNhNzlkZTk>





Sección IV: Anexos

Alcalinidad:



Volumen matraz = 100 mL

Volumen toma = 10,00 mL solución patrón + 2 gotas de Heliantina

Volumen gasto (estimado) = 18,00 mL

Tabla N° 11: Concentraciones de las soluciones para la determinación de la alcalinidad.

<i>Sustancia</i>	<i>Concentración promedio</i>	<i>Incertidumbre</i>	<i>Resultado final</i>
Na ₂ CO ₃	0,0903 mol/L	0,0001 mol/L	(0,0903 ± 0,0001) mol/L
H ₂ SO ₄	0,0609 mol/L	0,0005 mol/L	(0,0609 ± 0,0005) mol/L
CaCO ₃ /L	221 mg/L	8 mg/L	(221 ± 8) mg/L

M₁ ___ ±

M₂ ___ ± = M (promedio) ±... H₂SO₄ (ac)

M₃ ___ ± _____

Solución de Na₂CO₃:

Molaridad de Na₂CO₃ (teórico)

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 \times V_{\text{gasto}} \text{ H}_2\text{SO}_4 = M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \times V_{\text{toma}} \text{ Na}_2\text{CO}_3$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = M \text{ H}_2\text{SO}_4 \times V_{\text{gasto}} V_{\text{toma}} \text{ Na}_2\text{CO}_3$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 0,05 \text{ mol/L} \times 18,00 \text{ mL} / 10,00 \text{ mL}$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 0,09 \text{ mol/L}$$





$$n \text{ (mol)} = M \text{ (mol/L)} \times V \text{ (L)}$$

$$n \text{ (mol)} = 0,09 \text{ mol/L} \times 0,100 \text{ L}$$

$$n \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 0,009 \text{ mol.}$$

$$m \text{ (g)} = M \text{ (g/mol)} \times n$$

$$m \text{ (g)Na}_2\text{CO}_3 = 0,009 \text{ mol} \times 106,09 \text{ g/mol}$$

$$m \text{ Na}_2\text{CO} = 0,95481 \text{ g} \rightarrow \text{ en } 100 \text{ mL (masa teórica)}$$

$$m \text{ Na}_2\text{CO} = 0,9585 \text{ g} \rightarrow \text{ masa real (experimental)}$$

Molaridad e incertidumbre de Na₂CO₃ (exacta)

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{\text{masa (exacta)}}{M \text{ (g/mol)} \times V_{\text{(matraz aforado)}}$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \frac{0,9585 \text{ g}}{106,09 \text{ g/mol} \times 0,1 \text{ L}} = 0,090347817 \text{ mol/L}$$

$$\delta M = M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \left(\frac{\delta m_{\text{real}} \text{ (g)}}{m \text{ real (g)}} + \frac{\delta V}{V} \right)$$

$$\delta M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 0,07995019 \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,9585 \text{ g}} + \frac{0,1 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \right) = 0,000099773 \text{ mol/L} = 0,0001 \text{ mol/L}$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = (0,0903 \pm 0,0001) \text{ mol/L}$$

Molaridad e incertidumbre de solución H₂SO₄

V gasto (25,00 ± 0,05) mL	
V _g 1	(14,85 ± 0,05)
V _g 2	(14,80 ± 0,05)
V _g 3	(14,80 ± 0,05)

Tabla N°12: Molaridad e incertidumbre de la solución de H₂SO₄.

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \times V_{\text{toma}}}{V_{\text{gasto}}}$$

