



Consejo de Educación
Técnico Profesional
Universidad del Trabajo del Uruguay

Determinación de la concentración de cloruros en agua del arroyo Pando y distintos parámetros de la misma

Nombre de los alumnos: Daniela García, Kiara Padilla

Asignaturas: S.O.L II , Taller II, Química General II, Química Orgánica.

Grupo: 2° BG

Nombre de los docentes: Facundo Marconi, Gabriela Moreno y José Toniolo.

Período de realización: 04/11/21 - 16/11/21

Resumen:

En el informe a continuación presenta la determinación de la condición del arroyo Pando por medio de distintos análisis de parámetros generales, los cuales fueron: el pH, la conductividad, la turbidez, presencia y cuantificación de la materia orgánica, el dióxido de carbono disuelto, presencia de iones (cloruro, sulfato, calcio, amonio y hierro), alcalinidad, demanda química de oxígeno, sólidos totales (fijos y volátiles) y la concentración de iones cloruro (Cl^-) para llevar a cabo esta determinación de la condición de este arroyo. Se planteó la siguiente pregunta investigable, ¿qué concentración de iones cloruro tiene el agua del arroyo Pando en noviembre de 2021? Se logró determinar además de los distintos parámetros anteriormente mencionados, la concentración de iones cloruros que contenía la muestra tomada del arroyo Pando el día 06/11/2021 a las 13:57 h, para ello fue empleado el método de Mohr. Este método se basa en una valoración con nitrato de plata (AgNO_3) utilizando como indicador cromato de potasio (K_2CrO_4). Las cationes plata reaccionan con los aniones cloruros para formar un precipitado de cloruro de plata (AgCl) de color blanco. En las inmediaciones del punto de equivalencia al agotarse el ion Cl^- , comienza la precipitación del cromato y la formación de este precipitado puede identificarse por el cambio de color de la solución de color amarillo-anaranjado, siendo este el punto final de la valoración. Una vez finalizada la práctica se pudo concluir que la concentración de cloruros en el arroyo de Pando fue de 52,81 mg/L Cl^- .

Introducción:

Se realizó el presente proyecto con el motivo de analizar las condiciones en las que se encuentra el agua del arroyo de Pando y algunos parámetros de la calidad de agua de este. Se decidió realizar distintos análisis de parámetros del mismo, siendo estos la temperatura, pH, conductividad, turbidez, iones (cloruros, sulfatos, amonio, hierro y calcio), materia orgánica, alcalinidad, sólidos totales (suspendidos y disueltos), demanda química de oxígeno, coliformes fecales y concentración de cloruros. Se procedió con dichos análisis para poder comprobar la condición del agua del mismo. A raíz de ello, se planteó la siguiente pregunta: ¿qué concentración de iones cloruro tiene el agua del arroyo Pando en noviembre de 2021?

Se espera que los resultados a obtener se encuentren en exceso comparados al decreto N°253/979 debido a las diferentes actividades humanas que se realizan en el arroyo.

Marco teórico:

> Arroyo Pando

El arroyo Pando es un curso fluvial uruguayo que atraviesa el departamento de Canelones. Nace en la Cuchilla Grande, pasa junto a la ciudad epónima de Pando y desemboca en el Río de la Plata, tras recorrer alrededor de 28 km, sirve de límite entre Ciudad de la Costa y Neptunia. Los principales usos del arroyo son riego agrícola, vertido de plantas de tratamiento de efluentes industriales y domésticos y pesca.

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,

et al. (2011). Como conclusiones del trabajo realizado por Goyenola (2011) en los recursos hídricos del Departamento de Canelones se indica:

(...) Los sistemas acuáticos canarios se encuentran sometidos a diversos tipos de perturbaciones tales como: procesos de contaminación asociados a materia orgánica, contaminación patógena-fecal, contaminación por nutrientes (eutrofización), vertimiento de basura sólida y cambios en el régimen de flujo. Éstos y otros disturbios, conducen a la alteración de la estructura, propiedades, procesos, funciones y servicios ecosistémicos, pudiendo repercutir directa o indirectamente en la salud y calidad de vida de la población local. (...)

Se identificaron 4 cuencas fuertemente impactadas (Canelón Chico, Carrasco, Colorado y Pando), mientras las cuencas del sector este del Departamento presentaron mejores condiciones ambientales en términos generales.

La contaminación fecal en Canelones se vinculó a las carencias del sistema de saneamiento y a la actividad industrial. Los sistemas de producción intensiva, parecen ser otra fuente de contaminación fecal a considerar (Goyenola, 2011, como se citó en Plan Proyecto consultores, s.f.).

➤ Muestras agua para el análisis de cationes

Pasando a hablar sobre las distintas aguas analizadas, tenemos las aguas naturales, estas son aquellas cuyas propiedades originales no han sido modificadas por la actividad humana y se clasifican en: superficiales, como aguas de lagos, lagunas, pantanos, arroyos con aguas permanentes y/o intermitentes, ríos y sus afluentes, nevados y glaciares; subterráneas, en estado líquido o gaseoso que afloran de forma natural o por efecto de métodos artificiales; meteóricas o atmosféricas, que provienen de lluvias de precipitación natural o artificial (Aguamarket y Cía. Ltda, 2021).

Estas aguas naturales contienen una amplia variedad de sustancias y especies químicas, a causa fundamentalmente de la gran capacidad disolvente y reactiva del agua y de su potencial erosivo. Es importante mencionar que están compuestas por gases, iones, especies ácidas, especies inorgánicas y materia orgánica (Snoeyink, y Jenkins, 2004; Rigola, 1989; Orozco, Pérez, González, Rodríguez y Alfayate, 2003; Tyler, 2002, Doménech, 2000; Nebel, y Wright, 1999; Romero, 1999; Cavanaugh, 1956; Leal, Chávez y Larralde, 1996).

Algunos de estos iones fueron analizados en la práctica en un análisis comparativo de las distintas aguas ya mencionadas, siendo estos iones: SO_4^{2-} , NH_4^+ , Fe^{3+} , y Ca^{2+} .

Pasando a hablar sobre el siguiente tipo de agua analizado, tenemos al agua potable, esta agua es aquella que es apta para el consumo humano y que no supone ningún riesgo para su salud, es decir, está libre de microorganismos y sustancias tóxicas. Normalmente el agua que bebemos y que está en nuestras casas no procede directamente de la naturaleza, sino que ha sido tratada previamente (García-Astillero, 2019).

Por otro lado tenemos al agua destilada también analizada, esta es la obtenida mediante el proceso de destilación (evaporación, y posterior recolección del agua condensada). Este proceso sirve para desproveer al agua de sales minerales, electrolitos, microorganismos y posibles sustancias dañinas disueltas en ella.

Por último, cabe mencionar que no se recomienda especialmente beber agua destilada. ¿La razón? Principalmente porque el proceso al que se somete este agua elimina electrolitos y

sales minerales por lo que desprovee al agua destilada de elementos que el cuerpo humano necesita para mantenerse hidratado (Fundación Aquae, s.f.).

El agua subterránea es parte del ciclo hidrológico y constituye el 97 % del agua dulce disponible en la naturaleza. Se trata de agua que se infiltra al terreno por las llamadas áreas de recarga, y transita durante años atravesando el subsuelo; es durante ese tránsito, que el agua se purifica por la acción del terreno y luego, escurre fuera del subsuelo reincorporándose al ciclo hidrológico. Es el subsuelo el responsable de la remoción de las impurezas del agua por la acción de los minerales disueltos y sus procesos químicos, físicos y biológicos naturales (Obras Sanitarias del Estado, 2021).

➤ Análisis in situ

El análisis in situ permite mediante equipos portátiles obtener resultados analíticos en el mismo lugar donde se toma la muestra. En el análisis del agua podemos medir in situ parámetros como la temperatura, el pH, la conductividad y el dióxígeno disuelto, como se realizó en esta ocasión, entre otros parámetros.

Una etapa clave de este análisis es la manipulación de la muestra, por lo que se deben conocer las propiedades de las muestras y analitos de interés, los equipos de muestreo, almacenaje y tratamiento de la muestra deben ser correctamente seleccionados para evitar cambios no deseados. Los equipos a utilizar deben estar correctamente calibrados, se debe abrir el mínimo tiempo el contenedor donde se encuentre la muestra, al momento de transportar las muestras, estas deben estar bien tapadas, si es necesario se deben manipular las muestras bajo campana extractora de gases, se deben tomar todas las medidas de seguridad necesarias y todo lo que se va realizando en la práctica debe ser registrado.

Otra etapa clave de este análisis es el transporte y almacenamiento de la muestra a analizar, en la que se pueden producir cambios significativos de la composición de los analitos, tanto de su concentración como de su estado, lo que conlleva una pérdida de la representatividad. Por lo general, las muestras deben de analizarse lo antes posible, evitando en todo momento cualquier transformación o contaminación. Las muestras se almacenan con dos objetivos: cuando el análisis no puede ser inmediato, o para hacer una comprobación de los resultados analíticos en el futuro.

Algunas medidas para la conservación de la muestra durante el transporte y almacenamiento son las siguientes:- Evitar la exposición al aire y la luz.

- Reducir los riesgos de alteraciones por contacto con la atmósfera.
- En una muestra sólida, mantenerla seca eliminando el agua en la estufa.
- Filtrar los líquidos para eliminar sólidos en suspensión.
- Evitar la exposición a humedades extremas.
- Refrigerar las muestras si lo requieren.

En cuanto a la conservación, los contenedores donde se guarda la muestra deben ser inertes, no absorber el analito ni cederlo de sus paredes, con una superficie lisa y cierre hermético. Normalmente son de plástico, vidrio o metal.

Para el caso de muestras sólidas estas se pueden recoger en bolsas de plástico o contenedores de vidrio, las muestras sólidas están sujetas a cambios en su composición química debido a la pérdida de sustancias volátiles, biodegradación y reactividad química (reacciones redox).

Para las muestras líquidas, para tomar una muestra representativa de agua como se hizo, se debe enjuagar varias veces el contenedor en el momento de la toma de muestra y llenarlos completamente sin dejar cámara de aire. Una vez tomada una muestra líquida, su composición puede cambiar como resultado de procesos físicos, químicos o biológicos.

La conservación se consigue controlando el pH, la temperatura, evitando la exposición a la luz o añadiendo un conservante (Gatto, 2020).

➤ Métodos de análisis cuantitativos

Para comenzar a hablar sobre los métodos de análisis cuantitativos empleados, primero mencionar de qué se trata este análisis. El análisis cuantitativo nos permite determinar la cantidad de una sustancia en particular que se encuentra presente en una muestra.

Un ejemplo de un método cuantitativo que se empleó en la práctica es la valoración. Se basa en un procedimiento que permite saber mediante cálculos la concentración desconocida de un reactivo a partir de otro de concentración conocida. Dentro de este método de análisis, se empleó el método de valoración por precipitación.

Esta se basa en reacciones que producen compuestos iónicos de limitada solubilidad.

Es una de las técnicas analíticas más antiguas que se remontan a mediados del siglo XIX. Sin embargo, debido a que la velocidad de formación de muchos precipitados es lenta el número de agentes precipitantes que se pueden emplear es limitado. Con diferencia, el reactivo limitante más utilizado e importante es el nitrato de plata el cual se emplea para la limitación de haluros (SCN^- , CN^- , CNO^-), aniones del tipo de los haluros, mercaptanos, ácidos grasos y diversos aniones inorgánicos, bivalentes y trivalentes (Paez, 2016).

Otro tipo de valoración realizada fue la valoración redox, una valoración redox se basa en una reacción de óxido-reducción entre el analito y el valorante. Es decir, son aquellas valoraciones en las que en la reacción que tiene lugar entre el analito y el valorante hay transferencia de electrones: una de las sustancias gana electrones y simultáneamente la otra los pierde. La sustancia que gana electrones se reduce, disminuye su estado de oxidación y por lo tanto es el agente oxidante. La sustancia que pierde electrones aumenta su estado de oxidación, es quien se oxida y actúa como agente reductor.

También tenemos la retrovaloración, la cual se basa en el procedimiento mediante el cual se agrega una cantidad conocida pero en exceso, de valorante a la muestra que contiene el analito. La diferencia de volúmenes gastos en la primera valoración y la segunda, da el volumen correspondiente a la reacción del analito solo.

Una valoración (o volumetría) ácido-base también empleada consiste en una reacción de neutralización que permite determinar la concentración de una solución de un ácido mediante una solución de base de concentración conocida, o viceversa. Sobre la solución de ácido (o base) de concentración desconocida que se pretende valorar, se van añadiendo sucesivos volúmenes de la solución de base (o ácido) de concentración conocida. Cuando la concentración de H_3O^+ aportada por el ácido es igual a la concentración de OH^- aportada por la base se alcanza el punto de equivalencia, en el cual la neutralización se ha completado. Al valorar un ácido fuerte, el punto de equivalencia tiene lugar a un pH de 7. Se produce una variación brusca de pH en las proximidades del punto de equivalencia, lo cual permite determinar cuando se ha alcanzado el punto final de la valoración. La diferencia que existe entre el punto de equivalencia y el punto final es el error de la valoración. La

detección del punto final puede realizarse mediante medidas de pH o con el uso de reactivos indicadores de pH que cambien de color según el medio, en esta práctica se utilizó la fenolftaleína, el cual es un compuesto químico con la fórmula $C_{20}H_{14}O_4$ que se vuelve incolora en soluciones ácidas y fucsia en soluciones básicas. En química, el pH es una escala numérica utilizada para especificar la acidez o alcalinidad de una solución acuosa. Es el logaritmo negativo en base 10 de la actividad del ion hidrógeno. Las soluciones con un pH menor a 7 son ácidas, por el contrario las soluciones con un pH mayor a 7 son alcalinas o básicas. El agua pura tiene un pH de 7, lo que se refiere a que es un medio neutral, es decir, ni ácido ni alcalino. Contrariamente a la creencia popular, el valor del pH puede ser menor que 0 o mayor que 14 para los ácidos y las bases muy fuertes. Sin embargo, estos extremos son difíciles de medir con precisión.

Pasando a hablar sobre las soluciones patrón, estas desempeñan una función principal en todos los métodos de análisis por valoración. Por ello, es necesario considerar cuáles son las propiedades deseables para estas soluciones; cómo se preparan y cómo se expresan sus concentraciones.

