

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL:

“INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL EQUIPO DE  
TITULACIÓN AUTOMÁTICA EN LA EMPRESA ALS LS PERU S.A.C.  
LIMA”

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

RUIZ GUERRERO, Bladimir

AYACUCHO – PERU

2019

Con gran admiración y respeto a mis padres que siempre estuvieron conmigo en el transcurso de mi vida, porque gracias a su apoyo y a sus constantes consejos hicieron que vaya por el camino correcto. Y finalmente a mis hermanos quienes me impulsaron a seguir adelante.

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi reconocimiento a ALS LS PERU, por la oportunidad y las facilidades que me brindó para la adquisición y enriquecimiento de mis conocimientos. Así mismo mis sinceros agradecimientos al personal docente de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Química por su orientación, dirección técnica y apoyo desinteresadamente.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
OBJETIVOS .....	xii
OBJETIVO GENERAL .....	xii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	xii
CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	1
1.1 LA EMPRESA ALS LS PERU: .....	1
1.2 CREACION DE LA EMPRESA .....	1
1.3 DESARROLLO .....	1
1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	3
1.5 ACCESIBILIDAD .....	4
1.6 LA EMPRESA Y SU ENTORNO .....	4
1.6.1 Naturaleza privada.....	4
1.6.2 Finalidad .....	4
1.6.3 Visión.....	4
1.6.4 Misión.....	4
1.6.5 Resultados.....	5
1.6.6 Política de calidad .....	5
1.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	5
1.8 DESCRIPCION DEL MERCADO.....	8
Relación algunos clientes permanentes de la empresa.....	8
1.9 LABORATORIOS DE ENSAYOS .....	10
1.9.1 Capacidad.....	10
1.9.2 Laboratorios .....	10
1.10 POLITICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO.....	11

1.11 ACTIVIDADES DEL PROFESIONAL.....	12
2 ASPECTOS TEÓRICOS:.....	13
2.1 TITULACIÓN.....	13
2.1.1 TIPOS DE VALORACIONES .....	13
2.2 TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA. ....	14
2.3 MEDIO AMBIENTE .....	15
2.3.1 Concepto del medio ambiente.....	16
2.3.2 Desarrollo histórico del concepto ambiental .....	16
2.3.3 Factores principales .....	16
2.4 AGUA.....	18
2.4.1 Aspectos Generales: .....	18
2.4.2 Aspectos fisicoquímicos .....	18
2.4.3 Calidad del Agua:.....	19
2.4.4 Características físicas: .....	19
2.4.5 La turbiedad: .....	19
2.4.6 Sólidos y residuos: .....	21
2.4.7 Sólidos totales. - .....	21
2.4.8 Color: .....	22
2.4.9 Olor y Sabor:.....	24
2.5 Principales análisis químicos que se realizan en aguas .....	25
2.5.1 Aceites y grasas.....	25
2.5.2 Agentes espumantes .....	26
2.5.3 Alcalinidad.....	27
1.1.2. Acidez.....	32
1.1.3. Medición de pH.....	34
2.5.4 Amonio .....	35
2.5.5 Cianuro .....	36

2.5.6 Cloruros: .....	37
2.5.7 Aluminio .....	38
2.5.8 Arsénico .....	39
2.5.9 Boro .....	40
2.5.10 Cadmio .....	40
2.5.11 Cinc .....	41
2.5.12 Cobre: .....	42
2.6 AIRE .....	43
2.6.1 Propiedades del aire .....	43
2.6.2 Principales tipos de contaminantes del aire .....	44
2.7 SUELO .....	48
2.7.1 Principales análisis químicos que se realizan en suelos .....	49
CAPÍTULO III .....	54
DESEMPEÑO PROFESIONAL .....	54
3 DESCRIPCIÓN Y CONTRIBUCIÓN .....	54
3.1 PUESTA EN MARCHA Y PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO DE TITULACIÓN AUTOMÁTICA .....	54
3.1.1 Resumen .....	54
3.2 TITULADOR AUTOMÁTICO .....	56
3.2.1 Características del equipo. ....	62
3.2.2 Hardware: .....	62
3.2.3 Software: .....	62
3.2.4 Comandos: .....	63
3.2.5 Métodos: .....	63
3.2.6 Procedimiento de Operación .....	63
3.2.7 Partes del titulador .....	65
3.3 PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO .....	66

3.3.1 Calibración del electrodo: .....	66
Se programa los siguientes métodos por actividad .....	69
i. Programa para transporte de vasos.....	69
ii. Método lavado.....	70
iii. Programas principales .....	70
3.3.2 Programa de transporte.....	70
3.3.3 Método regresar el vaso del lugar del trabajo hacia los racks. ....	72
3.3.4 Lavado o limpieza del electrodo. ....	73
3.3.5 Programar el método de medición, de estandarización, pH, alcalinidad y acidez .....	74
3.3.6 Programa del método de Alcalinidad .....	78
3.4 RESULTADOS OBTENIDOS CON LA PROGRAMACIÓN REALIZADA.....	82
3.4.1 Verificación del electrodo.....	82
3.4.2 Resultados obtenidos en estandarización.....	84
1.1.4. Resultados obtenidos de alcalinidad.....	87
3.4.3 Resultados obtenidos de acidez.....	88
CAPITULO IV .....	93
4 APORTES:.....	93
4.1 Elaboración de manual de uso del equipo de titulación automática .....	93
4.2 Compartir la programación elaborada en el titulador con otras sedes.....	94
4.3 Investigación de métodos.....	95
4.4 Puesta en marcha del equipo de titulación automática. ....	95
4.5 EN EL ASPECTO ACTITUDINAL .....	96
CONCLUSIONES:.....	97
RECOMENDACIONES:.....	98
Bibliografía .....	99
ANEXOS .....	100

ANEXO N° 01: DISTRIBUCION DE AREAS EN EL LABORATORIO ...	101
ANEXO 02: RELACION DE METODOS ACREDITADOS .....	102
ANEXO 03: DISCIPLINAS Y SUB DISCIPLINAS .....	107
ANEXO 04 .....	108
ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE ACIDEZ.....	108
ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD.....	108

## **RESUMEN**

El informe “EXPERIENCIA PROFESIONAL ELABORADA EN LA EMPRESA ALS LS PERU S.A.C.- LIMA”, se desarrolló con el fin de fomentar y conocer los análisis e investigaciones realizados.

“La instalación y puesta en marcha de un equipo de titulación automática”, se orienta a la instalación y programación del equipo para el análisis de 3 parámetros pH, alcalinidad y acidez, donde mi principal función, fue la programación y poner en condiciones óptimas el equipo con fines de garantizar la calidad, rapidez, confiabilidad e imparcialidad de los resultados.

ALS LS PERU.S.A.C es una empresa de servicios de análisis químico y microbiológico, cuyos principales clientes están en el sector privado y público.

Entre sus principales actividades esta la línea medioambiental, la línea de minerales, la empresa también presta los servicios de muestreo, monitoreo, análisis, interpretación de resultados.