Vgasto





$$\delta M_{H_2SO_4} = M \left(\frac{\delta M_{Na_2CO_3}}{M_{Na_2CO_3}} + \frac{\delta V_g_{H_2SO_4}}{V_g_{H_2SO_4}} + \frac{\delta V_t_{Na_2CO_3}}{V_t_{Na_2CO_3}} \right)$$

$$M_{1H_2SO_4} = \frac{0,0903 \text{ mol/L} \times 10,00 \text{ mL}}{14,85 \text{ mL}} = 0,06080808 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{1 H_2SO_4} = \frac{0,06080808 \text{ M} \left(\frac{0,0001 \text{ M}}{0,0903 \text{ M}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,85 \text{ mL}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} \right)}{0,0903 \text{ M} \quad 14,85 \text{ mL} \quad 10,00 \text{ mL}} = 0,000515313 \text{ mol/L}$$

$$M_{2H_2SO_4} = \frac{0,0903 \text{ mol/L} \times 10,00 \text{ mL}}{14,80 \text{ mL}} = 0,061013513 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{2 H_2SO_4} = \frac{0,061013513 \text{ M} \left(\frac{0,0001 \text{ M}}{0,0903 \text{ M}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,80 \text{ mL}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} \right)}{0,0903 \text{ M} \quad 14,80 \text{ mL} \quad 10,00 \text{ mL}} = 0,000517748 \text{ mol/L}$$

$$M_{3H_2SO_4} = \frac{0,0903 \text{ mol/L} \times 10,00 \text{ mL}}{14,80 \text{ mL}} = 0,061013513 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{3 H_2SO_4} = \frac{0,061013513 \text{ M} \left(\frac{0,0001 \text{ M}}{0,0903 \text{ M}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,80 \text{ mL}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} \right)}{0,0903 \text{ M} \quad 14,80 \text{ mL} \quad 10,00 \text{ mL}} = 0,000517748 \text{ mol/L}$$

$$M \text{ promedio }_{H_2SO_4} (0,0609 \pm 0,0005) \text{ mol/L}$$

Alcalinidad de la muestra

V gasto (25,00 ± 0,05) mL	
V _g 1	(1,85 ± 0,05)
V _g 2	(1,80 ± 0,05)
V _g 3	(1,80 ± 0,05)

Tabla N°13: Volúmenes gasto para la determinación de la alcalinidad en las muestras.

$$M_{\text{Muestra (CaCO}_3)} = \frac{M_{H_2SO_4} \times V_g_{H_2SO_4}}{V_t \text{ Muestra}}$$





$$M1 \text{ Muestra (CaCO}_3) = \frac{0,0609 \text{ mol/L} \times 1,85 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} = 0,0022533 \text{ mol/L}$$

$$M \text{ mol/L} \times M \text{ g/mol} \times 1000 = \text{mg}$$

$$0,0022533 \text{ mol/L} \times 100,0869 \text{ g/mol} \times 1000 = 225,5 \text{ mg CaCO}_3/\text{L} \rightarrow \text{alcalinidad}$$

$$M2 \text{ Muestra (CaCO}_3) = \frac{0,0609 \text{ mol/L} \times 1,80 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} = 0,0021914 \text{ mol/L}$$

$$0,0021914 \text{ mol/L} \times 100,0869 \text{ g/mol} \times 1000 = 219,43 \text{ mg CaCO}_3/\text{L} \rightarrow \text{alcalinidad}$$

$$M3 \text{ Muestra (CaCO}_3) = \frac{0,0609 \text{ mol/L} \times 1,80 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} = 0,0021914 \text{ mol/L}$$

$$0,0021914 \text{ mol/L} \times 100,0869 \text{ g/mol} \times 1000 = 219,43 \text{ mg CaCO}_3/\text{L} \rightarrow \text{alcalinidad}$$

Incertidumbres de las muestras

$$\delta M \text{ muestra} = \left(\frac{\delta M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}} + \frac{\delta V_g \text{ H}_2\text{SO}_4}{V_g \text{ H}_2\text{SO}_4} + \frac{\delta V_t \text{ muestra}}{V_t \text{ muestra}} \right) \times \text{Alcalinidad}$$

$$\delta M1 \text{ muestra} = \left(\frac{0,0005 \text{ M}}{0,0609 \text{ M}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{1,85 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} \right) 225,5 \text{ mg CaCO}_3/\text{L} = 8,171490325 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$$

$$\delta M2 \text{ muestra} = \left(\frac{0,0005 \text{ M}}{0,0609 \text{ M}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{1,80 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} \right) 219,23 \text{ mg CaCO}_3/\text{L} = 8,116267712 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$$