Una solución patrón es un reactivo de concentración conocida con exactitud que se usa en las valoraciones. La solución patrón ideal para una valoración: debe ser suficiente estable de modo que sea necesario determinar su concentración solo una vez, debe reaccionar rápidamente con el analito de manera más o menos completa de modo que se obtengan puntos finales satisfactorios, debe experimentar una reacción selectiva con el analito que se puede describir mediante una ecuación ajustada.

Por otro lado están los patrones primarios, estos son compuestos de elevada pureza que sirven como material de referencia en valoraciones gravimétricas y volumétricas. La exactitud del método depende sobre todo de las propiedades de este compuesto.

Requisitos del patrón primario: Alto grado de pureza, estabilidad atmosférica, ausencia de agua de hidratación para que la composición del sólido no cambie con las variaciones de humedad, solubilidad racional en el medio de valoración y masa molar razonablemente grande de modo que se minimice el error relativo al medir la masa del patrón (Paez, 2016).

➤ Análisis cualitativo

Pasando a hablar sobre otro tipo de análisis, tenemos el análisis cualitativo, el cual nos permite identificar sustancias. A través de él podemos determinar qué compuestos están presentes en una muestra. Este método fue utilizado para la investigación de iones y materia orgánica en muestras de distintas aguas.

➤ Operaciones básicas de laboratorio

Como operaciones básicas de laboratorio, fueron empleadas: la centrifugación, la cual es una operación básica de laboratorio que se utiliza para aislar las partículas suspendidas en un líquido aprovechando su diferente velocidad de desplazamiento según su forma, tamaño o masa, al ser sometidas a una fuerza centrífuga.

Las partículas en suspensión en un líquido sedimentan poco a poco por efecto de la fuerza de la gravedad. La velocidad de sedimentación aumenta, haciendo girar la suspensión a gran velocidad, generando de este modo una fuerza centrífuga que multiplica el efecto de la fuerza de la gravedad.

La centrifugación con finalidad analítica permite conocer masas molares y velocidades de sedimentación. Por otro lado, la centrifugación preparativa se emplea para aislar y purificar compuestos. Cuando se hace girar a un cuerpo alrededor de un eje, la fuerza centrífuga lo aleja perpendicularmente del mismo. Esta fuerza es directamente proporcional a la masa del cuerpo, la velocidad angular y al radio de giro (Pérez Almiñana, 2014; Química Orgánica, 2000).

También se empleó la filtración, esta es una técnica que permite separar los sólidos suspendidos presentes en un líquido en función del tamaño de su partícula, haciéndolo pasar a través de un medio poroso (medio filtrante) que permite separar dichos sólidos.

La separación se realiza dado que los poros del medio filtrante son más pequeños que las partículas a separar, de forma de que los sólidos, que se quieren separar, quedan retenidos en el medio filtrante y pasando el líquido (filtrado).

Los medios porosos más utilizados en los distintos laboratorios son: granulares como arena o carbón triturado, láminas filtrantes de papel o filtros trenzados de tejidos y redes de alambre, filtros rígidos como los formados al quemar ladrillos o arcilla (barro) a baja temperatura y filtros compuestos de membranas semipermeables o penetrables como las de origen animal. Existen varios tipos de filtración, entre ellos: filtración por placa filtrante, filtración sobre celita, filtración por membrana, filtración de agua por filtros combinados, filtración por vacío y filtración por gravedad. En esta práctica fue realizado el último tipo de filtración mencionada. Es el tipo de filtración más común junto con la de vacío y es utilizada cuando nos interesa el líquido.

Este tipo de filtración se usa cuando se quiere quitar impurezas insolubles en un proceso de recristalización, para separar el agente desecante durante el secado de un líquido orgánico. Se requiere de un embudo cónico de vidrio y usualmente un disco de papel filtro (Guedes, 2020)

➤ Parámetros analizados

La conductividad es una propiedad física que se basa en la capacidad de conducir la corriente eléctrica a través de un material o sistema. Cuando una sustancia es capaz de conducir la corriente eléctrica, quiere decir que es capaz de transportar electrones. Básicamente existen dos tipos de conductores eléctricos, los cuales son los conductores metálicos, llamados electrónicos y los electrolitos, que son conductores iónicos.

Por otro lado, las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición (Ramos Ortega, 2008).

La mayoría de las enfermedades infecciosas transmitidas a través del agua, están causadas por microorganismos eliminados al medio con las excretas de personas o animales como ya fue dicho. Estos microorganismos llegan al tracto intestinal a través del agua, los alimentos o las manos sucias, donde se multiplican y vuelven a ser eliminados.

Los coliformes fecales se utilizan como indicador de contaminación de microorganismos patógenos. Estos microorganismos están presentes en el intestino de los animales de sangre caliente. Aunque no todos son perjudiciales para la salud, su presencia en el agua es un indicador de que podría haber microorganismos patógenos (Comuna Canaria, 2011).

Otro parámetro analizado fue la turbidez, la cual “es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez” (s.n, 2019).

La materia orgánica es materia constituida de compuestos orgánicos que provienen de los organismos que alguna vez estuvieron vivos, así como animales, plantas y productos de residuo en el ambiente natural, a su vez, la materia orgánica está formada por materia inerte y energía. “Un aumento de materia orgánica en suspensión puede indicar un incremento de aportes orgánicos provenientes de la erosión y/o efluentes” (Udelar, 2018).

La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para neutralizar los ácidos. Esto se conoce como la capacidad amortiguadora del agua o la capacidad del agua para resistir un cambio en el pH cuando se añade ácido. La alcalinidad total es una medida de partes por millón de todos los álcalis (todos los iones de carbonato, hidrógenocarbonato e hidróxido) presentes en una muestra. Por lo tanto, la alcalinidad total es una medida de la capacidad del agua para resistir cambios en el pH (Hach, 2021).

La alcalinidad en aguas naturales se debe principalmente a las sales de ácidos débiles y a la presencia de bases. En ciertas condiciones las aguas naturales pueden contener cantidades significativas de alcalinidad debida al carbonato y al hidróxido. Regularmente están presentes en forma de hidróxidos, carbonatos e hidrógenocarbonatos, ya sea de calcio, potasio, sodio o magnesio. Los límites razonables de alcalinidad se encuentran entre 30 mg/L y 250 mg/L (Aguamarket, s.f.). “Un aumento de la alcalinidad puede indicar gran actividad fotosintética de algas y cianobacterias o contaminación ácida por descargas industriales” (Udelar, 2018).

La temperatura tiene una influencia directa en la actividad y respiración de los organismos y en la descomposición de la materia orgánica por microorganismos. Un incremento en la temperatura incrementa considerablemente la velocidad de las reacciones químicas que se producen en las actividades de los organismos afectando todo el metabolismo del sistema. Un aumento de temperatura puede indicar contaminación por efluentes vertidos de mayor temperatura que la del agua que fluye naturalmente (Udelar, 2018).

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, mediante un oxidante fuerte. La cantidad de oxidante consumida se expresa en términos de su equivalencia en oxígeno. DQO se expresa en mg/L O₂ (Hanna, s.f.).

El potencial de hidrógeno (pH) es una medida de la acidez. Indica la concentración de iones hidronio (H₃O⁺) presentes en determinadas soluciones como anteriormente se mencionó. Su medición se realiza mediante potenciometría, con un electrodo conocido como pH-metro, o también pueden usarse sondas multiparamétricas. En aguas naturales el pH varía entre 6 y 9. Valores de pH muy alejados del 7 (neutro) deben llamar la atención ya que pueden estar indicando el ingreso de sustancias ácidas, anoxia y sobresaturación de oxígeno. Los efectos letales aparecen a valores menores a 4,5 y mayores a 9,5, aunque existen organismos adaptados a valores más extremos. El pH del agua permite detectar zonas de contaminación

industrial y el ingreso de fertilizantes (Pérez-Castillo y Rodríguez, 2008 como se citó en Udelar, 2018).

El amoníaco (NH_3) y amonio (NH_4^+) son productos de la amonificación, que ocurre mediante la acción de bacterias y hongos sobre los nitratos. Altas concentraciones de amoníaco y amonio indican condiciones de escaso oxígeno, ya que en anaerobiosis (baja cantidad de oxígeno disuelto) no se da la transformación de amonio y amoníaco en nitrato. En otro sentido, valores altos de NH_3 reflejan procesos de contaminación excesiva de nutrientes y resultan tóxicos para la biota (Udelar, 2018).

Los compuestos del fósforo son nutrientes de las plantas y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales. Dependiendo de la concentración de fosfato existente en el agua, puede producirse la eutrofización. Las aguas naturales contienen normalmente cantidades de fosfatos por debajo de 1 mg/L. Cantidades superiores de estos nutrientes favorecen el crecimiento de algas que consumen el oxígeno del medio acuático y provocan la desaparición de especies vegetales y animales (Lange, 2010).

El ión cloruro (Cl^-), es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. El contenido de cloruros de las aguas naturales son variables y depende principalmente de la naturaleza de los terrenos atravesados, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que la que se encuentra en las aguas residuales, ya que el cloruro de sodio o sal de mesa (NaCl) es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo. El aumento de cloruros en una muestra de agua puede tener orígenes diversos. Si se trata de una zona costera puede deberse a infiltraciones de agua del mar, en el caso de una zona árida este aumento se debe al lavado de los suelos producido por fuertes lluvias y en otros casos puede deberse a la contaminación del agua por aguas residuales, etc. Un contenido elevado de cloruros puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal, no así en las aguas de consumo humano donde no representan más inconvenientes que el gusto desagradable del agua, además de no plantear problemas de potabilidad (Borrero López, 2012)

“Los contenidos en cloruros de las aguas naturales no suelen sobrepasar los 50-60 mg/L. El contenido en cloruros no suele plantear problemas de potabilidad a las aguas de consumo. Un contenido elevado de cloruros puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal” (Ambientum, 2021).

En este experimento se utilizó el método de Mohr. Este método se utiliza para determinar iones cloruro mediante una valoración de precipitación, donde el ion cloruro precipita como AgCl (cloruro de plata), utilizando como patrón una solución de AgNO_3 (nitrato de plata) de concentración conocida y como indicador el K_2CrO_4 (cromato de potasio) que comunica a la solución en el punto inicial una coloración amarilla y forma, en el punto final, un precipitado rojo ladrillo de Ag_2CrO_4 (cromato de plata) observable a simple vista. La solución problema (contenida en el Erlenmeyer) debe tener un pH neutro o cercano a la neutralidad, ya que si el $\text{pH} \ll 7$ se disolvería el Ag_2CrO_4 y dificultaría la detección del punto final de la valoración y un $\text{pH} \gg 7$ provocaría la precipitación del catión Ag^+ como AgOH (hidróxido de plata) de color pardo y se consideraría un error.

Sobre los sólidos totales suspendidos (STS) sabemos que se trata de sólidos en suspensión en el agua de tamaño superior a los sólidos disueltos, es decir, mayores a $0,45 \mu\text{m}$, que están

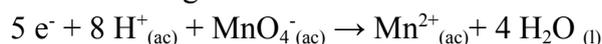
compuestos por materia orgánica e inorgánica. Los incrementos en estas dos variables se relacionan con un aumento en la turbidez del agua e indican un incremento de aportes minerales u orgánicos provenientes tanto de la erosión como de efluentes.

Los sólidos disueltos totales (SDT) mencionados anteriormente comprenden las sales inorgánicas, también llamadas macroconstituyentes (principalmente de calcio, magnesio, potasio, sodio, hidrógenocarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. La relevancia de los macroconstituyentes de un sistema acuático radica en su influencia sobre la presión osmótica interna de los organismos y en los equilibrios iónicos del medio externo. Las concentraciones de los macroconstituyentes se correlacionan con la conductividad del agua. Por tanto, un aumento de los sólidos disueltos totales indica un aumento de la conductividad del agua (Ramírez, 1997 como se citó en Udelar, 2018).

La concentración de calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) y compuesto ferroso (Fe^{2+}), una forma del hierro, componen la dureza del agua. Los iones de dureza se desarrollan a partir de minerales disueltos, hidrógenocarbonato, carbonato, sulfato y cloruro. La eliminación de la dureza es el proceso llamado ablandamiento del agua.

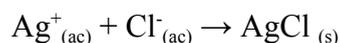
➤ Reacciones

Para el reconocimiento de materia orgánica en la muestra ocurrió la siguiente reacción:



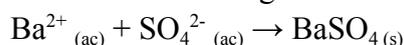
la cual es una reacción redox donde el manganeso se reduce pasando de número de oxidación +7 a +2, siendo así que la reacción de oxidación se da en la materia orgánica. El permanganato (MnO_4^-) es de color violeta, sin embargo, el catión manganeso (II) es incoloro. En caso de que exista materia orgánica en las muestras, el permanganato pasará de color violeta a incoloro.

En el siguiente reconocimiento, el cual fue de iones cloruro, ocurrió la siguiente reacción:



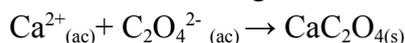
donde el catión plata en solución acuosa reacciona con el anión cloruro también en solución para formar un precipitado de cloruro de plata el cual tiene un color blancuzco, es decir, si la solución se enturbia y se comienza a ver un precipitado blanco, es positivo de cloruros en la muestra a analizar.

Para reconocer los iones sulfato en la muestra de agua ocurrió la siguiente reacción:



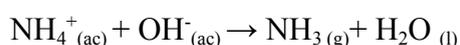
donde el catión bario en solución acuosa reacciona con el anión sulfato para dar un precipitado de sulfato de bario que se encuentra de color blanco, por lo tanto, si la solución a analizar presenta un precipitado blanco, es positivo en sulfatos.

Se puede reconocer el catión calcio mediante la siguiente reacción

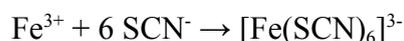


donde el catión ya mencionado reacciona con el anión oxalato para formar oxalato de calcio sólido, es decir, un precipitado, siendo este mismo de color blanco por lo que, si la muestra es positiva en calcio, esta deberá presentar un precipitado blancuzco.