Además, se incluye el control de los residuos sólidos y efluentes generados durante todo proceso productivo y de investigación.

La experiencia adquirida es muy importante ya que es aquí donde se desarrollan todas las capacidades y enseñanzas impartidas en las aulas de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia. Nos brinda desenvolvimiento con los procedimientos, sentido de la responsabilidad, así como el aprender los análisis e investigaciones relacionadas con temas medioambientales.

De acuerdo al conjunto de operaciones realizadas en el laboratorio de control de calidad, se observó que la calidad del agua, aire, suelo son consideradas las más importantes de tomar en consideración para el ser vivo.

# INTRODUCCIÓN

El presente informe es el resultado de la experiencia profesional desarrollada en la empresa ALS LS PERU S.A.C ubicado en la Av. Argentina, Urb. Mirones; distrito de Cercado de Lima, provincia y departamento de Lima.

En los últimos años, se ha incrementado la responsabilidad y conciencia medioambiental en nuestro país debido al cambio climático y a nivel mundial, existe muchos países mucho más avanzados en temas medio ambientales, como también existen otros que aún se resisten a esta responsabilidad.

El Perú es uno de los principales exportadores a nivel mundial de metales, al ser un país polimetálico, y en etapa de desarrollo, genera muchos residuos sólidos, gaseosos y líquidos los cuales alteran el medio ambiente, la responsabilidad medioambiental no podría ser dejada de lado; ya que esto influirá en las generaciones venideras y en la salud pública.

Y aquí la participación de la empresa ALS LS PERÚ, en el monitoreo, análisis y reporte de resultados empleando su cuádruple certificación: “Seguridad y Salud en el Trabajo” OHSAS 18001, “Gestión de la Calidad” ISO 9001, “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración” ISO 17025, “Gestión ambiental” ISO 14001 es una empresa confiable.

En este informe, se muestra una descripción general de la empresa, el planteamiento técnico de la experiencia profesional, para el desenvolvimiento del futuro ingeniero químico en la industria medioambiental.

El presente informe consta de cuatro capítulos que trata temas relacionados con las actividades que desarrollé. Capítulo I. Aspectos generales de la empresa tales como ubicación geográfica y organización.

Capítulo II. Revisión bibliográfica de temas relacionados al análisis de agua, aire y suelos

Capítulo III. Descripción de los procesos usados para el análisis.

Capítulo IV. Aportes realizados durante mi permanencia en los laboratorios de la empresa ALS LS PERU S.A.C

# **OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

Instalar, puesta en marcha y estandarización del equipo de titulación automática en la empresa ALS LS PERU S.A.C. Lima

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Calibrar, verificar y estandarizar las soluciones para trabajar con el equipo.
- ✓ Conocer los parámetros y métodos que se usan para el análisis de muestras medioambientales.
- ✓ Implementar, modificar y validar los nuevos métodos analíticos.
- ✓ Realizar aportes con los conocimientos obtenidos en la universidad, a fin de resolver los problemas que estén y los que se generan durante el trabajo.

# **CAPÍTULO I GENERALIDADES**

## **1.1 LA EMPRESA ALS LS PERU:**

ALS LS PERU S.A.C. Con nombre comercial ALS LIFE SCIENCES provee una amplia gama de servicios de análisis sofisticados y de última generación al mercado del Medio Ambiente y de minerales.

## **1.2 CREACION DE LA EMPRESA**

El origen de Corplab se remonta al año 1994, como una empresa familiar, bajo el nombre de Mercotec, comienza a brindar servicio de análisis de contaminantes ambientales a las industrias de la Provincia de Buenos Aires, hasta que en 1998 llega a ser el primer laboratorio certificado bajo normas ISO 9001 del país, abriendo las puertas a grandes empresas y proyectos ambientales a nivel nacional. (Corplab, 2014)

## **1.3 DESARROLLO**

En el año 2000 se presenta el primer plan estratégico de Mercotec, que lo impulsa hacia mercados externos, allí la empresa cambia su nombre a Corporación Laboratorios Ambientales de Latinoamérica (Corplab).

A partir de ese momento el crecimiento veloz y el éxito fue posicionando a Corplab al frente de la industria en Latinoamérica:

Desde el año 2002 consolida su presencia en Perú, inicialmente con laboratorios en las ciudades de Lima, y luego en Pisco y Arequipa.

En 2004 se instala un laboratorio en Quito, Ecuador para brindar servicios a las empresas petroleras de la región.

En el año 2005 se inaugura un laboratorio ambiental modelo de 1200 m<sup>2</sup> en Buenos Aires, fortaleciendo su presencia desde el año 2009 con un laboratorio en la provincia de San Juan para satisfacer las demandas de la industria minera.

En este mismo año se inaugura un laboratorio en la ciudad de São Paulo y un año después se adquiere un laboratorio en la ciudad de Salvador, Bahía. Las superficies de los laboratorios en Brasil se quintuplicaron en los últimos años para hacer frente al crecimiento en el mercado brasilero.

El staff de la empresa cuenta con más de 500 personas trabaja desde sus laboratorios ubicados en 7 países estratégicamente ubicados en toda Latinoamérica procesando más de 160 000 muestras al año y siendo el único laboratorio del mercado con una cuádruple certificación simultánea en Argentina, Brasil, Perú y Ecuador, con el reconocimiento del International Laboratory Accreditation Cooperation e International Accreditation Forum: ISO 17025, ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001.

En diciembre del 2012 Corplab anuncia que se ha completado la integración con ALS en Latinoamérica. Tomando el nombre de ALS CORPLAB S.A.C

ALS es uno de los mayores y más diversificados proveedores de servicios analíticos, con laboratorios estratégicamente ubicados alrededor del mundo. Posee operaciones en más de 350 localidades en 55 países y en 6 continentes.

Con más de 13 000 colaboradores el Grupo ALS apostó al crecimiento en la región a través de su integración con Corplab. Al sumarse a las operaciones ya existentes de ALS en Perú, Chile y México, la entidad combinada constituye el mayor grupo de laboratorios medioambientales en Latinoamérica. (Corplab, 2014)