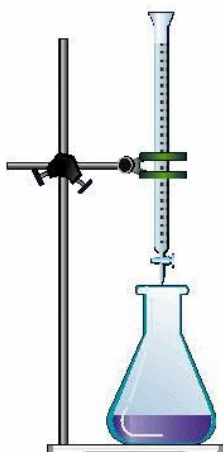
$$\delta M3 \text{ muestra} = \left(\frac{0,0005 \text{ M}}{0,0609 \text{ M}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{1,80 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} \right) 219,23 \text{ mg CaCO}_3/\text{L} = 8,116267712 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$$

--Alcalinidad promedio (221 ± 8) mg CaCO₃/L





Dioxígeno disuelto:



$$V_{g1} = 2,20 \text{ mL} \times 1,6 = 3,52$$

$$V_{g2} = 2,19 \text{ mL} \times 1,6 = 3,504$$

$$V_{g3} = 2,19 \text{ mL} \times 1,6 = 3,504$$

$$\text{Dioxígeno disuelto (promedio)} = 3,51$$

Imagen N°15: Representación de una Titulación ácido-base.

Determinación y cuantificación de Amonio (NH₄⁺) en agua.

Preparación de soluciones de desarrollo de color.

Tabla N°14: Masa experimentales para la preparación de las soluciones de desarrollo de color.

Masas reales (balanza semi-analítica ± 0,01)		
Fenol C ₆ H ₆ O: ❖ Masa de H ₂ O = 88,86 g ❖ Masa de fenol = 8,33 g ❖ Masa de NaOH = 3,20 g	Hipoclorito de sodio NaClO: ❖ Masa NaClO = 25,05g ❖ Masa H ₂ O = 75,04 g	Nitroprusiato de sodio C ₅ N ₆ OFe: ❖ Nitroprusiato de sodio = 0,36 g ❖ Masa de H ₂ O = 100,05 g







Preparación de la Solución Stock de NH_4Cl (cloruro de amonio)

Masa molar NH_4Cl

$$\text{N} = 14,006 \text{ g/mol}$$

$$\text{H} = (1,0079 \text{ g/mol}) \times 4$$

$$\text{Cl} = 35,453 \text{ g/mol}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} = 53,4906 \text{ g/mol}$$

$$\text{NH}_4^+ = 18,037 \text{ g/mol}$$

$$0,95475 \text{ g NH}_4\text{Cl} \rightarrow 250 \text{ mL H}_2\text{O}$$

$$0,9547 \text{ g NH}_4\text{Cl} \rightarrow (\text{masa real})$$

$$m(\text{g}) \text{NH}_4\text{Cl} \text{ — } \bar{M}(\text{g/mol}) \text{NH}_4\text{Cl}$$

$$m(\text{g}) \text{NH}_4^+ \text{ — } \bar{M}(\text{g/mol}) \text{NH}_4^+$$

$$0,9547 \text{ g NH}_4\text{Cl} \text{ — } 53,4906 \text{ g/mol NH}_4\text{Cl}$$

$$X \text{ g NH}_4^+ \text{ — } 18,037 \text{ g/mol NH}_4^+$$

$$X = 0,3219 \text{ g NH}_4^+ \rightarrow 321,9 \text{ mg NH}_4^+$$

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{0,3219 \text{ g}}{0,250 \text{ L}} = 1,2876 \text{ g/L}$$

$$[\text{NH}_4^+] = 1,2876 \text{ g/L} \times 1000 = c(\text{mg/L})$$

$$1,2876 \text{ g/L} \times 1000 = 1287,6 \text{ mg/L}$$

$$[\text{NH}_4^+] = 1.287,6 \text{ mg/L}$$





Preparación de la Solución Estándar

$$1.287,6 \text{ mg/L} \times 1 \text{ mL} = C_{\text{estándar}} \times 100 \text{ mL}$$

$$C_{\text{estándar}} = \frac{1.287,6 \text{ mg/L} \times 1 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 12,876 \text{ mg/L}$$