Para realizar el reconocimiento de catión amonio se tuvo en cuenta la reacción planteada a continuación:



donde el catión amonio en solución acuosa reacciona con el grupo hidroxilo en solución para formar amoníaco gaseoso y agua en estado líquido. Para este caso será necesario tener otra reacción que permita identificar que los gases obtenidos son los esperados (amoníaco). En caso de un resultado positivo, se debería observar una coloración amarilla-anaranjada. Como último reconocimiento tenemos el del catión férrico, el cual se explica con la reacción siguiente:

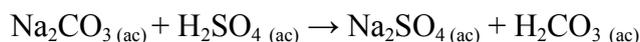


donde el catión anteriormente mencionado, el cual es de color amarillo en solución, reacciona con los iones tiocianato que es incoloro, formándose el complejo $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ que tiene un color rojizo. Aún así, si la muestra es incolora, se puede realizar un segundo intento pero esta vez para detectar ion ferroso, esto se hace mediante una reacción de redox, donde el ion ferroso (Fe^{2+}) se oxida a ion férrico (Fe^{3+}) y el peróxido de hidrógeno en medio ácido forma moléculas de agua por lo que es una reducción, ya que el oxígeno pasa de número de oxidación -1 a -2. Esta reacción se puede ver de la siguiente manera:



Por lo tanto, en ambos casos se deberá observar un cambio de color, de incoloro a rojizo, ya sea en el reconocimiento de Fe^{3+} como en el de Fe^{2+} .

Dejando de lado los reconocimientos, para determinar el alcalinidad del agua se utilizó la siguiente reacción:



donde el carbonato de sodio en solución acuosa reacciona con ácido sulfúrico en solución acuosa, obteniéndose como producto sulfato de sodio en solución acuosa y ácido carbónico.

Determinación de cloruros en la muestra de agua

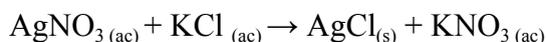
Para comenzar a explicar las ecuaciones que representan las reacciones que ocurren en el proceso de determinación de cloruros en la muestra de agua del arroyo de Pando se comenta la ecuación brindada por DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) que es la siguiente:

$$\text{Cl}^- (\text{mg/L}) = \frac{[(A-B) \cdot N \cdot \bar{M}]}{\text{volumen de muestra (mL)}}$$

siendo “A”: el volumen gasto de nitrato de plata en la valoración del agua; “B”: en esta el volumen gasto de nitrato de plata en la valoración del blanco; N: normalidad del nitrato de plata y la masa molar a la del cloruro. Esto se divide entre el volumen de muestra tomado expresado en mililitros. El resultado se deberá multiplicar por 1000 para expresar el resultado en g/L.

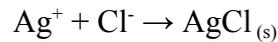
También se puede llegar al resultado a través de cálculos estequiométricos, los iones plata (Ag^+) y los iones cloruro (Cl^-) presentan una relación 1 a 1. Una vez sabido esto, solo queda despejar la masa de cloruros igualando esta misma a tanto el volumen como la concentración en mol/L de nitrato de plata y a la masa molar del cloruro (Cl^-).

La siguiente reacción representa el proceso de valoración del nitrato de plata con cloruro de potasio como patrón primario:



donde el nitrato de plata en solución acuosa reacciona con cloruro de potasio en solución acuosa para formar nitrato de potasio y cloruro de plata, el cual precipita al estar en estado sólido.

Por consiguiente, la formación de cloruro de plata se puede representar como:



donde los iones de plata reaccionan con los iones cloruro para dar un precipitado sólido de cloruro de plata.

Métodos para la determinación de la oxidabilidad al permanganato:

Para la determinación de la oxidabilidad al permanganato se realizó una retrovaloración de la muestra de agua contra permanganato de potasio previamente valorado. La valoración se realizó a una temperatura constante. A la muestra se le agregó ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido oxálico dihidratado ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) y agua destilada. El punto final se apreció por la aparición de un color rosado que duró más de 20 segundos.

Métodos para la determinación de alcalinidad de la muestra de agua:

La alcalinidad fue determinada por una titulación con una solución valorada de ácido sulfúrico frente a los puntos sucesivos de equivalencia del hidrógenocarbonato y del ácido carbónico. Para determinar la alcalinidad total se utilizó el indicador anaranjado de metilo.

Métodos para determinar la turbidez:

Para la determinación de la turbidez se introdujo el disco Secchi en el arroyo y fue sumergido hasta su total desaparición. Seguidamente se le hizo una marca indicando la longitud en la cual este desapareció para luego medirla y realizar la conversión de centímetros a NTU.

Métodos para la investigación de iones y materia orgánica:

>Materia orgánica

Para el análisis de materia orgánica se agregó unas gotas de permanganato de potasio en un tubo de ensayo con la muestra ya colocada, a su vez, se le agregó ácido sulfúrico y se llevó a baño de María. Se observaron los cambios.

>Cloruros

En el análisis cualitativo de cloruros se agregó en un tubo de ensayo unas gotas de la muestra a analizar, a esta misma se le agregó una gota de ácido nítrico y varias gotas de nitrato de plata, observando los cambios.

>Sulfatos

En el caso del análisis cualitativo de sulfatos, se agregaron unas gotas de la muestra a un tubo de ensayo y en este mismo se le agregó una gota de ácido clorhídrico. Posteriormente se le agregó cloruro de bario hasta observar cambios.

>Calcio

Para reconocer el ion calcio se agregaron unas gotas de la muestra en un tubo de ensayo, luego se colocaron tres gotas de ácido acético y una gota de oxalato de potasio, al terminar se observaron los cambios.

➤ Amonio

Para el reconocimiento de amonio se colocó unas gotas de muestra en un tubo de ensayo y seguidamente se agregó hidróxido de potasio en exceso, una vez hecho esto se agregó un papel impregnado en reactivo de Nessler sin tocar la solución. Se prosiguió con tapar el tubo de ensayo y se observaron los cambios.

➤ Hierro

Por último, para reconocer el hierro (III) (Fe^{3+}) se agregó nuevamente la muestra a un tubo de ensayo pero esta vez se le colocó ácido clorhídrico y tiocianato de potasio. Luego, para identificar el hierro (II) (Fe^{2+}), se agregó peróxido de hidrógeno y se agregó tiocianato de potasio nuevamente. Esto se llevó a baño de María y se observaron los cambios.

Métodos para la determinación de coliformes fecales:

Se tomó la muestra de agua del arroyo Pando en un frasco estéril donde se le agregó el medio para el crecimiento de los coliformes, estos frascos fueron revelados mediante luz ultravioleta. Además, se realizó un blanco agregando agua destilada a un frasco estéril y el medio para el crecimiento de los coliformes.

Métodos para la determinación del pH:

Con la ayuda de tirillas de pH y un pH-metro previamente calibrado se midió el pH.

Métodos para la determinación de la conductividad:

Se utilizó un conductímetro con unidad de $\mu\text{s}/\text{cm}$ y un error de $1 \mu\text{s}/\text{cm}$ para medir la conductividad del agua.

Métodos para la determinación de dioxígeno disuelto:

El método utilizado se basó en una valoración de la muestra de agua del arroyo Pando una vez haberle agregado tres de las cuatro soluciones previamente preparadas y ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. Se llenó la bureta con la solución cuatro y se dio comienzo a la valoración, la solución cuatro se dejó caer desde la bureta gota a gota hasta que el color "azul" desapareció, indicando el punto final de la valoración.

Métodos para la determinación de sólidos totales, fijos y volátiles:

El método utilizado para esta determinación se basó en la evaporación de la muestra utilizando la estufa y en la calcinación haciendo uso de la mufla, eliminando así la materia orgánica e impurezas, también fue utilizado el desecador para dejar la muestra a temperatura ambiente. Una vez concluida la práctica se realizaron los cálculos y anotaciones correspondientes.

Materiales para la determinación de cloruros:

<ul style="list-style-type: none">-Balanza analítica con precisión de 0,1 mg-Varilla de vidrio-pH-metro-Papel secante-Papel indicador de pH-Vasos de Bohemia-Bureta de 10,0 mL-Embudo-Soporte y pinzas-Papel de filtro-Perita-Papel aluminio-Matraz aforado de 100,00 mL-Recipientes de ámbar-Pipeta aforada de 50,00 mL-Espátula-Pipeta graduada de 1,0 mL-Vidrio reloj-Matraces Erlenmeyer de 100,0 mL-Botellas para muestreo capacidad 2,25 L	<ul style="list-style-type: none">-Nitrato de plata (AgNO_3)- Cloruro de calcio (KCl)-Cromato de potasio (K_2CrO_4)-Agua destilada
---	--

Métodos para la determinación de cloruros:

Como primer paso las soluciones a utilizar para ésta práctica fueron realizadas, una vez finalizados los cálculos previos correspondientes.

Por lo que 0,8246 g (medidos en balanza analítica) de cloruro de potasio (KCl) fueron disueltos en 1000 mL de agua destilada, 5,01g (medidos en balanza auxiliar) de cromato de potasio (K_2CrO_4) fueron disueltos en 50 mL de agua. Una vez preparada se agregó la solución de AgNO_3 gota a gota hasta la obtención de un precipitado color rojizo, la solución fue almacenada en un frasco de ámbar dejando estabilizar el precipitado hasta la siguiente clase. En ella, la solución fue filtrada por gravedad eliminando así el precipitado, una vez hecho esto se llevó la solución indicadora a 100 mL en un matraz aforado y volvió a ser almacenada hasta su uso.

Al tener todas las soluciones preparadas, la muestra de agua fue tomada del arroyo en una botella de 2,25 L de capacidad. Se realizaron dos enjuagues y luego se procedió a llenarla en su totalidad, antes de acondicionarla a 4°C fue filtrada debido a que contenía una gran cantidad de piojos de agua. Concluida la preparación de estas soluciones, la primera valoración fue comenzada. Se colocó nitrato de plata (AgNO_3) de concentración desconocida en bureta de 10,00 mL, mientras que en el matraz Erlenmeyer se colocaron 10

mL de cloruro de potasio (KCl) de concentración conocida y 1 mL del indicador cromato de potasio (K_2CrO_4). Una vez hecho esto se dio inicio a la valoración dejando caer de gota en gota la solución de la bureta a la del matraz. Una coloración que pasaba de amarilla a rojiza indicando el punto final de la valoración. Se repitió este paso hasta la obtención de 3 volúmenes gasto concordantes.

Siguiendo con la valoración de la muestra, el procedimiento fue similar al paso anterior, a diferencia de que lo que se encontraba en el matraz Erlenmeyer fueron 50,00 mL de muestra, 50 mL de agua destilada y 1 mL de indicador. Esta vez el punto final de la valoración fue identificado debido a que la coloración pasaba de amarilla a naranja. De igual forma el paso fue repetido hasta obtener 3 datos concordantes en cuanto a volúmenes gasto.

Como último paso, se tituló un blanco con agua destilada.

Una vez finalizada la práctica, los cálculos para determinar la concentración de cloruros en agua fueron realizados y las observaciones fueron anotadas.

Materiales para el análisis cualitativo de Cl^- :

- Gradilla
- Tres tubos de ensayo
- Pipetas pasteur
- Solución de ácido nítrico (HNO_3)
- Solución de cloruro de potasio (KCl)
- Solución de nitrato de plata ($AgNO_3$)

Métodos para el análisis cualitativo de Cl^- :

En una gradilla fueron colocados tres tubos de ensayo, en uno de ellos se colocó 2,0 mL aproximadamente de muestra tomada del arroyo Pando, al segundo tubo se le colocó 2,0 mL de agua destilada y al tercero 2,0 mL de solución de cloruro de potasio. A cada uno de estos tubos se le agregaron unas gotas de ácido nítrico y nitrato de plata. La aparición de un precipitado color blanco indicó la presencia de cloruros Cl^- .

Tratamiento de datos y resultados:

Ecuaciones utilizadas para la determinación de la concentración de Cl^- :

➤ Fórmulas según la técnica de DINAMA:

$$Cl^-_{(mg/L) 1} = \frac{[(A-B) \cdot N \cdot \bar{M}]}{\text{volumen de muestra (mL)}} \quad \text{Donde: A-Vg de } AgNO_3$$

B- Vg de $AgNO_3$ en el blanco

$$Cl^-_{(mg/L) prom} = \frac{Cl^-(mg/L) 1 + Cl^-(mg/L) 2 + Cl^-(mg/L) 3}{3}$$

➤ Para los cálculos estequiométricos:

$$M AgNO_3 \cdot Vg AgNO_3 = \frac{m Cl^-}{\bar{M} Cl^-} \quad \text{---> } m Cl^- = M AgNO_3 \cdot Vg AgNO_3 \cdot \bar{M} Cl^- \quad \text{Donde --->}$$

$$Vg AgNO_3 = Vg - Vg \text{ blanco}$$

$$Cl^-_{\text{prom}} \text{ mg/L} = \frac{Cl^- 1 \text{ mg/L} + Cl^- 2 \text{ mg/L} + Cl^- 3 \text{ mg/L}}{3}$$

Oxidabilidad al permanganato:

➤ Tabla de datos obtenidos en la valoración de $KMnO_4$:

Volumen gasto 1	8,75 mL
Volumen gasto 2	8,10 mL
Volumen gasto 3	8,10 mL

Tabla N°1: Oxidabilidad al permanganato

➤ Reacción química balanceada:



Análisis comparativo, investigación de iones y materia orgánica:

➤ Tabla del análisis comparativo:

Parámetros	M.Arroyo	Agua potable	Agua destilada	Agua de pozo
Materia orgánica	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva
Cl ⁻	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva
SO ₄ ²⁺	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva
NH ₄ ⁺	Negativa	Negativa	Negativa	Positiva
Fe ³⁺	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa
Ca ²⁺	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva

Tabla N°2: Datos obtenidos en la investigación de iones y materia orgánica

➤ pH de las distintas muestras:

Agua potable: 8,14

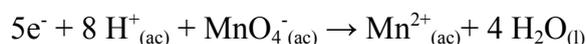
Agua destilada: 9,79

Agua subterránea: 8,08

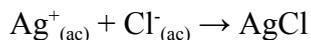
Muestra: 7,21

➤ Reacciones:

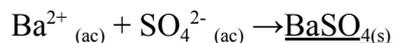
Materia orgánica:



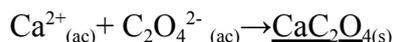
➤ Reconocimiento de iones Cl⁻:



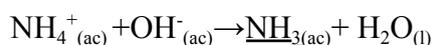
➤ Reconocimiento de sulfatos SO₄²⁻:



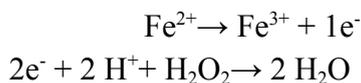
➤ Reconocimiento de catión calcio Ca²⁺:



➤ Reconocimiento de NH₄⁺:



➤ Reconocimiento de Fe³⁺:



Determinación de la concentración de cloruros:

Masa constante de cloruro de potasio: (15,66±0,01) g
Masa de cloruro de potasio: (0,8246±0,0001) g
Masa de cromato de potasio: (5,00 ±0,01) g
Concentración de AgNO ₃ calculada: (0,0118±0,0001) mol/L
pH de la muestra (pH-metro): 7,83
pH de la muestra (tirillas): 7,00

Tabla N°3: Datos de la determinación de cloruros

➤ Datos obtenidos para la valoración de nitrato de plata:

volumen gasto 1 de AgNO ₃	(9,40±0,05) mL
volumen gasto 2 de AgNO ₃	(9,35±0,05) mL
volumen gasto 3 AgNO ₃	(9,30±0,05) mL

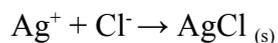
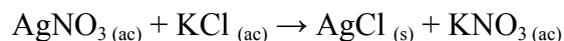
Tabla N°4: Datos de la valoración de nitrato de plata

➤ Datos obtenidos para la valoración de la muestra:

volumen gasto 1 de AgNO ₃	(7,15±0,05) mL
volumen gasto 2 de AgNO ₃	(7,10±0,05) mL
volumen gasto 3 de AgNO ₃	(7,05±0,05) mL
Volumen gasto del blanco	(0,71±0,05) mL

Tabla N°5: Datos de la valoración de la muestra

➤ Reacciones para la determinación de cloruros:



Datos obtenidos para el análisis cualitativo de Cl⁻:

Muestra analizada	Precipitado blanco	Presencia de cloruros
Muestra del arroyo pando	Sí	Positiva
Cloruro de potasio (KCl)	Sí	Positiva
Agua destilada	No	Negativa

Tabla N°6: Análisis cualitativo de cloruros

Resultados obtenidos a partir de los cálculos para el análisis cuantitativo de Cl⁻:

Concentración de Cloruros (mg/L)	Método de cálculo
52,82	Técnica de DINAMA
52,81	Relación estequiométrica

Tabla N°7: Resultados obtenidos a partir de los dos métodos de cálculo empleados

Tabla de datos de análisis in situ:

<u>Parámetro</u>	<u>Valor</u>	<u>Unidad</u>
Temperatura	18,0 ± 0,5	°C
pH (tirillas)	6	-
pH (pH-metro)	7,11	-
Turbidez	11	NTU
Color	Marrón	-
Conductividad	350 ± 1	μs/cm

Tabla N°8: Análisis in situ

➤ Tabla utilizada para la conversión de centímetros a NTU (turbidez):

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

Tabla N°9: Conversión de centímetros a NTU

50,5 cm - 11 NTU

Determinación de presencia de coliformes fecales:

En cuanto a la determinación de la presencia de coliformes fecales en la muestra de agua tomada del arroyo Pando, se pudo observar como efectivamente estos se encontraban presentes en ella gracias al medio de crecimiento agregado y la luz UV utilizada.

Determinación de ST, STV y STF:

➤ Tabla de datos obtenidos:

Muestra	V (mL)	m1 (mg)	m2 (mg)	m3 (mg)	ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1	20,00	34825,2	34829,8	34829,0	230	190	40
2	20,00	34989,9	35012,0	35010,8	1105	1045	60

Tabla N°10: Determinación de sólidos totales (volátiles y fijos)

Discusión de resultados:

Oxidabilidad al permanganato

Comenzando con la oxidabilidad al permanganato, tenemos que esta valoración dio tres volúmenes gasto siendo éstos 8,75 mL, 8,10 mL y 8,10 mL. Con estos datos se calculó la normalidad como primer paso y siguiendo con los equivalentes que reaccionaron, para luego con estos datos culminar calculando la demanda química de oxígeno (DQO) la cual dio un valor de 20,4 mgO₂/L.

Teniendo este resultado, a falta de datos en el decreto utilizado para discutir los demás parámetros, se puede compararlo con un caso extremo como son los valores de DQO normales en aguas industriales las cuales reciben una fuerte contaminación constante, siendo estos de 50 a 2.000 mgO₂/L, el agua del arroyo Pando se encuentra con un valor bastante inferior y por lo tanto con menor contaminación. Como se sabe, la DQO es la cantidad de

oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO₂ y H₂O por esto, cuanto mayor es la DQO, más contaminada está el agua.

Alcalinidad

Pasando a hablar sobre la alcalinidad, esta fue calculada mediante una valoración de la muestra de agua con ácido sulfúrico anteriormente valorado con carbonato de calcio. Lo que arroja los siguientes resultados: (153±5) mg/L (147±8) mg/L. Como ya se dijo, el límite razonable máximo de alcalinidad en aguas naturales se encuentra en 250 mg/L y el mínimo en 30 mg/L, por lo que la alcalinidad de la muestra se encuentra dentro de estos límites.

Turbidez

Siguiendo con la turbidez con un valor de 11 UNT, al compararla con el artículo número 5 referido a la clase 1 y 2a, se puede decir que se encuentra dentro de lo admitido por este mismo, siendo la máxima permitida de 50 UNT en ambos casos.

Investigación de iones y materia orgánica

Comenzando con el agua potable, se pudo determinar cualitativamente que había materia orgánica presente, esto se debe a que se pudo observar el cambio de color de la solución de violeta a incoloro. Los iones cloruro se encontraron presentes y se pudo comprobar por la aparición de un precipitado blancuzco. Para los iones sulfato se pudo notar la presencia positiva debido a la formación de un precipitado blanco. No se observó una coloración distinta en el reconocimiento de amonio, por lo que no hubo una presencia positiva de este ion. En el caso de los iones calcio, se comprobó la presencia debido a la aparición de un precipitado blancuzco. Por último, para el reconocimiento de los iones hierro, no se observaron coloraciones, por lo que, se encontró presencia negativa de estos.

Para el agua de pozo pudimos comprobar que se encontraba presente la materia orgánica debido a que se pudo observar un cambio en el color de la solución, esta se tornó de violeta a incolora. Continuando con los iones cloruro, se pudo observar la formación de un precipitado de color blanco, con lo cual, hubo una presencia positiva de dicho ion. En el caso de los iones sulfato se observó la aparición de un precipitado blancuzco, por lo que esta muestra contiene presencia positiva del mismo ion. Para los iones amonio, se pudo comprobar la presencia positiva de dicho ion debido al cambio de color en la tira de papel que contenía el reactivo de Nessler, esta pasó de amarillo a anaranjado. En el caso de los iones calcio, se observó un precipitado blanco, por lo que, esta muestra contiene presencia positiva de dicho ion. Por último, para los iones hierro, no se observó coloración en la muestra, por lo que no hubo presencia positiva.

Siguiendo con la muestra tomada del arroyo de Pando, comprobamos cualitativamente que esta muestra presentaba materia orgánica debido a como ya se dijo, la coloración de la muestra de violeta a incoloro. En el caso de los iones cloruro se pudo observar la formación de un precipitado de color blanco, con lo cual, hubo una presencia positiva de dicho ion. Para los iones sulfato, se pudo comprobar una presencia positiva debido a la formación de un precipitado blanco. Siguiendo con los iones amonio, no se observó una presencia positiva de este ion debido a que no se observó un cambio de color en la tira de papel que contenía reactivo de Nessler. Continuando con los iones calcio, se observó un precipitado blancuzco,

por lo que hubo una presencia positiva de dicho ion. Aún así, no se encontró presencia positiva de iones hierro debido a que no se observó la coloración característica de la solución.

Por último, el agua destilada dio negativo en presencia a todos los parámetros investigados. Debido a la falta de información para comparar los resultados obtenidos, no fue posible discutir más allá de lo analizado cualitativamente.

Coliformes fecales

Para los coliformes fecales, se puede decir que mediante el análisis cualitativo se determinó que estos se encuentran presentes en agua, sin embargo, no fueron determinados cuantitativamente, por lo que no se pueden comparar los resultados con el decreto. Aún así, es normal que los coliformes fecales se encuentren presentes en aguas naturales.

pH

Prosiguiendo con el pH de las distintas muestras tomadas, el primer pH fue de 7,21 y el de la muestra tomada para la determinación de cloruros fue de 7,83. Al comparar estos con el artículo 5, clase 1 del decreto 253/979, tenemos que están dentro del rango admitido, siendo este de 6,5 a 8,5. Con la clase 2a del artículo y decreto ya mencionados, los pH siguen estando dentro del rango admitido, esto se debe a que el rango de esta clase es de 6,5 a 9,0.

Conductividad

En cuanto a la conductividad, parámetro que fue medido con un conductímetro, el valor registrado es de 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cuya incertidumbre fue de 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Como ya se sabe, el agua conduce electricidad debido a los iones disueltos en ella y la mayoría de las aguas naturales los contienen y la conductividad aumenta con mayor concentración de iones totales.

Dioxígeno disuelto

Continuando con el dioxígeno disuelto, el cual fue calculado según los volúmenes gastados obtenidos de la valoración de la muestra los resultados fueron 11,52 ppm, 13,76 ppm, 11,6 ppm y 10,4 ppm siendo el error de estos de 0,1 ppm. Sabiendo que 1 ppm equivale a 1 mg/L, se puede afirmar que, según el artículo 5, de la clase 1 del decreto 253/979, la concentración de dioxígeno es adecuada, debido a que la mínima según el artículo anteriormente mencionado es de 5 mg/L, sin embargo, si las comparamos con la clase 2a, el dioxígeno disuelto se encuentra en exceso, esto se debe a que la máxima concentración de este es de 5 mg/L. Los valores superiores a 12 mg/L se consideran muy elevados, esto se debe a una sobresaturación de dioxígeno disuelto, lo que puede indicar que el sistema esté generando dioxígeno debido a una gran presencia de plantas acuáticas que realizan fotosíntesis.

Determinación de sólidos totales, fijos y volátiles

Los sólidos totales fueron determinados por la resta de la masa medida luego de ser llevada a la estufa y la masa de la cápsula vacía, esta resta se dividió entre el volumen, expresado en mililitros y se multiplicó por mil, dando como resultado 1105 mg/L y 230 mg/L. Luego, los sólidos totales fijos se determinaron mediante una resta entre la masa luego de la mufla y la

masa de la cápsula, dividiendo la resta entre el volumen medido en mL y luego multiplicando por mil, obteniendo los resultados de 1045 mg/L y 190 mg/L. Por último, los sólidos totales volátiles se obtuvieron como resultado de la resta entre los sólidos totales y los sólidos totales fijos, siendo estos 60 mg/L y 40 mg/L.

Comparando los resultados obtenidos con el decreto, los sólidos totales de la muestra 1 se encuentran en exceso, esto se debe a que en la clase 2a del artículo 253/979 se establece que la máxima concentración de estos sólidos es de 700 mg/L, no obstante, la muestra 2 se encuentra dentro de lo admitido por el decreto ya mencionado.

La gran cantidad de sólidos disueltos totales puede indicar un aumento de la conductividad. Para el caso de los sólidos totales fijos y sólidos volátiles totales no se logró encontrar datos para poder compararlos.

Análisis cualitativo de cloruros

En cuanto a este análisis cualitativo, se obtuvo un resultado positivo en la presencia de cloruros en la muestra. Se pudo comprobar que los iones Cl^- se encontraban presentes debido a la aparición del precipitado blancuzco. Además de realizar la comprobación con una solución de cloruro de potasio (KCl), se pudo observar nuevamente el mismo precipitado, aunque en este caso fue abundante. Se realizó un blanco con agua destilada, el cual dio totalmente incoloro, este procedimiento se realizó para observar que la muestra contenía presencia de cloruros.

Determinación de la concentración de cloruros

Como última discusión, tenemos la determinación de cloruros la cual fue calculada tanto estequiométricamente como por la ecuación brindada por dinama, los resultados fueron 52,81 mg/L y 52,82 mg/L respectivamente. Como ya fue mencionado en el marco teórico, la concentración de cloruros en aguas naturales no suele sobrepasar los 50-60 mg/L, por lo que no se obtuvo una concentración elevada de cloruros en la muestra de agua.

Conclusión:

Una vez realizados cada uno de los análisis de los parámetros se puede concluir que el agua del arroyo de Pando no se encontraba en las condiciones como se esperaba. Al comparar los resultados con el decreto 253/979 más en específico con el artículo 5, se pudo comprobar que no habían diferencias significativas, por lo que, se puede concluir que el agua del arroyo de Pando no se encuentra en el estado de contaminación que se había planteado anteriormente.

En cuanto a la pregunta investigable, se concluye que la concentración de cloruros en la muestra es de $(52,81 \pm 0,01)$ mg/L.