El 2017 ALS CORPLAB adopta el nombre de ALS LS PERU S.A.C

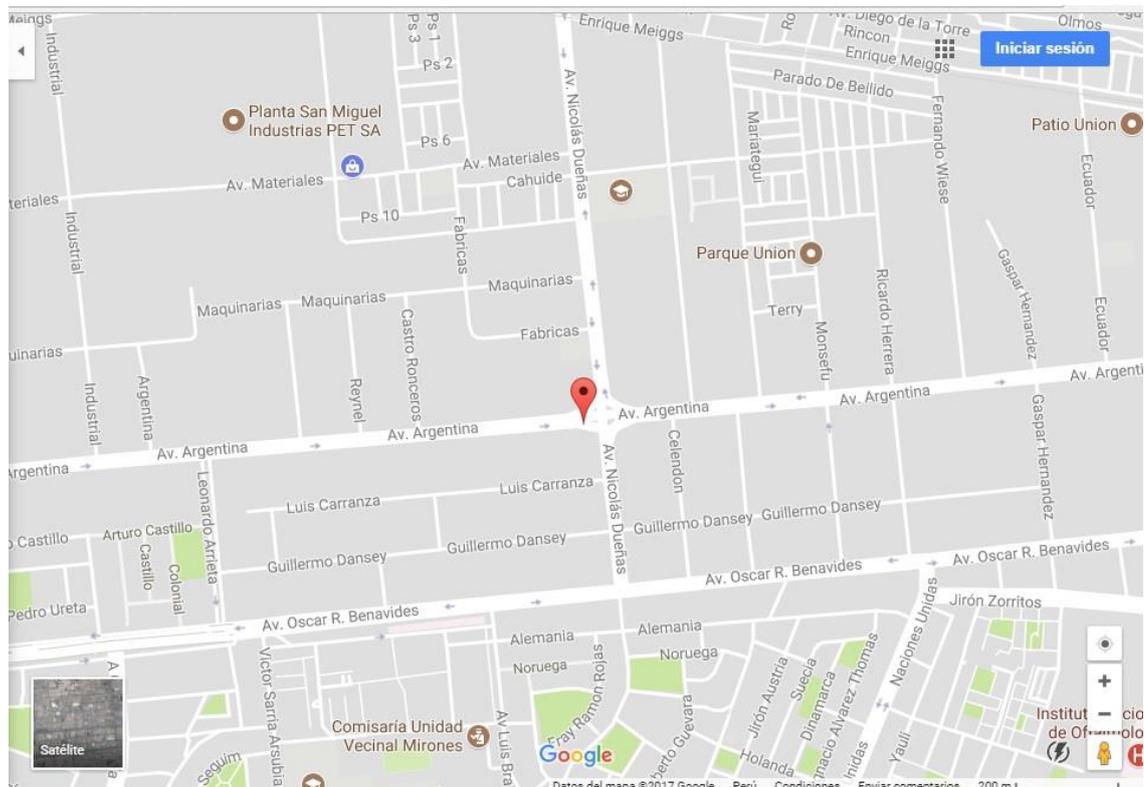
## 1.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los laboratorios de ALS LS PERU:

- ✓ Región : Lima Metropolitana
- ✓ Departamento : Lima
- ✓ Provincia : Lima
- ✓ Distrito : Lima
- ✓ Ciudad : Cercado de Lima
- ✓ Sector : Mirones
- ✓ Extensión : 3000 m<sup>2</sup> aproximadamente.

La empresa ALS LS PERU S.A.C. se ubica en la siguiente dirección.

Av. Argentina N° 1859. Cercado Lima. Perú,



**Figura 1: Ubicación de la empresa ALS LS PERU S.A.C**

## **1.5 ACCESIBILIDAD**

Al ser una empresa que está ubicado en un distrito de la Capital de Perú, la accesibilidad está garantizada Es accesible por vía terrestre. Para poder llegar a los Laboratorios de ALS LS PERU S.A.C., solo tenemos que dirigirnos a la siguiente dirección Av. Argentina N° 1859. Cercado Lima. Perú.

## **1.6 LA EMPRESA Y SU ENTORNO**

### **1.6.1 Naturaleza privada**

ALS LS PERU S.A.C provee una amplia gama de servicios de análisis sofisticados al mercado del Medio ambiente.

### **1.6.2 Finalidad**

La finalidad de ALS LS PERU S.A.C. es realizar análisis químico siempre comprometido con la calidad, seguridad e imparcialidad proporcionando información confiable y oportuna, cumpliendo la segregación de desechos generados de acuerdo con las normas ambientales.

### **1.6.3 Visión**

Ser una empresa de análisis Global número uno de Soporte Técnico. Ser únicos en el mercado mediante el ofrecimiento a clientes globales un servicio analítico minucioso desde la toma de muestras, análisis e interpretación.

### **1.6.4 Misión**

Proveer Servicios Analíticos y Técnicos para ayudar a nuestros clientes a tomar decisiones fundadas.

### **1.6.5 Resultados**

- Superando las expectativas de los clientes
- Haciéndolo mejor
- Honestidad e integridad
- Confiabilidad
- Confidencialidad

### **1.6.6 Política de calidad**

ALS LS PERU S.A.C. es una empresa líder en proveer servicios analíticos y técnicos para ayudar a nuestros clientes a tomar decisiones fundadas.

Para ello, contamos con el personal competente, líneas de producción de alta tecnología y un sistema de calidad auditado constantemente por organizaciones nacionales e internacionales.

Estamos comprometidos con la satisfacción total de nuestros clientes y con la mejora continua de nuestro sistema de calidad a través del trabajo intenso, guardando la confidencialidad e imparcialidad de nuestros clientes.

Realizar nuestras actividades de forma responsable adoptando una actitud ética, moral y en el estricto cumplimiento de la normativa legal y vigente.

## **1.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.**

ALS LS PERU S.A.C. Opera con una estructura organizacional de forma horizontal, basada en la interrelación de diversos departamentos, bajo la dirección de la Gerencia General.

Cada, departamento, presenta a su vez un líder, supervisión y coordinadores con funciones definidas con áreas bajo su cargo.

La estructura y sus departamentos:

- a) Gerente General
- b) Gerencia de Operaciones
- c) Gerencia Técnica
- d) Gerencia de Marketing y ventas
- e) Supervisión Organismo de inspección.

Gerencia y Jefaturas de apoyo

- a) Gerencia de Recursos Humanos y Seguridad
- b) Gerencia de Administración y finanzas
- c) Gerencia Regional de Operaciones
- d) Jefatura de compras y Logística
- e) Jefatura de Calidad y Acreditación