Solución estándar: $C = 12,876 \text{ mg/L}$

Tomas	50 mL
	100 mL
	200 mL
	400 mL
	500 mL
	600 mL

en 50 mL H₂O



+ 1 mL Nitroprusiato de sodio

+ 1 mL Fenol

+ 1 mL Hipoclorito de sodio

μL → Microlitro

Curva de calibración de NH₄⁺

$$[\text{NH}_4^+]_1 = \frac{12,876 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{50.000 \text{ mL}} = 0,012876 \text{ mg/L}$$

$$[\text{NH}_4^+]_2 = \frac{12,876 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}}{50.000 \text{ mL}} = 0,025752 \text{ mg/L}$$

$$[\text{NH}_4^+]_3 = \frac{12,876 \text{ mg/L} \times 200 \text{ mL}}{50.000} = 0,051504 \text{ mg/L}$$

$$[\text{NH}_4^+]_4 = \frac{12,876 \text{ mg/L} \times 400 \text{ mL}}{50.000 \text{ mL}} = 0,103008 \text{ mg/L}$$

$$[\text{NH}_4^+]_5 = \frac{12,876 \text{ mg/L} \times 500 \text{ mL}}{50.000 \text{ mL}} = 0,12876 \text{ mg/L}$$





$$[\text{NH}_4^+]_6 = \frac{12,876 \text{ mg/L} \times 600 \text{ mL}}{50.000 \text{ mL}} = 0,154512 \text{ mg/L}$$

Matraz	$[\text{NH}_4^+]$ mg/L	Absorbancia
1	0,012876	0,05
2	0,025752	0,07
3	0,051504	0,09
4	0,103008	0,14
5	0,12876	0,17
6	0,154512	0,20

Muestras de agua	Absorbancia
Muestra 1	0,2
Muestra 2	0,03
Muestra 3	0,03

- * Muestra 1 → Antes de Planta Potabilizadora de OSE.
- * Muestra 2 → Después de la Planta Potabilizadora de OSE.
- * Muestra 3 → Polo Tecnológico.





Oxidabilidad al permanganato.
Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | Sab | Dom

Oxidabilidad al Permanganato:

$$N_2MnO_4 = M \cdot L$$

$$N_2MnO_4 = (0,018721 \text{ } \%) (1L)$$

$$N_2MnO_4 = 0,093605 \text{ } \%$$

$$N_{eq}KMnO_4 = N_{KMnO_4} \cdot$$

$$N_{eq}KMnO_4 = 0,093605 \text{ } \% \cdot 0,01068L$$

$$N_{eq}KMnO_4 = 9,997 \times 10^{-4}$$

$$N_{eq}KMnO_4 = N_{eq}H_2C_2O_4 \text{ en exceso}$$

$$NH_2C_2O_4 = M \cdot L$$

$$NH_2C_2O_4 = 0,049163521 \text{ } \% \cdot 2 \text{ eq}$$

$$NH_2C_2O_4 = 0,099927042 \text{ } \%$$

$$N_{eq}H_2C_2O_4 = NH_2C_2O_4 \times V \text{ } \%$$

$$N_{eq}H_2C_2O_4 = (0,099927042 \text{ } \%) \times (0,01L)$$

$$N_{eq}H_2C_2O_4 = 9,9927 \times 10^{-4} \text{ eq}$$

$$N_{eq}H_2C_2O_4 = N_{eq}H_2C_2O_4 \text{ en exceso}$$

$$N_{eq}H_2C_2O_4 = (9,997 \times 10^{-4}) - (9,9927 \times 10^{-4} \text{ eq})$$

$$N_{eq}H_2C_2O_4 = 4,3 \times 10^{-7}$$

Muestra 1:

$$n_{eq}KMnO_4 = (9,997 \times 10^{-4} \text{ } \%) \times (5,40 \times 10^{-3}L)$$

$$n_{eq}KMnO_4 = 5,39838 \times 10^{-6}$$





$$\text{NH}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ eq exceso} = 5.39838 \times 10^{-4} - 9.9927 \times 10^{-4}$$