Referencias bibliográficas:

Aguamarket y Cía. Ltda, 1999 - 2021 recuperado de:

<https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=3207>,

<https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=153%20&%20termino=Alcalinidad>

Ambientum, 2021 recuperado de:

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/determinacion_de_cloruro.asp

García-Astillero, A. 2019 recuperado de:

<https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-agua-potable-y-sus-caracteristicas-1643.html>

Borrero Lopez, F. 2012, recuperado de:

<https://sites.google.com/site/portafolioelectronicochem350/laboratorio/5-determinacion-de-cloruro-en-aguas-naturales>

Comuna Canaria, 2011 recuperado de:

https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/2011-ped-ca_i-rios-arroyos-canarios_edicion_revisada_28-6-171.pdf

Fundación Aequae, s.f. recuperado de:

<https://www.fundacionaqua.org/que-es-agua-destilada/>

Gatto, A. 2020 recuperado de:

<http://aulas.uruguayeduca.edu.uy/course/view.php?id=2432§ion=7>,
<http://aulas.uruguayeduca.edu.uy/course/view.php?id=1724§ion=3>,
<http://aulas.uruguayeduca.edu.uy/course/view.php?id=1724§ion=10>

Goyenola, 2011, como se citó en Plan Proyecto consultores, s.f. recuperado de:

aiz03_informe_calidad_del_agua.pdf

Guedes, G. 2020 recuperado de:

<https://view.genial.ly/5ea0a941d553cd0daa270ff4/presentation-filtracion>

Hach, 2021 recuperado de <https://es.hach.com/parameters/alkalinity>

Hanna Instruments, s.f. <https://www.hannainst.es/blog/81/demanda-quimica-de-oxigeno>

IMPO, 1979 decreto 253/979 recuperado de:

<https://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979>

Lange, H. 2010, recuperado de:

<https://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/37743-Eliminacion-y-determinacion-de-fofosfato.html>

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Ácido acético:

https://www.merckmillipore.com/INTL/es/product/msds/MDA_CHEM-160305?Origin=SE-ES

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Ácido clorhídrico:

https://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/Hydrochloric-acid-6-mol-L,MDA_CHEM-110164?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Ácido nítrico:

https://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/Nitric-acid-690-0,MDA_CHEM-101799?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Ácido oxálico dihidratado:

https://www.merckmillipore.com/INTL/es/product/msds/MDA_CHEM-100489?Origin=SE-ES

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Ácido sulfúrico:

https://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/Sulfuric-acid-95-970-0,MDA_CHEM-100731?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Cloruro de bario:

https://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/Barium-chloride-solution,MDA_CHEM-109962?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Cloruro de potasio:

https://www.merckmillipore.com/INTL/es/product/msds/MDA_CHEM-101553?Origin=SE RP

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Cromato de potasio:

https://www.merckmillipore.com/INTL/en/product/Potassium-chromate,M8DA_CHEM

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Fenolfaleína:

https://www.merckmillipore.com/INTL/es/product/msds/MDA_CHEM-107227?Origin=SE RP

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Nitrato de plata:

https://www.merckmillipore.com/INTL/es/product/msds/MDA_CHEM-109081?Origin=SE RP

Merck, M. Ficha de datos de seguridad de Permanganato de potasio:

https://www.merckmillipore.com/INTL/es/product/msds/MDA_CHEM-109930?Origin=SE RP

Obras Sanitarias del Estado, 2021 recuperado de:

<http://www.ose.com.uy/agua/agua-subterranea>

Paez, 2016 recuperado de:

<http://valoracionporprecipitacion.blogspot.com/2016/05/valoracion-porprecipitacion-objetivo.html?m=1>

Pérez Almiñana, 2014; Química Orgánica, 2000. Recuperado de:

http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/centrifugacio_fonament.html

Ramos Ortega, M. 2008, recuperado de:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf&ved=2ahUKewjslabJ4KL0AhVwq5UCHQSnDK8QFnoECCUQAQ&usg=AOvVaw1vbCPyWkZ8lqQENH4LHK1j>

s.n, 2019 https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/turbidez_28

Snoeyink, V. L. y Jenkins, D. 2004, Rigola, M. 1989, Orozco, C., Pérez, A., González, N., Rodríguez, F. J. y Alfayate, J. M. 2003, Tyler, G. 2002, Doménech, X. 2000, Nebel, B. J. y Wright, R. T. 1999, Romero, J. A. 1999, Cavanaugh, G. M. 1956, Leal, M., Chávez, V. y Larralde, L. 1996 recuperado de:

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa2/article/view/1172/5302#:~:text=Las%20aguas%20naturales%20contienen%20en,especies%20inorg%C3%A1nicas%20y%20materia%20org%C3%A1nica>

Udelar, 2018 recuperado de:

<https://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/15/monitoreo-de-variables-fisico-quimicas-de-agua/>

Anexos:

Materiales para la oxidabilidad al permanganato:

<ul style="list-style-type: none">-Bureta de 25,00 mL-Pipeta aforada de 50 mL-Matraces graduados de 250,0 mL-Pinzas-Plancha calefactora-Agitador magnético-Pipeta aforada de 10,00 mL-Soporte y pinzas-Pipeta graduada de 5,0 mL-Vasos de Bohemia de 100,0 mL-Termómetro	<ul style="list-style-type: none">-Fenolftaleína-Solución de ácido oxálico dihidratado ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) 0,005 mol/L-Permanganato de potasio (KMnO_4)-Ácido sulfúrico (H_2SO_4)-Agua destilada
--	--

Métodos para la oxidabilidad al permanganato:

Con el permanganato de potasio ya valorado contra ácido oxálico dihidratado como patrón se valoró una muestra de agua del arroyo de Pando. Se agregaron 50,00 mL de muestra de agua medidos con pipeta aforada y 50,00 mL de agua destilada, se agregaron 3,0 mL de ácido sulfúrico haciéndolo resbalar por las paredes, dándole así un medio ácido a la muestra. Esta solución se llevó a ebullición por 5 minutos, tapando la boca del matraz con papel aluminio. Se prosiguió con el agregado de 10,00 mL de permanganato de potasio mientras la solución seguía hirviendo, esta misma se tornó de color fucsia, seguidamente fueron agregados 10,00 mL de ácido oxálico dihidratado, permitiendo que la solución volviera a ser incolora. Se valoró en plancha calefactora sin que descendiera la temperatura. El punto final se apreció por la aparición de un color rosado que duró más de 20 segundos. Este proceso se repitió 3 veces.



Imagen N°1: Oxidabilidad al permanganato



Imagen N°2: Valoración con la muestra

Materiales para la determinación de dioxígeno disuelto:

Frasco de ámbar capacidad 100 mL Pipetas graduadas de 1 mL Pipeta aforada 50,00 mL Bandeja de telgopor Bureta 25,00 mL \pm 0,05 mL Probeta de 100mL Vidrios reloj Espátulas Vaso de Bohemia 200 mL Plancha calefactora	Hidróxido de sodio (NaOH) Ácido sulfúrico concentrado (H ₂ SO ₄) Sulfato de manganeso pentahidratado (MnSO ₄ .5 H ₂ O) Yoduro de potasio (KI) Almidón Sulfato de sodio pentahidratado (Na ₂ S ₂ O ₃ .5 H ₂ O)
---	---

Métodos para la determinación de dioxígeno disuelto:

Como primer paso se preparó la solución 1, agregando en un vaso de Bohemia 50 mL de agua destilada y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado, esta mezcla se vertió dentro del frasco que contenía 16,25 g de sulfato de manganeso pentahidratado (MnSO₄.5 H₂O). Se agitó bien hasta obtener una solución. Para la solución 2 se agregó 50 mL de agua destilada a 6,75 g de yoduro de potasio (KI) y 25,0 g de hidróxido de sodio (NaOH), se agitó la solución hasta que se obtuvo nuevamente una solución. Para la solución 3 se preparó una solución de almidón soluble como indicador colocando 400 mg de almidón soluble en un vidrio reloj para posteriormente agregarle un poco de agua, formando así una pasta. Se calentó en un vaso de Bohemia 200 mL de agua hasta ebullición y a esta misma se le agregó la pasta lentamente y se continuó calentando suavemente durante 10 minutos, agitando de forma alternada. Por último, para la solución 4 se preparó 500,00 mL de una solución de concentración exacta agregando 1,2400 g de sulfato de sodio pentahidratado (Na₂S₂O₃.5 H₂O). Una vez hecho esto se tomó la muestra de agua en un frasco de 100 mL aproximadamente asegurándonos de que esta no contenía burbujas de aire.

Se colocó el frasco sobre la bandeja de telgopor antes de realizar los siguientes agregados: se le agregó 6 mL de solución 1 con pipeta graduada por debajo de la superficie del líquido (sumergiendo la pipeta hasta el fondo). Se agregaron de la misma manera, 6 mL de solución 2 y se tapó el frasco sin dejar burbujas de aire. Seguidamente se mezcló cuidadosamente durante unos segundos y se dejó sedimentar el precipitado durante 5 minutos aproximadamente. Este paso fue repetido una vez más.

Se procedió a destapar el frasco y se le agregó 1 mL de ácido sulfúrico concentrado con una pipeta graduada por encima de la superficie del líquido (esta vez sin sumergir la pipeta), se tapó nuevamente el frasco sin dejar burbujas de aire.

A continuación se mezcló vigorosamente hasta disolver por completo el precipitado formado y con una pipeta aforada se midieron 50,00 mL de esta solución y se la colocó en un matraz Erlenmeyer a la cual fue agregado 1 mL de solución 3 usando una pipeta graduada.

Como último paso se colocó la solución 4 hasta el enrase en la bureta y se tituló agregando gota a gota desde la bureta la solución 4 hasta la desaparición del color azul-verde. El volumen gastado de solución 4 fue anotado y se realizaron los cálculos y comparaciones correspondientes.



Imagen N°3: Solución sedimentando

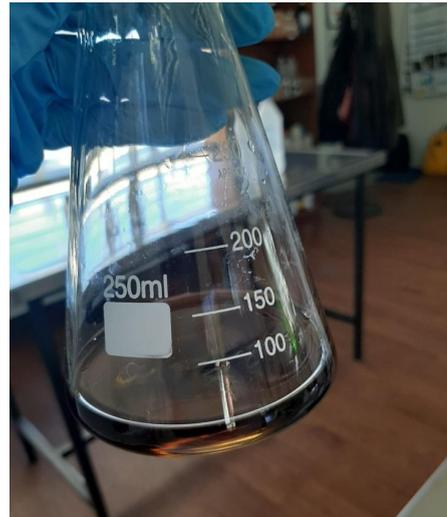


Imagen N°4: Punto final de valoración

Materiales para la determinación de coliformes fecales:

- Fracos estériles
- Medio para el crecimiento de coliformes
- Luz ultravioleta
- Agua destilada

Métodos para la determinación de coliformes fecales:

En primer lugar, las muestras de agua del arroyo fueron tomadas en frascos estériles teniendo cuidado de no tocar su interior y sin realizar enjuague alguno.

Una vez tomada la muestra, fue agregado el medio para el crecimiento de coliformes al frasco para luego ver las muestras bajo luz ultravioleta. Además, se realizó un blanco agregando agua destilada a un frasco estéril y el medio para el crecimiento de los coliformes.

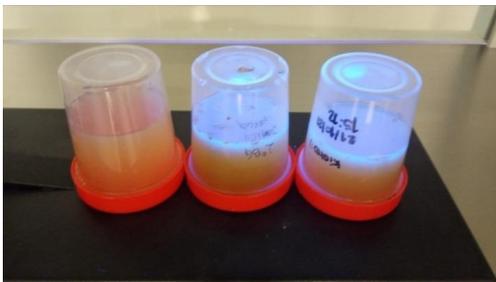


Imagen N°5: Determinación de la presencia de coliformes fecales

Materiales para la determinación de la turbidez:

- Disco Secchi
- Hilo o cuerda

Métodos para la determinación de la turbidez:

Se introdujo el disco Secchi en el sistema a analizar, en el arroyo Pando en este caso, procurando mantener tensa la cuerda atada a él. El disco fue sumergido hasta su total desaparición, se le hizo una marca indicando la longitud en la cual este desapareció y no podía ser visto, luego se midió la longitud marcada y se realizó la conversión de centímetros a NTU, finalmente el valor fue anotado en la tabla de valores.

Materiales para la determinación del pH:

- Tirillas de pH
- pH-metro
- Soluciones buffer

Métodos para la determinación del pH:

Con la ayuda de tirillas de pH y un pHmetro previamente calibrado se midió el pH.



Imagen N°6: Determinación del pH de la muestra con tirillas.

Materiales para la determinación de la alcalinidad:

Matraz Erlenmeyer 250,0 mL	Solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4)
Bureta de 10,00 mL	Solución de carbonato de sodio patrón ($CaCO_3$)
Pipetas aforadas de 10,00, 20,00, 50,00 y 100,00 mL	Heliantina
Matraz aforado de 100,00 mL.	Agua destilada

Métodos para la determinación de la alcalinidad:

Se preparó una solución patrón de carbonato de sodio anhidro agregando 0,9531 g de este compuesto a un matraz aforado de 100,00 mL, posteriormente se enrasó con agua destilada, obteniendo así una solución de concentración conocida de $(0,0899 \pm 0,0002)$ mol/L

Una vez preparada la solución, se utilizó esta misma para valorar una solución de ácido sulfúrico de concentración aproximada a 0,05 mol/L.

Luego de calcular la concentración del ácido sulfúrico se valoró la muestra de agua con el mismo, agregando 100,00 mL (o 50,00 mL medidos en pipeta aforada) de esta misma medidos en matraz aforado a un Erlenmeyer con unas gotas de heliantina y se colocó el ácido sulfúrico en bureta.

Al terminar la valoración los cálculos fueron realizados, obteniendo la concentración de la alcalinidad total del agua en mg/L.

Materiales para la investigación de iones y materia orgánica:

Tubos para centrífuga	Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
Pipetas pasteur	Permanganato de potasio ($KMnO_4$)
Gradilla	Ácido nítrico (HNO_3)
Tubos de ensayo	Nitrato de plata ($AgNO_3$)
Vaso de Bohemia	Ácido clorhídrico (HCl)
Plancha calefactora	Cloruro de bario ($BaCl_2$)
Varilla de vidrio	Ácido acético (CH_3COOH)

Métodos para la investigación de iones y materia orgánica:

Como primer paso para esta investigación de iones, se colocó aproximadamente 2,0 mL de las distintas muestras de agua en cada tubo de centrífuga con ayuda de una pipeta pasteur.

➤ Ensayo de materia orgánica: Se añadió a los diferentes tipos de agua una gota de solución de permanganato de potasio ($KMnO_4$) y una gota de ácido sulfúrico. Se calentó cada muestra, la decoloración del permanganato (violeta) indicó la existencia de materia orgánica.

Ensayo de aniones y cationes:

➤ Cloruros (Cl^-): Se añadió a los diferentes tipos de agua una gota de ácido nítrico y se agitó. Posteriormente se agregó unas gotas de solución de nitrato de plata ($AgNO_3$) evitando el contacto con la piel.

Luego se agitó nuevamente. La aparición de un precipitado blanco indicó la existencia de cloruros.

➤ Sulfatos (SO_4^{2-}): Se añadió a los diferentes tipos de agua una gota de ácido clorhídrico 6 mol/L y unas gotas de solución de cloruro de bario ($BaCl_2$). Se agitó, la aparición de un precipitado insoluble blanco indicó la existencia de sulfatos.

➤ Calcio (Ca^{2+}): Se añadió a los diferentes tipos de agua 3 gotas de ácido acético diluido. Se agregó unas gotas de solución de oxalato de potasio ($K_2C_2O_4$) y se agitó, la aparición de un precipitado insoluble blanco de oxalato de calcio indicó que existían iones calcio.

-Las muestras fueron colocadas en la centrífuga con el fin de poder observar el precipitado claramente.

➤ Amonio (NH_4^+): Se colocaron 5 gotas de solución problema en un tubo de ensayo, seguidamente se le agregaron unas gotas de KOH hasta medio básico más cuatro o cinco gotas en exceso.

Se tapó el tubo de ensayo con papel de filtro y una tira del mismo conteniendo una gota de reactivo de Nessler, se llevó este tubo al baño de María durante 30 segundos aproximadamente.

Un precipitado color rojo ladrillo indicó positivo para amonio.