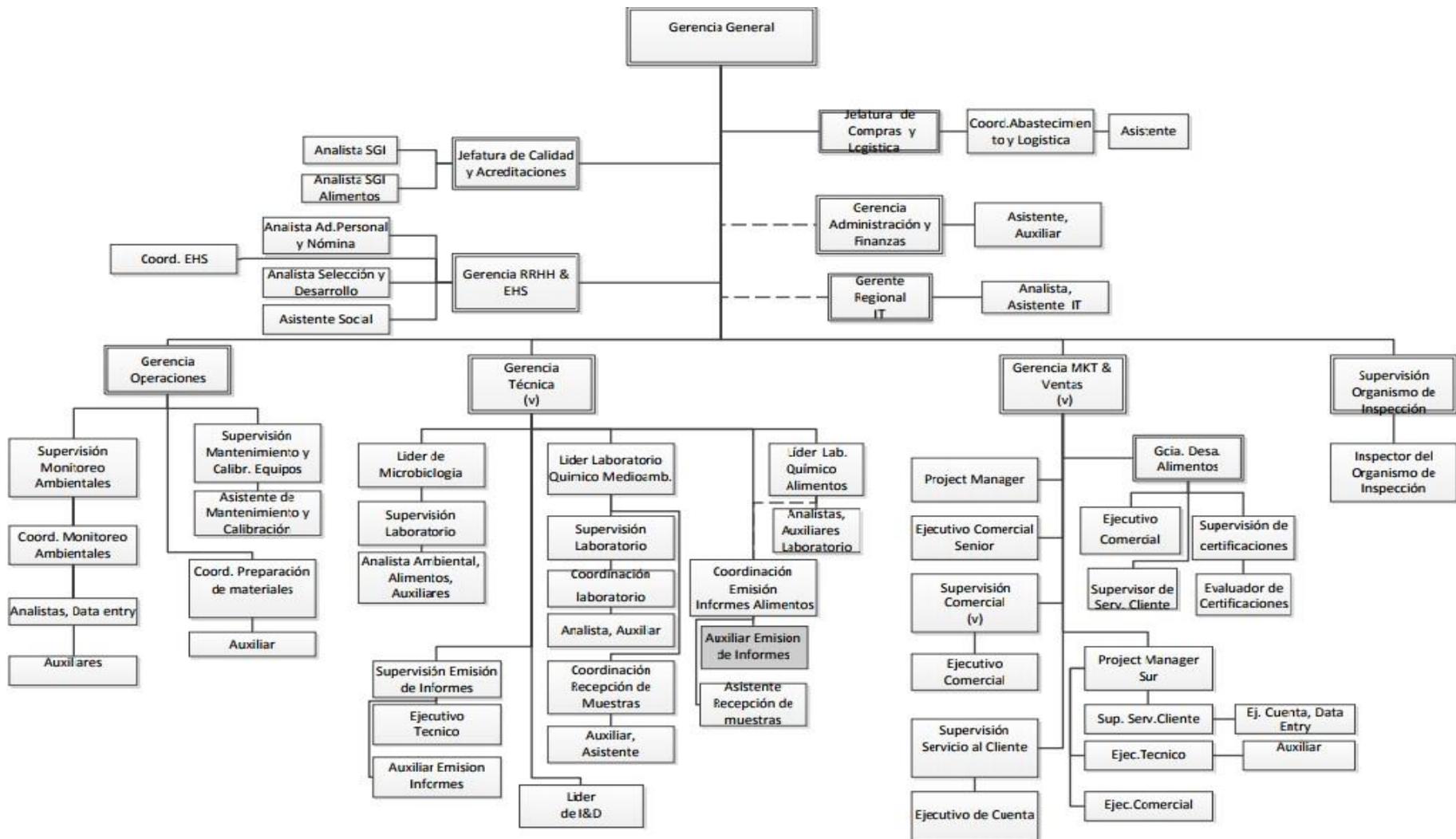


Figura 2: Se representa mediante un organigrama estructural el funcionamiento de la empresa ALS LS PERU S.A.C (Segovia, 2018)

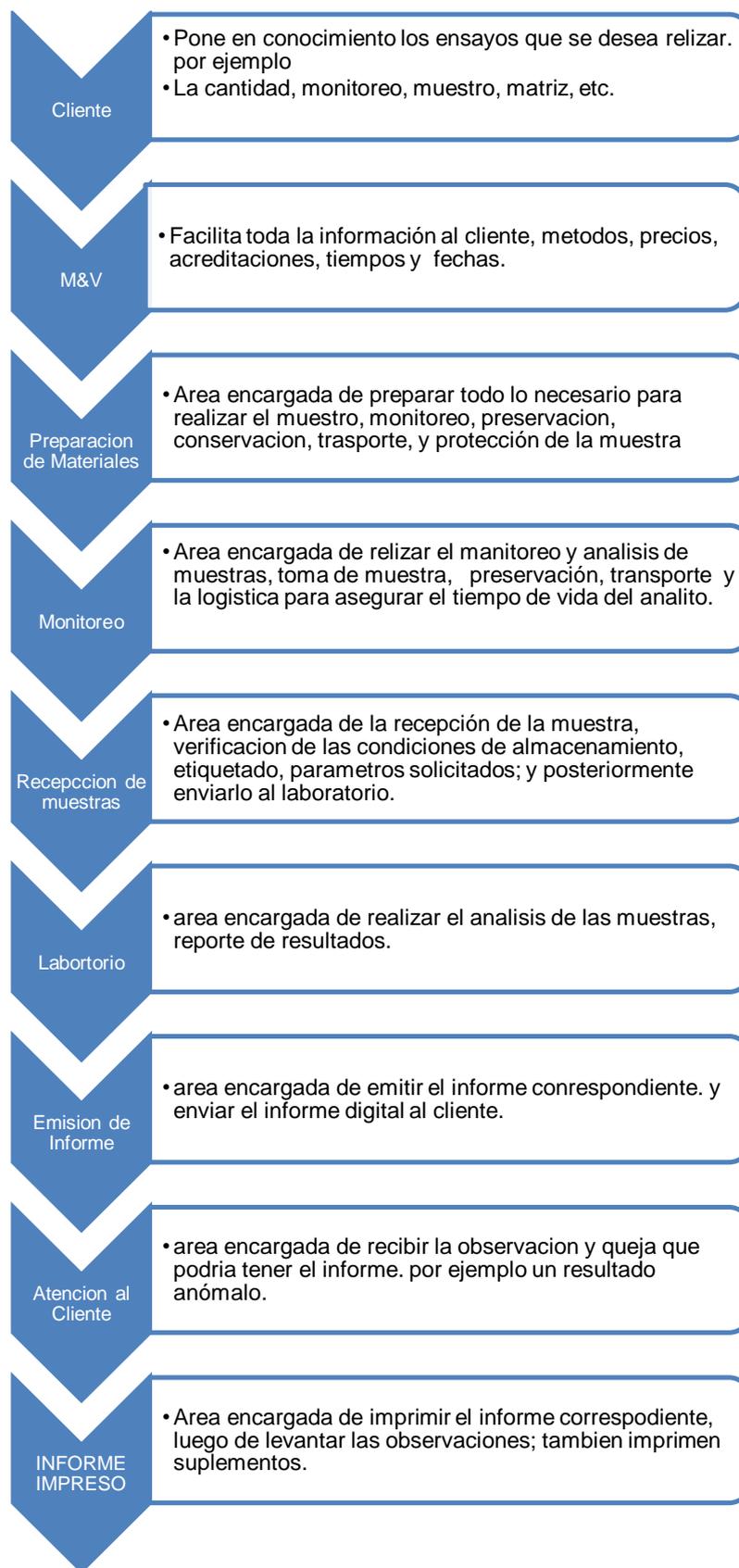
## **1.8 DESCRIPCION DEL MERCADO**

ALS LS PERU S.A.C. provee una amplia gama de servicios de análisis sofisticados y de última generación al mercado del medio ambiente.

Sus principales clientes son empresas privadas, nacionales como internacional.

Relación algunos clientes permanentes de la empresa.