$$\text{NH}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 9.9387102 \times 10^{-4}$$

$$\text{N}_{\text{eq}} \text{KMnO}_4 \text{ utilizado} = (10.00 \times 10^{-3} \text{ L}) \times (9.997 \times 10^{-4} \text{ eq/L})$$

$$\text{N}_{\text{eq}} \text{KMnO}_4 = 9.997 \times 10^{-6}$$

$$(\text{N}_{\text{eq}} \text{KMnO}_4 \text{ utilizado}) - (\text{NH}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ en exceso}) = \text{KMnO}_4 \text{ que reaccionó}$$

$$(9.997 \times 10^{-6}) - (9.9387102 \times 10^{-4})$$

$$\text{KMnO}_4 \text{ que reaccionó} = 9.8387402 \times 10^{-4} \text{ eq}$$

$$\text{N}_{\text{eq}} = \frac{M}{C} = \frac{158.034 \text{ mg}}{5}$$

$$\text{N}_{\text{eq}} = 31.6068 \text{ eq}$$

$$\text{② } \text{neq} = \frac{m}{M_{\text{eq}}}$$

$$m = \text{neq} \times M_{\text{eq}}$$

$$m = (9.8387402 \times 10^{-4} \text{ eq}) \times 31.6068$$

$$m = 0.031097 \text{ g}$$

$$\text{③ Pasar a mg: } 0.031097 \times 1000$$

$$31.097 \text{ mg}$$

↓

se multiplica $\times 10$ por la regla de 3

$$310.97$$

$$\text{④ Dividir entre 3.9 para hallar el valor del parámetro}$$

$$310.97 \text{ mg} \div 3.9 =$$

$$79.736$$





Muestra 2:

$$\text{neq KMnO}_4 = (9,997 \times 10^{-4} \text{ eq/L}) \times 3,60 \times 10^{-3} \text{ L}$$
$$\text{neq KMnO}_4 = 3,59892 \times 10^{-6}$$

$$\text{NH}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ en exceso} : 3,59892 \times 10^{-6} \text{ eq} - 9,9927 \times 10^{-4}$$
$$\text{NH}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 9,9567108 \times 10^{-4}$$

Neq KMnO₄ utilizado = $9,997 \times 10^{-6}$ → El cálculo eq es el mismo que en la parte anterior.

$$(\text{Neq KMnO}_4 \text{ utilizado}) - (\text{Neq NH}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ en exceso}) = \text{KMnO}_4 \text{ que reacciona}$$

$$\text{KMnO}_4 \text{ que reacciona} = (9,997 \times 10^{-4}) - (9,98910108 \times 10^{-4})$$
$$\text{KMnO}_4 = 9,97910408 \times 10^{-4}$$

$$\textcircled{1} \bar{M}_{\text{eq}} = \frac{\bar{M}}{z}$$
$$\bar{M}_{\text{eq}} = \frac{158,034 \text{ mg}}{5}$$
$$M_{\text{eq}} = 31,6068$$

$$\textcircled{2} N_{\text{eq}} = \frac{m}{M_{\text{eq}}}$$
$$m = n_{\text{eq}} \times M_{\text{eq}}$$
$$m = 31,6068 \times 9,97910408 \times 10^{-4}$$
$$m = 0,03154074 \text{ g}$$

③ Pasar a mg:

$$0,03154074 \text{ g} \times 1000 =$$
$$31,540754 \text{ mg/L}$$



100 mL muestra.

④ Dividido entre 3,9:

$$(31,540754 \text{ mg/L}) \cdot (3,9) =$$
$$808737$$

IP → masa en mg de KMnO₄ que oxida 1 L de muestra.