➤Hierro (Fe^{3+}): A un tubo de ensayo se le agregaron 5 gotas de solución problema, una gota de HCl 3 mol/L y 3 gotas de solución de KSCN. Un color rojo intenso indicaría positivo para Fe^{3+} .

Si el resultado era negativo se debió agregar 3 gotas de H_2O_2 10 vol y calentar a baño de María, para luego enfriar y agregar solución de KSCN, un color rojo intenso indicaría positivo para Fe^{2+} .



Imagen N°7: Colocación de muestras en la centrifuga Imagen N°8: Muestras colocadas en la centrifuga



Imagen N°9: Comparación de las muestras Imagen N°10: Ensayo para la investigación de iones



Imagen N°11: Ensayo para la investigación de iones

Fotos del análisis cualitativo de Cl^- :



Imagen N°12: Análisis cualitativo de Cl^- , comparación de las muestras.



Imagen N°13: Comparación de las muestras.

Materiales para la determinación de sólidos totales (volátiles y fijos):

- Cápsula de porcelana
- Pipeta aforada de (20,00 ±0,06) mL
- Estufa de laboratorio
- Mufla
- Desecador
- Pinzas

Métodos para la determinación de sólidos totales (volátiles y fijos):

Como primer paso se midió las masas de cada una de las cápsulas (m_1) y fueron homogeneizadas, luego se tomó el volumen de muestra en la pipeta aforada y se descargó en ellas, seguidamente fueron colocadas en la estufa a 60°C hasta que se evaporó el agua, una vez hecho esto fueron colocadas en el desecador hasta temperatura ambiente y se midió su masa (m_2).

A continuación, las cápsulas fueron llevadas a la mufla y luego fueron colocadas nuevamente en el desecador, finalmente su masa fue registrada (m_3).

Fotos de la cuantificación de cloruros:



Imagen N°14:Preparación del indicador



Imagen N°15:Preparación del indicador

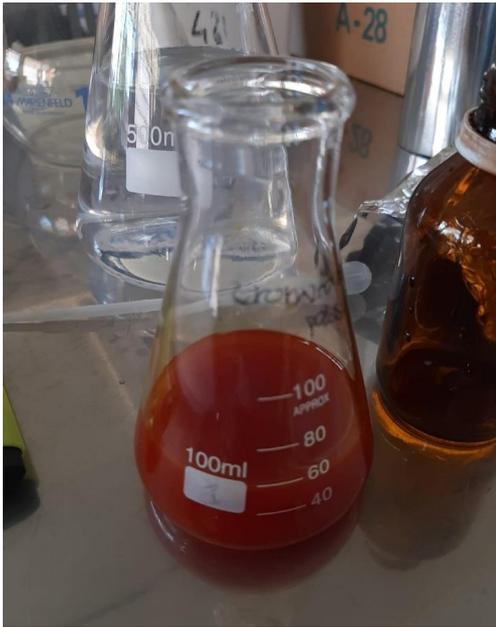


Imagen N°16: indicador con precipitado



Imagen N°17: Filtrado del precipitado



Imagen N°18: Muestra de agua siendo filtrada



Imagen N°19: Filtrado de la muestra

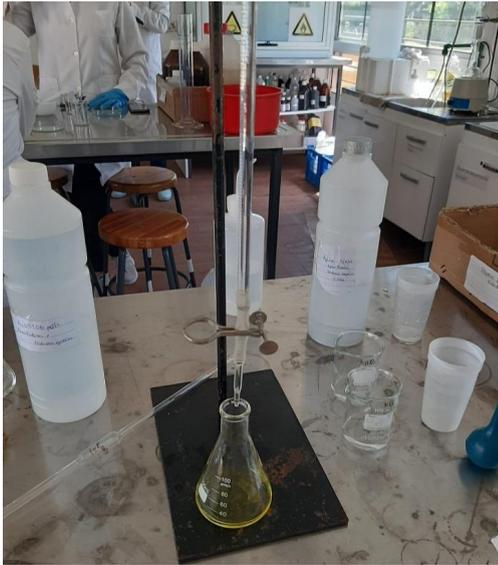


Imagen N°20: Inicio de la valoración



Imagen N°21: Punto final de la valoración



Imagen N°22: Punto final y punto inicial de la valoración.

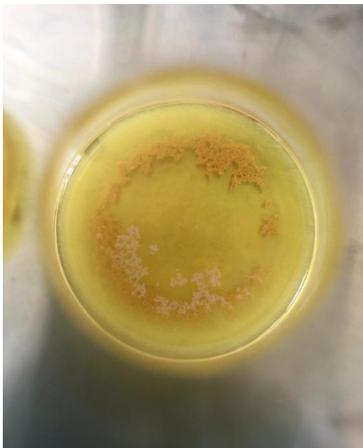


Imagen N°23: Precipitado una vez dejado sedimentar

Cálculos realizados:

➤ Cálculos de la normalidad del permanganato de potasio y de ácido oxálico:

Mprom KMnO_4 *Kiara*: (0,00180±0,00002) mol/L

Mprom KMnO_4 *Daniela*: (0,00180±0,00002) mol/L

Mprom $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ *Kiara*: (0,005000±0,000006) mol/L

Mprom $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ *Daniela*: (0,005001±0,000006) mol/L

Mprom: (0,005000±0,000006) mol/L

$$N = \frac{n \text{ eq}}{V} = \frac{m}{\frac{M}{i} \cdot V} = \frac{m \cdot i}{M \cdot V} = \frac{n \cdot i}{V} = M \cdot i$$

$$n \text{ eq} = \frac{m}{M \text{ eq}}$$

$$M \text{ eq} = \frac{M}{i}$$

$$N \text{ KMnO}_4 = M \text{ KMnO}_4 \cdot 5$$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,00180 \text{ mol/L} \cdot 5$$

$$N \text{ KMnO}_4 = 0,009 \text{ eq/L}$$

$$N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = M \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2$$

$$N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,005000 \text{ mol/L} \cdot 2$$

$$N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,01 \text{ eq/L}$$

➤ Cálculos de equivalentes de permanganato de potasio:

$$\text{eq KMnO}_4 = N \cdot V \text{g (L)}$$

$$\text{eq KMnO}_4 = 0,009 \text{ eq/L} \cdot 0,00875 \text{ L} = 0,00007875 \text{ eq}$$

$$\text{eq KMnO}_4 = 0,009 \text{ eq/L} \cdot 0,00810 \text{ L} = 0,0000729 \text{ eq}$$

$$\text{eq KMnO}_4 = 0,009 \text{ eq/L} \cdot 0,00810 \text{ L} = 0,0000729 \text{ eq}$$

➤ Cálculos de equivalentes de ácido oxálico iniciales:

$$n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ i} = N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,010 \text{ L}$$

$$n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ i} = 0,01 \text{ eq/L} \cdot 0,010 \text{ L}$$

$$n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ i} = 0,0001 \text{ eq}$$

➤ Cálculos de equivalentes de ácido oxálico que reaccionaron:

$$n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ reac} = n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ i} - n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ exc}$$

$$n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ exc} = \text{eq KMnO}_4$$

$$n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ reac} = 0,0001 \text{ eq} - 0,00007875 \text{ eq} = 0,00002125 \text{ eq}$$

$$n \text{ eq H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ reac} = 0,0001 \text{ eq} - 0,0000729 \text{ eq} = 0,0000271 \text{ eq}$$

➤ Cálculos de equivalentes de permanganato de potasio iniciales:

$$n \text{ eq KMnO}_4 \text{ i} = N \text{ KMnO}_4 \cdot 0,010 \text{ L}$$

$$n \text{ eq KMnO}_4 \text{ i} = 0,009 \text{ eq/L} \cdot 0,010 \text{ L}$$

$$n \text{ eq KMnO}_4 \text{ i} = 0,00009 \text{ eq}$$

➤ Cálculos de equivalentes de permanganato de potasio que reaccionaron:

$$n \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ reac} = n \text{ eq KMnO}_4 \text{ exc}$$

$$n \text{ eq KMnO}_4 \text{ reac} = n \text{ eq KMnO}_4 \text{ i} - n \text{ eq KMnO}_4 \text{ exc}$$

$$n \text{ eq KMnO}_4 \text{ reac} = 0,00009 \text{ eq} - 0,0000271 \text{ eq} = 0,0000629 \text{ eq}$$

$$n \text{ eq KMnO}_4 \text{ reac} = 0,00009 \text{ eq} - 0,0002125 \text{ eq} = 0,0006875 \text{ eq}$$

➤ Cálculo de demanda química de oxígeno (DQO):

$$n \text{ KMnO}_4 = \frac{m}{\frac{M}{i}}$$

$$0,0000629 \text{ eq} = \frac{m}{\frac{158,034 \text{ g/mol}}{5}}$$

$$m = \frac{0,0000629 \text{ eq} \cdot 158,034 \text{ g/mol}}{5} = 0,001988 \text{ g}$$

$$1,988 \text{ mg} \text{ — } 25,00 \text{ mL}$$

$$x \text{ — } 1000 \text{ mL}$$

$$x = \frac{1,988 \text{ mg} \cdot 1000 \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} = 79,5227 \text{ mg}$$

$$\text{DQO} = \frac{1 \text{ KMnO}_4}{3,9}$$

$$\text{DQO} = \frac{79,5227 \text{ mg/L}}{3,9}$$

$$\text{DQO} = 20,4 \text{ mg O}_2/\text{L}$$

➤ Cálculos de la concentración de tiosulfato de sodio pentahidratado:

$$M = \frac{m}{M \cdot V} \quad M = \frac{1,2524 \text{ g}}{248,11 \text{ g/mol} \cdot 0,50000 \text{ L}} = 0,010095 \text{ mol/L}$$

$$\delta M = \left(\frac{\delta m}{m} + \frac{\delta V}{V} \right) \cdot M$$

$$\delta M = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{1,2524 \text{ g}} + \frac{0,25 \text{ mL}}{500,00 \text{ mL}} \right) \cdot 0,010096 \text{ mol/L} = 0,000006 \text{ mol/L}$$

$$M = (0,010096 \pm 0,000006) \text{ mol/L}$$

➤ Cálculos para la determinación de la concentración de dióxígeno en agua (expresada en ppm)

$$V_{g1} = 7,20 \text{ mL}$$

$$7,20 \text{ mL} \cdot 1,6 = 11,52 \text{ ppm}$$

$$\delta [\text{O}_2] = \left(\frac{\delta M \text{ tiosulfato}}{M \text{ tiosulfato}} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot [\text{O}_2]$$

$$\delta[\text{O}_2] = \left(\frac{0,000006 \text{ mol/L}}{0,010095 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{7,20 \text{ mL}} \right) \cdot 11,52 \text{ ppm} = 0,1 \text{ ppm}$$

$$C = (11,5 \pm 0,1) \text{ ppm}$$

$$V_{g_2} = 8,60 \text{ mL}$$

$$8,60 \text{ mL} \cdot 1,6 = 13,76 \text{ ppm}$$

$$\delta[\text{O}_2] = \left(\frac{\delta M \text{ tiosulfato}}{M \text{ tiosulfato}} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot [\text{O}_2]$$

$$\delta[\text{O}_2] = \left(\frac{0,000006 \text{ mol/L}}{0,010095 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{8,60 \text{ mL}} \right) \cdot 13,76 \text{ ppm} = 0,1 \text{ ppm}$$

$$C = (13,8 \pm 0,1) \text{ ppm}$$

$$V_{g_1} = 7,25 \text{ mL}$$

$$7,25 \text{ mL} \cdot 1,6 = 11,6 \text{ ppm}$$

$$\delta[\text{O}_2] = \left(\frac{\delta M \text{ tiosulfato}}{M \text{ tiosulfato}} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot [\text{O}_2]$$

$$\delta[\text{O}_2] = \left(\frac{0,000006 \text{ mol/L}}{0,010095 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{7,25 \text{ mL}} \right) \cdot 11,6 \text{ ppm} = 0,1 \text{ ppm}$$

$$C = (11,6 \pm 0,1) \text{ ppm}$$

$$V_{g_2} = 6,50 \text{ mL}$$

$$6,50 \text{ mL} \cdot 1,6 = 10,4 \text{ ppm}$$

$$\delta[\text{O}_2] = \left(\frac{\delta M \text{ tiosulfato}}{M \text{ tiosulfato}} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot [\text{O}_2]$$

$$\delta[\text{O}_2] = \left(\frac{0,000006 \text{ mol/L}}{0,010095 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{6,50 \text{ mL}} \right) \cdot 10,4 \text{ ppm} = 0,1 \text{ ppm}$$

$$C = (10,4 \pm 0,1) \text{ ppm}$$

➤ Cálculos para la preparación de la solución patrón de carbonato de sodio anhidro:

Daniela

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \text{ patrón} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \text{ patrón} = \frac{0,9531 \text{ g}}{105,9875 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ L}} = 0,08992 \text{ mol/L}$$

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

$$\delta M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,9531 \text{ g}} + \frac{0,16 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} \right) \cdot 0,08992 \text{ mol/L} = 0,0002 \text{ mol/L}$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 = (0,0899 \pm 0,0002) \text{ mol/L}$$

Kiara

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \text{ patrón} = \frac{m}{M \cdot V}$$

$$M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \text{ patrón} = \frac{0,9535 \text{ g}}{105,9875 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ L}} = 0,08996 \text{ mol/L}$$