- Sociedad minera cerro verde S.A.A
- Pluspetrol Perú Corporación S.A
- Minería las Bambas S.A.
- Autoridad Nacional del Agua “ANA”
- Hudbay Perú S.A.C
- Plus Petrol Norte S.A.C
- Minera Barrick Misquichilca S.A.
- Minera la Bateas S.A.C
- Grupo Repsol del Perú S.A.C
- Enel Distribución Perú S.A.A
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental “OEFA”
- Antares Contratista S.A
- Minera Golder S.A
- Refinería la Pampilla S.A.A
- Insideo S.A.C
- Aruntani S.A.C



**Figura 3: Flujo grama de pasos a seguir para analizar muestras. (Segovia, 2018)**

## **1.9 LABORATORIOS DE ENSAYOS**

### 1.9.1 Capacidad

La capacidad instalada de los laboratorios en su conjunto es de 10 000 muestras mensuales, que hacen un promedio de 100000 análisis anuales aproximadamente, actualmente estamos operando al 50 y 60% de su capacidad.

### 1.9.2 Laboratorios

La empresa en el sector medioambiente, tiene 4 laboratorios de trabajo, estas son:

Laboratorio fisicoquímico

Laboratorio de orgánicos

Laboratorio de inorgánicos

Laboratorio microbiológico

#### 1.1.1.1. Laboratorios Fisicoquímicos

En este laboratorio se realizan análisis de carácter fisicoquímico, en muestras ambientales, mediante técnicas normalizadas y con ayuda del equipamiento más avanzado. Se utilizan desde técnicas de análisis clásicas, como volumetrías y gravimetrías, hasta las técnicas más sofisticadas, como, cromatografía iónica, electrometrías y electrodos selectivos. Ejemplo alcalinidad, acidez, pH, Nitrógeno Amoniacal, cianuro, etc.

Se analizan 3 matrices, aire, agua y suelo.

#### 1.1.1.2. Laboratorio Orgánico

En este laboratorio se realizan análisis de los compuestos orgánicos tales como los pesticidas, insecticidas, hidrocarburos, que podrían estar en la muestra. Se analizan 3 matrices, aire, agua y suelo.

#### 1.1.1.3. Laboratorios Inorgánicos

En este laboratorio se analizan compuestos inorgánicos presentes en las muestras tales como metales, plomo, mercurio, cadmio, cromo, sodio, etc. Se analizan 3 matrices, aire, agua y suelo.

#### 1.1.1.4. Laboratorio Microbiológico

En este laboratorio se realizan los análisis bacteriológicos de las aguas y suelo; coliformes fecales, coliformes totales. Así como se realizan análisis de colonias heterotróficas, parásitos, etc. Se analizan 2 matrices agua y suelo.

### **1.10 POLITICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO**

ALS LS PERÚ S.A.C., es una empresa del grupo ALS LIMITED, que brinda servicios de ensayos en laboratorio ambiental, así como también in situ, servicios de muestreo y análisis ambientales e inspección, muestreo, análisis y certificaciones de procesos productivos de alimentos en general basados en un Sistema de Gestión Integrado.

Protegiendo la integridad física, la salud y calidad de vida de los trabajadores. Asegurando la protección del entorno natural que pueda verse afectado por las operaciones, mediante una ejecución responsable de servicios y satisfaciendo las expectativas de los clientes. Por ello, se compromete a:

- Desarrollar las actividades de la empresa cumpliendo con todos los requisitos de las versiones vigentes de las normas aplicables a nuestro Sistema de Gestión Integrado (SGI): NTP ISO/IEC 17025, NTP ISO 17020, NTP ISO/IEC 17065, ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001.
- Prevenir incidentes, lesiones, dolencias y enfermedades

## **1.11 ACTIVIDADES DEL PROFESIONAL**

El suscripto desarrolla trabajos de:

- Análisis de muestras, evaluación de datos basados en el aseguramiento y control de la calidad garantizando resultados confiables.
- Mantener los registros actualizados del laboratorio a fin de cumplir con los estándares de calidad.
- Evaluar y verificar los resultados obtenidos de los análisis, para garantizar datos consistentes antes de su reporte y registro en el sistema MY LIMS.
- Participar en la implementación y/o validación de metodologías de análisis requeridas por el laboratorio a fin de ampliar la oferta de análisis.
- Capacitar y entrenar a los analistas, auxiliares y practicantes para un correcto desempeño de las funciones asignadas, a fin de cumplir con las buenas prácticas de laboratorio.
- Realizar el mantenimiento y la verificación a nivel usuario de los equipos e instrumentales de acuerdo con lo programado por el Laboratorio a fin de asegurar el buen funcionamiento de los equipos.
- Informar sobre los inconvenientes que se presenten dentro del análisis con la finalidad de toma de opciones correctivas o preventivas para garantizar el cumplimiento del proceso.
- Participar en el análisis de causa para el sustento de la queja a fin de cumplir con el SGI.

## CAPÍTULO II

### 2 ASPECTOS TEÓRICOS:

#### 2.1 TITULACIÓN

La **titulación o valoración** es un método de análisis químico cuantitativo en el laboratorio que se utiliza para determinar la concentración desconocida de un reactivo a partir de un reactivo con concentración conocida. Debido a que las medidas de volumen desempeñan un papel fundamental en las titulaciones, se le conoce también como análisis volumétrico.

Un reactivo llamado “valorante” o “titulador”, de volumen y concentración conocida (una solución estándar o solución patrón) se utiliza para que reaccione con una solución del analito, de concentración desconocida. Utilizando una bureta calibrada para añadir el valorante es posible determinar la cantidad exacta que se ha consumido cuando se alcanza el punto final. El punto final es el punto en el que finaliza la valoración, y se determina mediante el uso de un indicador. Idealmente es el mismo volumen que en el punto de equivalencia-el número de equivalentes de valorante añadido es igual al número de equivalentes de analito.

##### 2.1.1 TIPOS DE VALORACIONES

Las valoraciones se clasifican por el tipo de objeto a analizar:

Valoraciones ácido-base: Basadas en la reacción de neutralización entre el analito y una disolución de ácido o base que sirve de referencia. Para determinar el punto final, usan un indicador de pH, un pH-metro, o un medidor de conductancia.

Valoraciones redox: Basadas en la reacción de oxidación-reducción o reacción redox entre el analito y una disolución de oxidante o reductor que sirve de referencia. Para determinar el punto final, usan un potenciómetro o un indicador redox aunque a veces o bien la sustancia a analizar o la disolución estándar de referencia tienen un color suficientemente intenso para que no sea necesario un indicador adicional.

Valoraciones de formación de complejos o complexometrías: Basadas en la reacción de formación de un complejo entre el analito y la sustancia valorante. El agente quelante ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es muy usado para titular iones metálicos en disolución. Estas valoraciones generalmente requieren indicadores especializados que forman complejos más débiles con el analito. Un ejemplo es negro de eriocromo T para valoración de iones calcio, magnesio o cobre (II).