$$31,54 \dots \times 10 = 315,40754$$





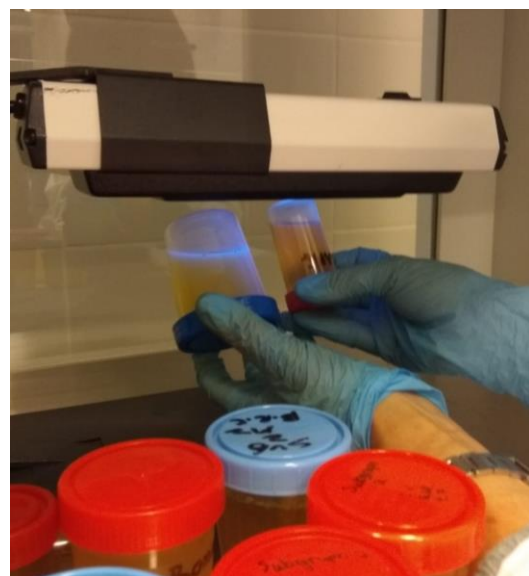
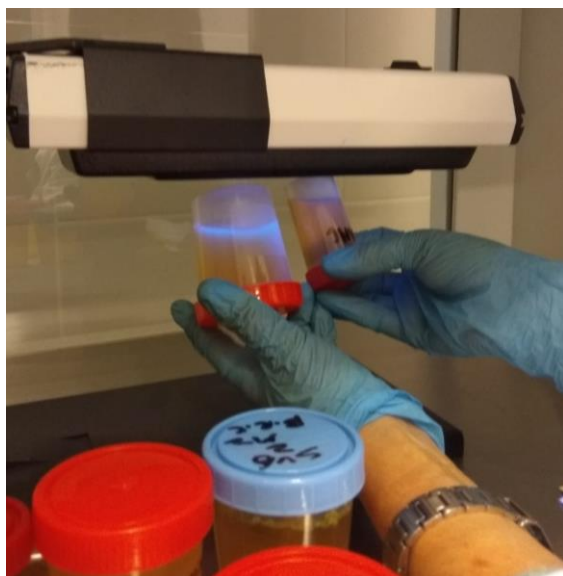
Coliformes Fecales:

Se tomaron muestras de agua detrás del Parque Científico y Tecnológico de Pando y luego se determinó la presencia de Coliformes Fecales y bacterias del subgrupo *Escherichia coli* mediante el test *Colitag* (ver imagen 16). La presencia de ambas dio positivo (imágenes 17 y 18)

Imagen N°16: test colitag



Imagen 17/ imagen 18: muestras de agua tomada detrás del Parque Científico y Tecnológico de Pando con test Colitag bajo la luz ultravioleta





El color amarillo que presenta la muestra indica la presencia de coliformes fecales, mientras que la fluorescencia apreciable bajo la luz ultra violeta, confirma la presencia de bacterias *E. Coli*.

Técnicos: Estudiantes de 2°BG Química Básica e Industrial. Escuela técnica de Pando.



Imagen N°19: Romina Marichal, midiendo la profundidad para la determinación de la Turbidez.

Imagen N°20: Esteban Jaramillo, extrayendo una de las muestras de agua para la determinación del dióxígeno disuelto.



Imagen N°21: Camila Gómez, extrayendo una de las muestras para análisis y determinación de los parámetros generales.





Fichas de datos de seguridad

Reactivos indicadores:

Fenolftaleína:

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Frases H y P:



- H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos
- H350 Puede provocar cáncer
- H361f Se sospecha que perjudica a la fertilidad
- P201 Solicitar instrucciones especiales antes del uso.
- P261 Evitar respirar el polvo.
- P280 Llevar guantes/prendas de protección.

Heliantina:

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Indicaciones de peligro:



- H301 Tóxico en caso de ingestión.

Consejos de prudencia:

- P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.
- P301+P310 EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

Ácidos:

Ácido clorhídrico HCl 6 mol/L



Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Palabra de advertencia: Atención

Pictogramas GHS05

Indicaciones de peligro:

- H290 Puede ser corrosivo para los metales

Consejos de prudencia - prevención :

- P234 Conservar únicamente en el embalaje original.

Consejos de prudencia - respuesta :

- P390 Absorber el vertido para que no dañe otros materiales.





Ácido acético CH₃COOH 2 mol/L

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)



Palabra de advertencia: Peligro

Pictogramas GHS02, GHS05

Indicaciones de peligro:

- H226 Líquidos y vapores inflamables
- H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves



Consejos de prudencia - prevención

- P210 Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.