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

$$\delta M \text{Na}_2\text{CO}_3 = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,9535 \text{ g}} + \frac{0,16 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} \right) \cdot 0,08996 \text{ mol/L} = 0,0002 \text{ mol/L}$$

$$M \text{Na}_2\text{CO}_3 = (0,0900 \pm 0,0002) \text{ mol/L}$$

➤ Cálculos para determinar la concentración de ácido sulfúrico (~0,05 mol/L) valorada

$$n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 1$$

$$n \text{H}_2\text{SO}_4 = 1$$

$$\text{En el punto de eq: } n \text{Na}_2\text{CO}_3 = n \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$M \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t = M \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot V_g$$

$$M \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{M \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t}{V_g}$$

$$M_1 \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0899 \text{ mol/L} \cdot 0,01000 \text{ L}}{0,01495 \text{ L}} = 0,06013 \text{ mol/L}$$

$$\delta M \text{H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{\delta M \text{Na}_2\text{CO}_3}{M \text{Na}_2\text{CO}_3} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot M \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$\delta M_1 \text{H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{0,0002 \text{ mol/L}}{0,0899 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,95 \text{ mL}} \right) \cdot 0,06013 \text{ mol/L} = 0,0006 \text{ mol/L}$$

$$M_1 \text{H}_2\text{SO}_4 = (0,0601 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

$$M \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{M \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t}{V_g}$$

$$M_2 \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0899 \text{ mol/L} \cdot 0,01000 \text{ L}}{0,01490 \text{ L}} = 0,06033 \text{ mol/L}$$

$$\delta M \text{H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{\delta M \text{Na}_2\text{CO}_3}{M \text{Na}_2\text{CO}_3} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot M \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$\delta M_2 \text{H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{0,0002 \text{ mol/L}}{0,0899 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,90 \text{ mL}} \right) \cdot 0,06033 \text{ mol/L} = 0,0006 \text{ mol/L}$$

$$M_2 \text{H}_2\text{SO}_4 = (0,0603 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

$$M \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{M \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t}{V_g}$$

$$M_3 \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0899 \text{ mol/L} \cdot 0,01000 \text{ L}}{0,01490 \text{ L}} = 0,06033 \text{ mol/L}$$

$$\delta M \text{H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{\delta M \text{Na}_2\text{CO}_3}{M \text{Na}_2\text{CO}_3} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot M \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$\delta M_3 \text{H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{0,0002 \text{ mol/L}}{0,0899 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,90 \text{ mL}} \right) \cdot 0,06033 \text{ mol/L} = 0,0006 \text{ mol/L}$$

$$M_3 \text{H}_2\text{SO}_4 = (0,0603 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{prom}} \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{3}$$

$$M_{\text{prom}} \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0601 \text{ mol/L} + 0,0603 \text{ mol/L} + 0,0603 \text{ mol/L}}{3} = 0,0602 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{\text{prom}} \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{\delta M_1 + \delta M_2 + \delta M_3}{3}$$

$$\delta M_{\text{prom}} \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0006 \text{ mol/L} + 0,0006 \text{ mol/L} + 0,0006 \text{ mol/L}}{3}$$

$$M_{\text{prom}} \text{H}_2\text{SO}_4 = (0,0602 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

Kiara

$$M \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t = M \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot V_g$$

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t}{V_g}$$

$$M_1 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0900 \text{ mol/L} \cdot 0,01000 \text{ L}}{0,01480 \text{ L}} = 0,06081 \text{ mol/L}$$

$$\delta M \text{ H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{\delta M \text{ Na}_2\text{CO}_3}{M \text{ Na}_2\text{CO}_3} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot M \text{ H}_2\text{SO}_4$$

$$\delta M_1 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{0,0002 \text{ mol/L}}{0,0900 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,80 \text{ mL}} \right) \cdot 0,06081 \text{ mol/L} = 0,0006 \text{ mol/L}$$

$$M_1 \text{ H}_2\text{SO}_4 = (0,0608 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t}{V_g}$$

$$M_2 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0900 \text{ mol/L} \cdot 0,01000 \text{ L}}{0,01485 \text{ L}} = 0,06060 \text{ mol/L}$$

$$\delta M \text{ H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{\delta M \text{ Na}_2\text{CO}_3}{M \text{ Na}_2\text{CO}_3} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot M \text{ H}_2\text{SO}_4$$

$$\delta M_2 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{0,0002 \text{ mol/L}}{0,0900 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,85 \text{ mL}} \right) \cdot 0,06060 \text{ mol/L} = 0,0006 \text{ mol/L}$$

$$M_2 \text{ H}_2\text{SO}_4 = (0,0606 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{M \text{ Na}_2\text{CO}_3 \cdot V_t}{V_g}$$

$$M_3 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0900 \text{ mol/L} \cdot 0,01000 \text{ L}}{0,01485 \text{ L}} = 0,06060 \text{ mol/L}$$

$$\delta M \text{ H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{\delta M \text{ Na}_2\text{CO}_3}{M \text{ Na}_2\text{CO}_3} + \frac{\delta V_t}{V_t} + \frac{\delta V_g}{V_g} \right) \cdot M \text{ H}_2\text{SO}_4$$

$$\delta M_3 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \left(\frac{0,0002 \text{ mol/L}}{0,0900 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{14,85 \text{ mL}} \right) \cdot 0,06060 \text{ mol/L} = 0,0006 \text{ mol/L}$$

$$M_3 \text{ H}_2\text{SO}_4 = (0,0606 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{prom}} \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{3}$$

$$M_{\text{prom}} \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0608 \text{ mol/L} + 0,0606 \text{ mol/L} + 0,0606 \text{ mol/L}}{3} = 0,06066 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{\text{prom}} \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{\delta M_1 + \delta M_2 + \delta M_3}{3}$$

$$\delta M_{\text{prom}} \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{0,0006 \text{ mol/L} + 0,0006 \text{ mol/L} + 0,0006 \text{ mol/L}}{3}$$

$$M_{\text{prom}} \text{ H}_2\text{SO}_4 = (0,0607 \pm 0,0006) \text{ mol/L}$$

➤ Cálculos para determinar la alcalinidad del agua:

Daniela

En el punto de eq: $n \text{ H}_2\text{SO}_4 = n \text{ CaCO}_3$

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot V_g = \frac{m \text{ CaCO}_3 (g)}{\overline{M} \text{ CaCO}_3}$$

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot V_g \cdot \overline{M} \text{ CaCO}_3 = m \text{ CaCO}_3$$

$$m \text{ CaCO}_3 = 0,0602 \text{ mol/L} \cdot 0,00255 \text{ L} \cdot 100,088 \text{ g/mol} = 0,015364... \text{ g} = 15,36450888 \text{ mg}$$

$$m_2 \text{ CaCO}_3 = 0,0602 \text{ mol/L} \cdot 0,00250 \text{ L} \cdot 100,088 \text{ g/mol} = 0,015063... \text{ g} = 15,063244 \text{ mg}$$

$$m_3 \text{ CaCO}_3 = 0,0602 \text{ mol/L} \cdot 0,00255 \text{ L} \cdot 100,088 \text{ g/mol} = 0,015364... \text{ g} = 15,36450888 \text{ mg}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{m \text{ CaCO}_3 (mg)}{V \text{ toma (L)}}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{15,36450888 \text{ mg}}{0,10000 \text{ L}} = 153,6450888 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{\delta M H_2SO_4}{M H_2SO_4} + \frac{\delta Vg}{Vg} + \frac{\delta Vt}{Vt} \right) \cdot C \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{0,0006 \text{ mol/L}}{0,0602 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{2,55 \text{ mL}} + \frac{0,16 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} \right) \cdot 153,6450888 \text{ mg/L} = 5 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_1 = (154 \pm 5) \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{m \text{ CaCO}_3 \text{ (mg)}}{V \text{ toma (L)}}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{15,063244 \text{ mg}}{0,10000 \text{ L}} = 150,63244 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{\delta M H_2SO_4}{M H_2SO_4} + \frac{\delta Vg}{Vg} + \frac{\delta Vt}{Vt} \right) \cdot C \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{0,0006 \text{ mol/L}}{0,0602 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{2,50 \text{ mL}} + \frac{0,16 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} \right) \cdot 150,632445 \text{ mg/L} = 5 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_2 = (151 \pm 5) \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{m \text{ CaCO}_3 \text{ (mg)}}{V \text{ toma (L)}}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{15,36450888 \text{ mg}}{0,10000 \text{ L}} = 153,6450888 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{\delta M H_2SO_4}{M H_2SO_4} + \frac{\delta Vg}{Vg} + \frac{\delta Vt}{Vt} \right) \cdot C \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{0,0006 \text{ mol/L}}{0,0602 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{2,55 \text{ mL}} + \frac{0,16 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} \right) \cdot 153,6450888 \text{ mg/L} = 5 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_3 = (154 \pm 5) \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{C \text{ mg/L}_1 + C \text{ mg/L}_2 + C \text{ mg/L}_3}{3}$$

$$C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{154 \text{ mg/L} + 151 \text{ mg/L} + 154 \text{ mg/L}}{3} = 153 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{\delta C \text{ mg/L}_1 + \delta C \text{ mg/L}_2 + \delta C \text{ mg/L}_3}{3} = 5 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{5 \text{ mg/L} + 5 \text{ mg/L} + 5 \text{ mg/L}}{3} = 5 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = (153 \pm 5) \text{ mg/L}$$

Kiara

En el punto de eq: $n \text{ H}_2\text{SO}_4 = n \text{ CaCO}_3$

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot Vg = \frac{m \text{ CaCO}_3 \text{ (g)}}{M \text{ CaCO}_3}$$

$$M \text{ H}_2\text{SO}_4 \cdot Vg \cdot \overline{M \text{ CaCO}_3} = m \text{ CaCO}_3$$

$$m \text{ CaCO}_3 = 0,0607 \text{ mol/L} \cdot 0,00120 \text{ L} \cdot 100,088 \text{ g/mol} = 0,00729... \text{ g} = 7,29040992 \text{ mg}$$

$$m_2 \text{ CaCO}_3 = 0,0607 \text{ mol/L} \cdot 0,00125 \text{ L} \cdot 100,088 \text{ g/mol} = 0,00759... \text{ g} = 7,594177 \text{ mg}$$

$$m_3 \text{ CaCO}_3 = 0,0607 \text{ mol/L} \cdot 0,00120 \text{ L} \cdot 100,088 \text{ g/mol} = 0,00729... \text{ g} = 7,29040992 \text{ mg}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{m \text{ CaCO}_3 \text{ (mg)}}{V \text{ toma (L)}}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{7,29040992 \text{ mg}}{0,05000 \text{ L}} = 145,8081984 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{\delta M H_2SO_4}{M H_2SO_4} + \frac{\delta Vg}{Vg} + \frac{\delta Vt}{Vt} \right) \cdot C \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{0,0006 \text{ mol/L}}{0,0607 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{1,20 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} \right) \cdot 145,8081984 \text{ mg/L} = 8 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_1 = (145 \pm 8) \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{m \text{ CaCO}_3 \text{ (mg)}}{V \text{ toma (L)}}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{7,594177 \text{ mg}}{0,05000 \text{ L}} = 151,88354 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{\delta M \text{ H}_2\text{SO}_4}{M \text{ H}_2\text{SO}_4} + \frac{\delta Vg}{Vg} + \frac{\delta Vt}{Vt} \right) \cdot C \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{0,0006 \text{ mol/L}}{0,0607 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{1,25 \text{ mL}} + \frac{0,16 \text{ mL}}{100,00 \text{ mL}} \right) \cdot 151,88354 \text{ mg/L} = 8 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_2 = (151 \pm 8) \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{m \text{ CaCO}_3 \text{ (mg)}}{V \text{ toma (L)}}$$

$$C \text{ mg/L} = \frac{7,29040992 \text{ mg}}{0,05000 \text{ L}} = 145,8081984 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{\delta M \text{ H}_2\text{SO}_4}{M \text{ H}_2\text{SO}_4} + \frac{\delta Vg}{Vg} + \frac{\delta Vt}{Vt} \right) \cdot C \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L} = \left(\frac{0,0006 \text{ mol/L}}{0,0607 \text{ mol/L}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{1,20 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{50,00 \text{ mL}} \right) \cdot 145,8081984 \text{ mg/L} = 8 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_3 = (145 \pm 8) \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{C \text{ mg/L}_1 + C \text{ mg/L}_2 + C \text{ mg/L}_3}{3}$$

$$C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{145 \text{ mg/L} + 151 \text{ mg/L} + 145 \text{ mg/L}}{3} = 147 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{\delta C \text{ mg/L}_1 + \delta C \text{ mg/L}_2 + \delta C \text{ mg/L}_3}{3} = 5 \text{ mg/L}$$

$$\delta C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = \frac{8 \text{ mg/L} + 8 \text{ mg/L} + 8 \text{ mg/L}}{3} = 8 \text{ mg/L}$$

$$C \text{ mg/L}_{\text{prom}} = (147 \pm 8) \text{ mg/L}$$

➤ Cálculos para la determinación de sólidos en agua:

Daniela

$$22,1 \text{ mg} \text{ ----- } 0,02000 \text{ L}$$

$$x \text{ ----- } 1 \text{ L}$$

$$x = \frac{22,1 \text{ mg} \cdot 1 \text{ L}}{0,02000 \text{ L}} = 1105 \text{ mg}$$

$$ST \text{ (mg/L)} = \frac{m_2 \text{ (mg)} - m_1 \text{ (mg)}}{V \text{ (mL)}} \cdot 1000$$

$$ST \text{ (mg/L)} = \frac{35012,0 \text{ mg} - 34989,9 \text{ mg}}{20,00 \text{ mL}} \cdot 1000 = 1105 \text{ mg/L}$$

$$STF \text{ (mg/L)} = \frac{m_3 \text{ (mg)} - m_1 \text{ (mg)}}{V \text{ (mL)}} \cdot 1000$$

$$STF \text{ (mg/L)} = \frac{35010,8 \text{ mg} - 34989,9 \text{ mg}}{20,00 \text{ mL}} \cdot 1000 = 1045 \text{ mg/L}$$

$$STV \text{ (mg/L)} = ST - STF$$

$$STV \text{ (mg/L)} = 1105 \text{ mg/L} - 1045 \text{ mg/L} = 60 \text{ mg/L}$$

➤ Cálculos para la preparación de solución de nitrato de plata:

1 mol AgNO_3 — 169,87 g/mol

x — 2,4 g AgNO_3

x = 0,014 mol

$M = n / V$

$$M = \frac{0,014 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,014 \text{ mol/L}$$

Kiara

4,6 mg ----- 0,02000 L

x ----- 1 L

$$x = \frac{4,6 \text{ mg} \cdot 1 \text{ L}}{0,02000 \text{ L}} = 230 \text{ mg}$$

$$\text{ST (mg/L)} = \frac{m_2 \text{ (mg)} - m_1 \text{ (mg)}}{V \text{ (mL)}} \cdot 1000$$

$$\text{ST (mg/L)} = \frac{34829,8 \text{ mg} - 34825,2 \text{ mg}}{20,00 \text{ mL}} \cdot 1000 = 230 \text{ mg/L}$$

$$\text{STF (mg/L)} = \frac{m_3 \text{ (mg)} - m_1 \text{ (mg)}}{V \text{ (mL)}} \cdot 1000$$

$$\text{STF (mg/L)} = \frac{34829,0 \text{ mg} - 34825,2 \text{ mg}}{20,00 \text{ mL}} \cdot 1000 = 190 \text{ mg/L}$$

$$\text{STV (mg/L)} = \text{ST} - \text{STF}$$

$$\text{STV (mg/L)} = 230 \text{ mg/L} - 190 \text{ mg/L} = 40 \text{ mg/L}$$

➤ Cálculos para la preparación de solución de nitrato de plata:

1 mol AgNO_3 — 169,87 g/mol

x — 2,4 g AgNO_3

x = 0,014 mol

$M = n / V$

$$M = \frac{0,014 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,014 \text{ mol/L}$$

➤ Cálculos para la preparación de solución de cromato de potasio:

1 mol K_2CrO_4 — 194,189 g/mol

x — 5,0 g K_2CrO_4

x = 0,0257 mol K_2CrO_4

$M = n / V$

$$M = \frac{0,0257 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,0514 \text{ mol/L}$$

➤ Cálculos para la concentración de cloruro de potasio con su respectivo error:

1 mol KCl — 74,5513 g/mol

x — 0,8246 g KCl

x = 0,011061 mol

$$M_{KCl} = \frac{\text{cantidad química de soluto}}{\text{volumen de solución}}$$

$$M_{KCl} = \frac{0,011061 \text{ mol KCl}}{1 \text{ L}}$$

$$M_{KCl} = 0,011061 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{KCl} = \left(\frac{\delta m}{m} + \frac{\delta v}{v} \right) \cdot M_{KCl}$$

$$\delta M_{KCl} = \left(\frac{0,0001 \text{ g}}{0,8246 \text{ g}} + \frac{0,40 \text{ mL}}{1000,00 \text{ mL}} \right) \cdot 0,011061 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_{KCl} = 0,000006 \text{ mol/L}$$

$$M_{KCl} = (0,011061 \pm 0,000006) \text{ mol/L}$$

➤ Cálculos previos para la valoración de AgNO_3 con KCl como patrón:

$$M_{KCl} \cdot V_{KCl} = M_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3}$$

$$0,011061 \text{ mol/L} \cdot V_{KCl} = 0,014 \text{ mol/L} \cdot 0,008 \text{ L}$$

$$V_{KCl} = \frac{0,014 \text{ mol/L} \cdot 0,008 \text{ L}}{0,011061 \text{ mol/L}} = 0,010 \text{ L}$$

10 mL volumen toma de KCl

➤ Cálculos post-laboratorio de concentración de nitrato de plata con su respectivo error:

$$M_{KCl} \cdot V_{KCl} = M_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3}$$

$$M_{\text{AgNO}_3} = \frac{M_{KCl} \cdot V_{KCl}}{V_{\text{AgNO}_3}} \quad \delta M_{\text{AgNO}_3} = \left(\frac{\delta M_{KCl}}{M_{KCl}} + \frac{\delta V_{\text{toma}}}{V_{\text{toma}}} + \frac{\delta V_{\text{gasto}}}{V_{\text{gasto}}} \right) \cdot M_{\text{AgNO}_3}$$

$$M_1 \text{ AgNO}_3 = \frac{0,011061 \text{ mol/L} \cdot 0,010 \text{ L}}{0,00940 \text{ L}} = 0,01176 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_1 \text{ AgNO}_3 = \left(\frac{0,000006 \text{ mol/L}}{0,011061 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{9,40 \text{ mL}} \right) \cdot 0,01176 \text{ mol/L} = 0,0001 \text{ mol/L}$$

$$M_1 \text{ AgNO}_3 = (0,0118 \pm 0,0001) \text{ mol/L}$$

$$M_2 \text{ AgNO}_3 = \frac{0,011061 \text{ mol/L} \cdot 0,010 \text{ L}}{0,00935 \text{ L}} = 0,01183 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_2 \text{ AgNO}_3 = \left(\frac{0,000006 \text{ mol/L}}{0,011061 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{9,35 \text{ mL}} \right) \cdot 0,01183 \text{ mol/L} = 0,0001 \text{ mol/L}$$

$$M_2 \text{ AgNO}_3 = (0,0118 \pm 0,0001) \text{ mol/L}$$

$$M_3 \text{ AgNO}_3 = \frac{0,011061 \text{ mol/L} \cdot 0,010 \text{ L}}{0,00930 \text{ L}} = 0,01189 \text{ mol/L}$$

$$\delta M_3 \text{ AgNO}_3 = \left(\frac{0,000006 \text{ mol/L}}{0,011061 \text{ mol/L}} + \frac{0,04 \text{ mL}}{10,00 \text{ mL}} + \frac{0,05 \text{ mL}}{9,30 \text{ mL}} \right) \cdot 0,01189 \text{ mol/L} = 0,0001 \text{ mol/L}$$

$$M_3 \text{ AgNO}_3 = (0,0119 \pm 0,0001) \text{ mol/L}$$

$$M_{\text{prom AgNO}_3} = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{3}$$

$$M_{\text{prom AgNO}_3} = \frac{0,0118 \text{ mol/L} + 0,0118 \text{ mol/L} + 0,0119 \text{ mol/L}}{3} = 0,0118 \text{ mol/L}$$

$$\delta M \text{ prom AgNO}_3 = \frac{\delta M1 + \delta M2 + \delta M3}{3}$$

$$\delta M \text{ prom AgNO}_3 = \frac{0,0001 \text{ mol/L} + 0,0001 \text{ mol/L} + 0,0001 \text{ mol/L}}{3} = 0,0001 \text{ mol/L}$$

$$M \text{ promedio AgNO}_3 = (0,0118 \pm 0,0001) \text{ mol/L}$$

➤ Cálculos para determinar la concentración de cloruros en la muestra según la técnica de DINAMA:

$$Cl^-_{(\text{mg/L})1} = \frac{[(A-B) \cdot N \cdot \bar{M}]}{\text{volumen de muestra (mL)}} \quad A: Vg \text{ de AgNO}_3 \quad B: Vg \text{ de AgNO}_3 \text{ en el blanco}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})1} = \frac{[(7,15 \text{ mL} - 0,71 \text{ mL}) \cdot 0,01166 \text{ N} \cdot 35,450 \text{ g/mol}]}{50,00 \text{ mL}}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})1} = 0,053239 \text{ g/L} (.1000)$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})1} = 53,24 \text{ mg/L}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})2} = \frac{[(A-B) \cdot N \cdot \bar{M}]}{\text{volumen de muestra (mL)}}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})2} = \frac{[(7,10 \text{ mL} - 0,71 \text{ mL}) \cdot 0,01166 \text{ N} \cdot 35,450 \text{ g/mol}]}{50,00 \text{ mL}}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})2} = 0,052825 \text{ g/L} (.1000)$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})2} = 52,82 \text{ mg/L}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})3} = \frac{[(A-B) \cdot N \cdot \bar{M}]}{\text{volumen de muestra (mL)}}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})3} = \frac{[(7,05 \text{ mL} - 0,71 \text{ mL}) \cdot 0,01166 \text{ N} \cdot 35,450 \text{ g/mol}]}{50,00 \text{ mL}}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})3} = 0,052412 \text{ g/L} (.1000)$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L})3} = 52,41 \text{ mg/L}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L}) \text{ prom}} = \frac{Cl^-_{(\text{mg/L})1} + Cl^-_{(\text{mg/L})2} + Cl^-_{(\text{mg/L})3}}{3}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L}) \text{ prom}} = \frac{53,24 \text{ mg/L} + 52,82 \text{ mg/L} + 52,41 \text{ mg/L}}{3}$$

$$Cl^-_{(\text{mg/L}) \text{ prom}} = 52,82 \text{ mg/L}$$

➤ Cálculos estequiométricos para determinar la concentración de cloruros en la muestra de agua:

Según la ecuación explicada anteriormente:

en el punto de eq $n \text{ Ag}^+ = n \text{ Cl}^-$

$$M \text{ AgNO}_3 \cdot Vg \text{ AgNO}_3 = \frac{m \text{ Cl}^-}{\bar{M} \text{ Cl}^-}$$

$$m \text{ Cl}^- = M \text{ AgNO}_3 \cdot Vg \text{ AgNO}_3 \cdot \bar{M} \text{ Cl}^-$$

$$Vg \text{ AgNO}_3 = Vg - Vg \text{ blanco}$$

$$Vg_1 \text{ AgNO}_3 = 7,15 \text{ mL} - 0,71 \text{ mL} = 6,44 \text{ mL}$$

$$m_1 \text{ Cl}^- = 0,01166 \text{ mol/L} \cdot 0,00644 \text{ L} \cdot 35,450 \text{ g/mol} = 0,00266 \text{ g}$$

$$m_1 \text{ Cl}^- (\text{mg}) = 2,66 \text{ mg}$$

$$\text{Cl}^-_1 \text{ mg/L} = \frac{2,66 \text{ mg}}{0,05 \text{ L}} = 53,2 \text{ mg/L}$$

$$m \text{ Cl}^- = M \text{ AgNO}_3 \cdot V_{\text{g AgNO}_3} \cdot \overline{M \text{ Cl}^-}$$

$$V_{\text{g AgNO}_3} = V_{\text{g}} - V_{\text{g blanco}}$$

$$V_{\text{g}_2 \text{ AgNO}_3} = 7,10 \text{ mL} - 0,71 \text{ mL} = 6,39 \text{ mL}$$

$$m_2 \text{ Cl}^- = 0,01166 \text{ mol/L} \cdot 0,00639 \text{ L} \cdot 35,450 \text{ g/mol} = 0,00264 \text{ g}$$

$$m_2 \text{ Cl}^- (\text{mg}) = 2,64 \text{ mg}$$

$$\text{Cl}^-_2 \text{ mg/L} = \frac{2,64 \text{ mg}}{0,05 \text{ L}} = 52,82 \text{ mg/L}$$

$$m \text{ Cl}^- = M \text{ AgNO}_3 \cdot V_{\text{g AgNO}_3} \cdot \overline{M \text{ Cl}^-}$$

$$V_{\text{g AgNO}_3} = V_{\text{g}} - V_{\text{g blanco}}$$

$$V_{\text{g}_3 \text{ AgNO}_3} = 7,05 \text{ mL} - 0,71 \text{ mL} = 6,34 \text{ mL}$$

$$m_3 \text{ Cl}^- = 0,01166 \text{ mol/L} \cdot 0,00634 \text{ L} \cdot 35,450 \text{ g/mol} = 0,002621 \text{ g}$$

$$m_3 \text{ Cl}^- (\text{mg}) = 2,62 \text{ mg}$$

$$\text{Cl}^-_3 \text{ mg/L} = \frac{2,62 \text{ mg}}{0,05 \text{ L}} = 52,4 \text{ mg/L}$$

$$\text{Cl}^-_{\text{prom}} \text{ mg/L} = \frac{\text{Cl}^-_1 \text{ mg/L} + \text{Cl}^-_2 \text{ mg/L} + \text{Cl}^-_3 \text{ mg/L}}{3}$$

$$\text{Cl}^-_{\text{prom}} \text{ mg/L} = \frac{53,2 \text{ mg/L} + 52,82 \text{ mg/L} + 52,4 \text{ mg/L}}{3}$$

$$\text{Cl}^-_{\text{prom}} \text{ mg/L} = 52,81 \text{ mg/L}$$

Medidas de seguridad:

-Para realizar cada una de las partes de esta práctica se utilizaron lentes de seguridad, túnica y guantes además de tener en cuenta las fichas de seguridad de cada una de las sustancias utilizadas.

➤ Fichas de seguridad:

Cromato de potasio (K_2CrO_4):



Palabra clave: Peligro

Frases P: P202: No manipular hasta que se hayan leído y comprendido todas las precauciones de seguridad.

P273: Evítese su liberación al medio ambiente.

P280: Use guantes protectores / ropa protectora / protección ocular / protección facial / protección auditiva.

Ácido sulfúrico (H_2SO_4) 95-97 %:



Palabra clave: Peligro

Frases P: P234: Consérvase únicamente en el embalaje original.

Frases H: H290: Puede ser corrosivo para los metales

Ácido oxálico dihidratado ($C_2H_2O_4 \cdot 2 H_2O$):



Palabra clave: Peligro

P264 Lavarse la piel concienzudamente después de la manipulación.

P270 No coma, beba ni fume cuando utilice este producto.

P280 Use guantes de protección / ropa protectora / protección para los ojos / cara / protección / protección auditiva



Nitrato de plata ($AgNO_3$) 0,01 mol/L:



Palabra clave: Advertencia

Frases H: 290 Puede ser corrosivo para los metales.

Frases P: P234 Consérvase únicamente en el embalaje original.

P264 Lavarse la piel concienzudamente después de la manipulación.

P273 Evítese su liberación al medio ambiente.



Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$) al 1 %:



Palabra clave: Peligro

Frases P: P201 -Obtenga instrucciones especiales antes de su uso.

P202 -No manipular hasta que se hayan leído todas las precauciones de seguridad y comprendido.

Permanganato de potasio (KMnO_4) 0,01 mol/L:



Palabra clave: Peligro

Frases P: P273 Evítese su liberación al medio ambiente

Ácido acético (CH_3COOH) 2 mol/L:



Palabra clave: Peligro

Frases P: -P280 Llevar guantes/ ropa de protección/ equipo de protección para los ojos/ la cara/ los oídos.

Oxalato de potasio ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 1 mol/L:

-No se encontraron resultados.

Cloruro de potasio (KCl) :

-No presenta peligros.

Anaranjado de metilo (heliantina):

-No se encontraron resultados.

Ácido clorhídrico (HCl) 6 mol/L:



Palabra clave: Advertencia

Frases H: H290-Puede ser corrosivo para los metales.

Frases P: P234-Consérvese únicamente en el embalaje original.

P261: Evite respirar el polvo / humo / gas / niebla / vapores / aerosoles.

P264: Lavarse la piel concienzudamente después de la manipulación.

P271: Úselo solo en exteriores o en un área bien ventilada.

Cloruro de bario (BaCl_2) 0,05 mol/L:



Palabra clave: Advertencia

Frases P:-P264 Lavarse la piel concienzudamente después de la manipulación.

-P270 No coma, beba ni fume cuando utilice este producto.

-P280 Use protección para los ojos / la cara.

Ácido nítrico (HNO_3) 69 %:



Palabra clave: Peligro

Frases H:-H272 Puede agravar un incendio; oxidante.

-H290 Puede ser corrosivo para los metales.

Frases P:-P210 Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas abiertas y otras fuentes de ignición. No Fumar.