Valoraciones de precipitación: Son aquellas basadas en las reacciones de precipitación. Uno de los tipos más habituales son las argentometrías: precipitación de aniones como los halógenos ( F, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>) y el tiocianato (SCN<sup>-</sup>) con el ion plata. Ag<sup>+</sup>. Esta titulación está limitada por la falta de indicadores apropiados.

## **2.2 TITULACIÓN POTENCIOMÉTRICA.**

La titulación potenciométrica se realiza cuando no es posible la detección del punto final de una valoración empleando un indicador visual. Se considera uno de los métodos más exactos, porque el potencial sigue el cambio real de la actividad y, el punto final coincide directamente con el punto de equivalencia. Las principales ventajas del método potenciométrico son su aplicabilidad a soluciones turbias,

florescentes, opacas, coloreadas, cuando sean inaplicables o no se puedan obtener indicadores visuales adecuados.

El método de titulación potenciométrica ácido – base se fundamenta en que los iones hidrógenos presentes en una muestra como resultado de la disociación o hidrólisis de solutos, son neutralizados mediante titulación con un álcali estándar. El proceso consiste en la medición y registro del potencial de la celda (en milivoltios o pH) después de la adición del reactivo (álcali estándar) utilizando un potenciómetro o medidor de pH. Para hallar la concentración del analito se construye una curva de titulación graficando los valores de pH observados contra el volumen acumulativo (mL) de la solución titulante empleada. La curva obtenida debe mostrar uno o más puntos de inflexión (punto de inflexión es aquel en el cual la pendiente de la curva cambia de signo).

### **2.3 MEDIO AMBIENTE**

El ambiente o medioambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos y biológicos externos con los que interactúan los seres vivos. Respecto al ser humano, comprende el conjunto de factores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en su vida y afectarán a las generaciones futuras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como algunas de las culturas. (Wikipedia, 2018)

Es el área condicionada para la vida de diferentes seres vivos donde se incluyen elementos naturales, sociales, así como también componentes

naturales; como lo es el suelo, el agua y el aire ubicados en un lugar y en un momento específico. (Pueblos, 2018)

### **2.3.1 Concepto del medio ambiente**

En la Teoría general de sistemas, un *ambiente* es un complejo de factores externos que actúan sobre un sistema y determinan su curso y su forma de existencia. Un ambiente podría considerarse como un súper conjunto en el cual el sistema dado es un subconjunto. Puede constar de uno o más parámetros, físicos o de otra naturaleza.

### **2.3.2 Desarrollo histórico del concepto ambiental**

1. Hipócrates (460-375 años antes de Cristo), en su obra *Aires, aguas y lugares*, resalta la importancia del ambiente como causa de enfermedad.
2. Thomas Sydenham (1624-1689) y Giovanni Maria Lancisi (1654-1720) formulan la *teoría miasmática*, en la que el *miasma* es un conjunto de emanaciones fétidas de suelos y aguas impuras que son causa de enfermedad.
3. En el siglo XIX, con Edwin Chadwick, William Farr (1807-1883), con la mortalidad de los mineros, John Snow (1813-1858) con *Sobre el modo de transmisión del cólera*, se consolidan la importancia del ambiente en epidemiología y la necesidad de utilizar métodos numéricos.

### **2.3.3 Factores principales**

En la actualidad existen altos niveles de contaminación causados por el hombre. Pero no solo este contamina, sino que también existen factores naturales que, así como benefician, también pueden perjudicar al entorno.

Algunos de estos son:

#### 1.1.1.5. Organismos vivos

Animales de pastoreo como los vacunos son beneficiosos para la vegetación. Sus heces abonan la tierra. Los caprinos, con sus pezuñas y su manera de obtener su alimento erosionan, afectan adversamente, la tierra.

#### 1.1.1.6. Relieve

Existen relieves beneficiosos (como los montes repletos de árboles) y perjudiciales, como los volcanes, que pueden afectar el terreno ya sea por ceniza o por riesgo de explosión magmática.

#### 1.1.1.7. Deforestación

Es un factor que en gran manera afecta a la tierra por que los árboles y plantas demoran mucho en volver a crecer y son elementos importantes para el medio ambiente. Esta se combate pocas veces por medio de la reforestación.

#### 1.1.1.8. Sobre forestación

Este extremo también perjudicial al entorno, pues demasiada vegetación absorbe todos los minerales de la superficie donde se encuentra. De este modo el suelo se queda sin minerales suficientes para su propio desarrollo. Una manera de evitar esto consiste en utilizar la rotación de cultivos adecuada a la zona.

#### 1.1.1.9. Incendios forestales

Se le denomina un tipo de deforestación con efectos adversos masivos y duraderos al terreno. La tierra que ha sido expuesta a incendio forestal demora cientos de años para volver a ser utilizable.

#### 1.1.1.10. Día Mundial del Medio Ambiente

El 5 de junio, se celebra globalmente el Día Mundial del Medio Ambiente.

Este fue establecido por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1972. Es uno de los medios importantes por los cuales la Organización de las Naciones Unidas estimula la sensibilización mundial acerca del entorno.

## **2.4 AGUA**

### **2.4.1 Aspectos Generales:**

El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. Esta influencia no se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también en los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella. (Martel, 2002, pág. 3)

El agua es la única sustancia que existe a temperaturas ordinarias en los tres estados de la materia: sólido, líquido, gaseoso.

### **2.4.2 Aspectos fisicoquímicos**

La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua – que pueden ser de origen natural o antropogénico – define su composición física y química.

Algunos procesos fisicoquímicos que ocurren en el agua pueden ser evaluados si se recurre a los principios de equilibrio químico, incluida la Ley de Acción de Masas y la Ecuación de Nerst o al conocimiento de los mecanismos de reacción y de las proporciones para los procesos irreversibles. (Martel, 2002, pág. 4)

### **2.4.3 Calidad del Agua:**

El término calidad del agua es relativo y sólo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. (Martel, 2002, pág. 4)

Para decidir si un agua califica para un propósito particular en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

### **2.4.4 Características físicas:**

Son llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etc.), Tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua.