- P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

Consejos de prudencia - respuesta

- P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.
- P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse].
- P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
- P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) concentrado.

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Frasas H y P:



- -H290 Puede ser corrosivo para los metales.
- H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
- P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.





Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) 0,05 mol/L

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)



Pictogramas de peligro

Palabra de advertencia: Atención

Indicaciones de peligro:

H290 Puede ser corrosivo para los metales.

Ácido oxálico C₂H₂O₄

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)



Palabra de advertencia: Peligro

Pictogramas GHS05, GHS07

Indicaciones de peligro:

H302+H312 Nocivo en caso de ingestión o en contacto con la piel

H318 Provoca lesiones oculares graves

Consejos de prudencia - prevención

P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.

P280 Llevar guantes/gafas de protección.



Consejos de prudencia - respuesta

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS:

Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad.

Proseguir con el lavado.

P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

Cloruro de amonio NH₄Cl



Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Palabra de advertencia: Atención

Pictogramas; GHS07

Indicaciones de peligro

- H302 Nocivo en caso de ingestión
- H319 Provoca irritación ocular grave

Consejos de prudencia - prevención

- P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.

Consejos de prudencia - respuesta

- P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.





Cloruro de bario



Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Palabra de advertencia: Peligro

Pictogramas: GHS07

Indicaciones de peligro:

H301 Tóxico en caso de ingestión

H332 Nocivo en caso de inhalación

Consejos de prudencia - prevención:

P260 No respirar el polvo.

P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.

Consejos de prudencia - respuesta

P301+P310 EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.

Carbonato de sodio Na₂CO₃:

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Frases H y P:



- H319 Provoca irritación ocular grave.
- H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

● P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

- P337+P313 Si persiste la irritación ocular: Consultar a un médico.

Fenol C₆H₆O:

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP).





Indicaciones de peligro:

- H301+H311+H331 Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.
- H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
- H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos.
- H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.
- H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia:

- P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.
- P280 Llevar guantes/gafas de protección.

Hipoclorito de sodio NaClO:

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)



Indicaciones de peligro:

- H290 Puede ser corrosivo para los metales.
- H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
- H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de prudencia:

- P273 Evitar su liberación al medio ambiente.
- P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.
- P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.
- P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse].
- P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
- P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

Nitrato de plata AgNO₃

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Palabra de advertencia: Peligro

Pictogramas: GHS03, GHS05, GHS09





Indicaciones de peligro

- H272 Puede agravar un incendio; comburente
- H290 Puede ser corrosivo para los metales H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves
- H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

Consejos de prudencia - prevención

- P273 Evitar su liberación al medio ambiente.
- P280 Llevar guantes/gafas de protección.

Consejos de prudencia - respuesta

- P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse].
- P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
- P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

Nitroprusiato de sodio $C_5FeN_6Na_2O \cdot 2 H_2O$.



Indicaciones de peligro:

- H301 Tóxico en caso de ingestión.

Consejos de prudencia:

- P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.
- P301+P310 EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico.
- P405 Guardar bajo llave.

Permanganato de potasio $KMnO_4$

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Palabra de advertencia: Peligro

Pictogramas GHS03, GHS07, GHS08, GHS09





Indicaciones de peligro

- H272 Puede agravar un incendio; comburente
- H302 Nocivo en caso de ingestión
- H361d Se sospecha que daña al feto
- H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

Consejos de prudencia - prevención

- P220 Mantener alejado de la ropa y otros materiales combustibles.
- P273 Evitar su liberación al medio ambiente.
- P280 Llevar guantes/gafas de protección.

Oxalato de potasio $C_2K_2O_4 \cdot H_2O$

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Palabra de advertencia: Atención

Pictogramas



Indicaciones de peligro

- H302+H312 Nocivo en caso de ingestión o en contacto con la piel.

Consejos de prudencia - prevención

- P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.
- P280 Llevar guantes/gafas de protección.

Consejos de prudencia - respuesta

- P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con abundante agua.