Se consideran importantes las siguientes:

- ✓ Turbiedad
- ✓ Sólidos solubles e insolubles
- ✓ Color
- ✓ Olor y sabor
- ✓ Temperatura
- ✓ pH

### **2.4.5 La turbiedad:**

Es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. (Martel, 2002, pág. 5)

La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

Los estándares internos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) establecen que las aguas de consumo humano deben tener preferentemente una UNT y en ningún caso más de 5 UNT. Las guías de Calidad para agua de bebida y las guías de calidad para aguas de consumo humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan como valor guía 5 UNT. La OMS indica, sin embargo, que, para una desinfección eficiente, el agua filtrada debería tener una turbiedad promedio menor o igual a una UNT. (Martel, 2002, pág. 5)

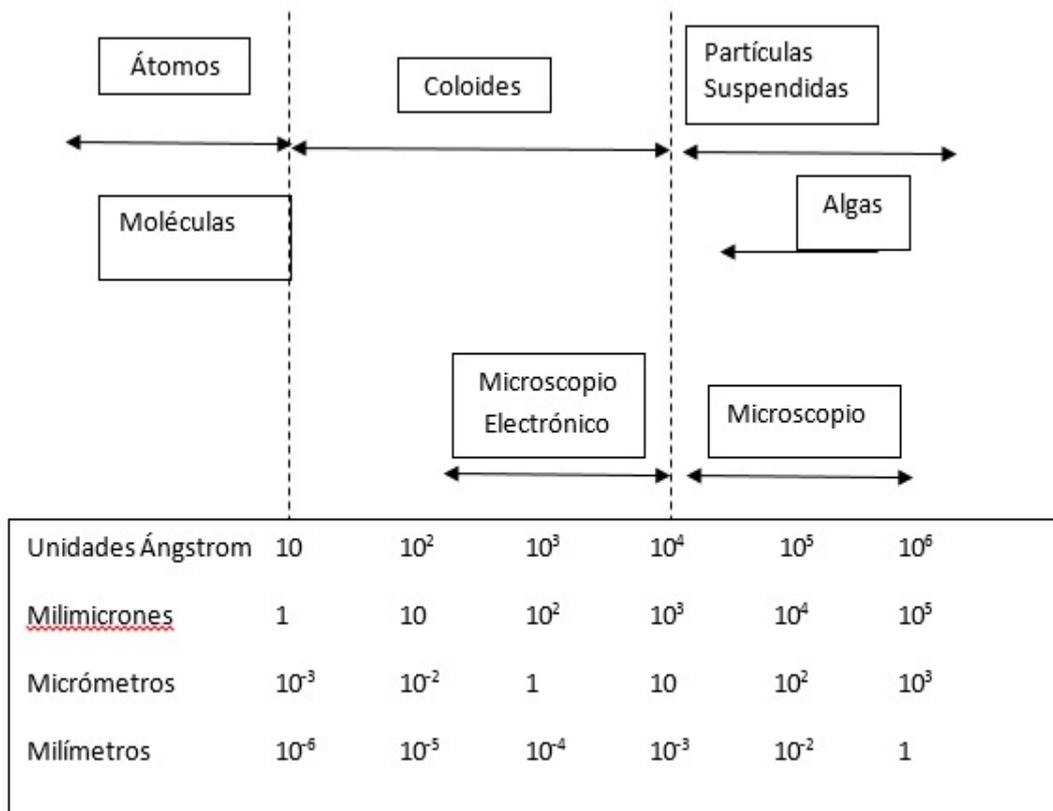


Figura 4: Distribución de tamaños de las partículas en el agua. (Martel, 2002, pág. 7)

#### **2.4.6 Sólidos y residuos:**

Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada. Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos.

Disueltas (hasta una mili micrómetro), en cuyo caso físicamente no influirán en la turbiedad, pero sí podrían definir su color u olor.

Formando sistemas coloidales (1 a 1000 mili micrómetros), que son las causantes de la turbiedad neta del agua.

En forma de partículas suspendidas (por encima de 1000 mili micrómetros), las cuales caen rápidamente cuando el agua se somete a reposo.

Las pruebas analíticas para determinar las formas de los residuos no determinan sustancias químicas específicas y sólo clasifican sustancias que tienen propiedades físicas similares y comportamiento semejante frente a las diferentes condiciones ambientales. (Martel, 2002, pág. 8)

#### **2.4.7 Sólidos totales. -**

Corresponden al residuo remanente después de secar una muestra de agua equivalen a la suma del residuo disuelto y suspendido. El residuo total del agua se determina a 103-105 °C. (Martel, 2002, pág. 8)

Sólidos totales = sólidos suspendidos + sólidos disueltos

Sólidos Totales = Sólidos fijos + Sólidos volátiles

Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 22nd Edition”  
Gravimétricos

#### 1.1.1.11. Sólidos disueltos o residuos disueltos. -

Más conocidos como sólidos filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada. (Martel, 2002, pág. 9)

Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro ( $1\mu$ ).

Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C, 22nd Edition”  
Gravimétricos

#### 1.1.1.12. Sólidos en Suspensión.

Corresponden a los sólidos presentes en un agua residual, exceptuados los solubles y los sólidos en fino estado coloidal. Se considera que los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que son retenidos mediante una filtración en el análisis de laboratorio. (Martel, 2002, pág. 9)

Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Edition”  
Gravimétricos

### 2.4.8 **Color:**

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella.

Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, etc. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas:

- ✓ La extracción acuosa de sustancias de origen vegetal
- ✓ La descomposición de la materia
- ✓ La materia orgánica del suelo
- ✓ La presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos
- ✓ Una combinación de lo anterior.

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados. (Martel, 2002, pág. 9)

Se denomina color aparente a aquel que presenta el agua cruda o natural y color verdadero al que queda luego de que el agua ha sido filtrada.

Existen muchos métodos de remoción del color. Los principales son la coagulación por compuestos químicos como el alumbre y el sulfato férrico a pH bajos y las unidades de contacto o filtración ascendente.

Debido a que el color de agua se origina, en muchos casos, por la presencia de compuestos de naturaleza orgánica, se recomienda que la desinfección se realice luego de que este haya sido removido, para evitar que la aplicación de cloro como desinfectante pueda dar origen a la formación de trihalometanos, compuestos que tienen efecto cancerígeno en animales. (Martel, 2002, pág. 9)

Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120-C, 22nd Edition.”  
Espectrofotometría Molecular

#### 2.4.9 Olor y Sabor:

El sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua”.

Estas características constituyen el motivo principal y rechazo por parte del consumidor.

En términos prácticos, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos. Por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua. (Martel, 2002, pág. 10)

**Tabla 1: Olores Característicos del agua. (Martel, 2002, pág. 11)**

Naturaleza	Origen
Olor balsámico	Flores
Dulzor	Coelopharium
Olor Químico	Aguas residuales industriales
Olor a Cloro	Cloro libre
Olor a hidrocarburo	Refinería de petróleo
Olor medicamentoso	Fenol, yodoformo
Olor a azufre	Ácido sulfhídrico, H <sub>2</sub> S
Olor a pescado	Pescado, mariscos
Olor séptico	Alcantarilla
Olor a tierra	Arcillas Húmedas
Olor fecaloide	Retrete, alcantarilla
Olor a moho	Cueva húmeda
Olor a legumbres	Hierbas, hojas en descomposición

Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas o provenir de descargas de desechos industriales.

En el agua se pueden considerar cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo.

En la tabla 2 se tiene los límites de percepción de algunas sales y compuestos presentes en el agua:

**Tabla 2: Límites de percepción de algunas sales y compuestos en el agua (mg/L) (Martel, 2002, pág. 12)**

Sustancia	Netamente reconocible	Debidamente perceptible	No apreciable
CaCl <sub>2</sub>	600	300	150
MgCl <sub>2</sub>	100	60	-
FeSO <sub>4</sub>	-	3,5	1,75
CuSO <sub>4</sub>	7	3,5	1,75
H <sub>2</sub> S	1,15	0,55	0,3
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4	2	1
Cl <sub>2</sub>	0,1	0,05	0,05

## 2.5 Principales análisis químicos que se realizan en aguas

### 2.5.1 Aceites y grasas

La presencia de aceites y grasas en el agua puede alterar su calidad estética (olor, sabor y apariencia).

El contenido de aceites y grasa en el agua se determina en el laboratorio mediante la extracción de todo el material soluble en un solvente orgánico tal como el

hexano. Los resultados se reportan como mg/L de MEH (material extraíble en hexano).

Las normas de calidad de agua recomiendan que los aceites y grasa estén ausentes en el agua para consumo humano, más por razones de aceptabilidad que porque exista algún riesgo de daño a la salud.

Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Edición”.  
Gravimétrico

Fundamento:

Los aceites y grasas disueltas o emulsificados son extraídos del agua por contacto íntimo con un solvente extractor. Algunos extraíbles, especialmente grasas insaturadas y ácidos grasos se oxidan fácilmente; por lo tanto, se incluyen precauciones especiales respecto a los efectos de temperatura y desplazamiento por vapor de solvente.

Algunos solventes orgánicos agitados con las muestras pueden formar emulsiones que son muy difíciles de romper. Este método incluye medios para manejar dichas emulsiones. La recuperación de los solventes es discutida. La recuperación del solvente puede reducir tanto la emisión de vapores a la atmósfera como los costos.

### **2.5.2 Agentes espumantes**

Entre los agentes espumantes se agrupa a todos los compuestos tensoactivos que, por su naturaleza, en mayor o en menor grado, producen espuma cuando el agua

es agitada. La causa principal reside en la presencia de residuos de los detergentes domésticos.

Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540-C, 22nd Edition”.  
Espectrofotometría Molecular

Fundamento:

Las sustancias activas al azul de metileno (SAAM) un colorante catiónico, transfieren el azul de metileno desde una solución acuosa a un líquido inmiscible en equilibrio. Esto ocurre durante la formación de un par iónico entre el anión (SAAM) y el catión azul de metileno. La intensidad del color resultante es una medida de las sustancias activas al azul de metileno. Los tensoactivos aniónicos se encuentran entre las muchas sustancias naturales y sintéticas activas al azul de metileno. El método es relativamente simple y preciso, comprende tres extracciones sucesivas desde un medio acuoso ácido con exceso de azul de metileno a una fase orgánica de cloroformo, seguida de la lectura del color azul de dicha fase orgánica mediante espectrofotometría a 652 nm. El método es aplicable a una concentración de SAAM de hasta 0,025 mg / L

### **2.5.3 Alcalinidad**

Es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad.

La alcalinidad está influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica.

Por lo general, está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico, con tendencia a que

prevalezcan los iones de bicarbonato. De ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un pH relativamente alto o viceversa.

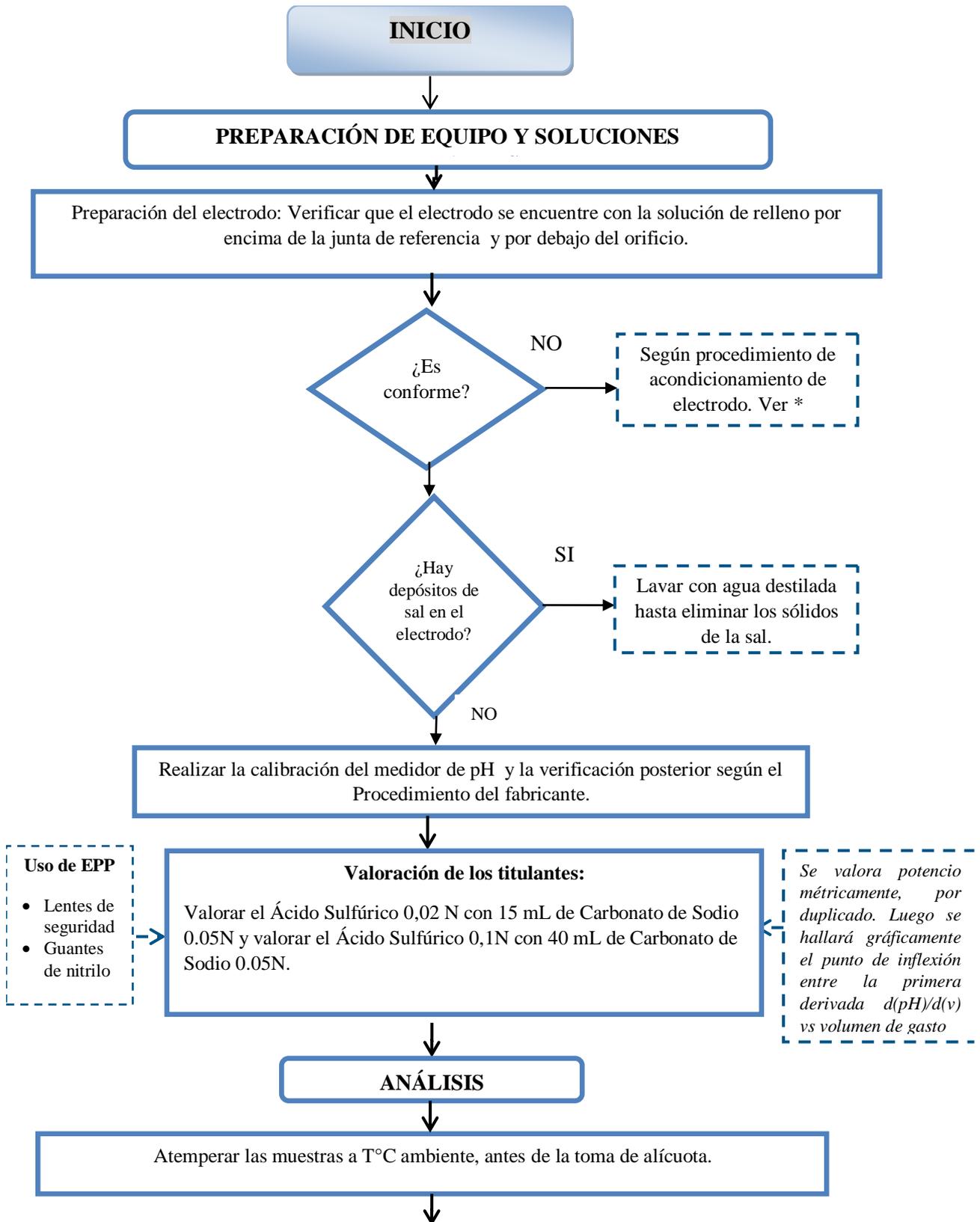
Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Edition”. Volumétrico

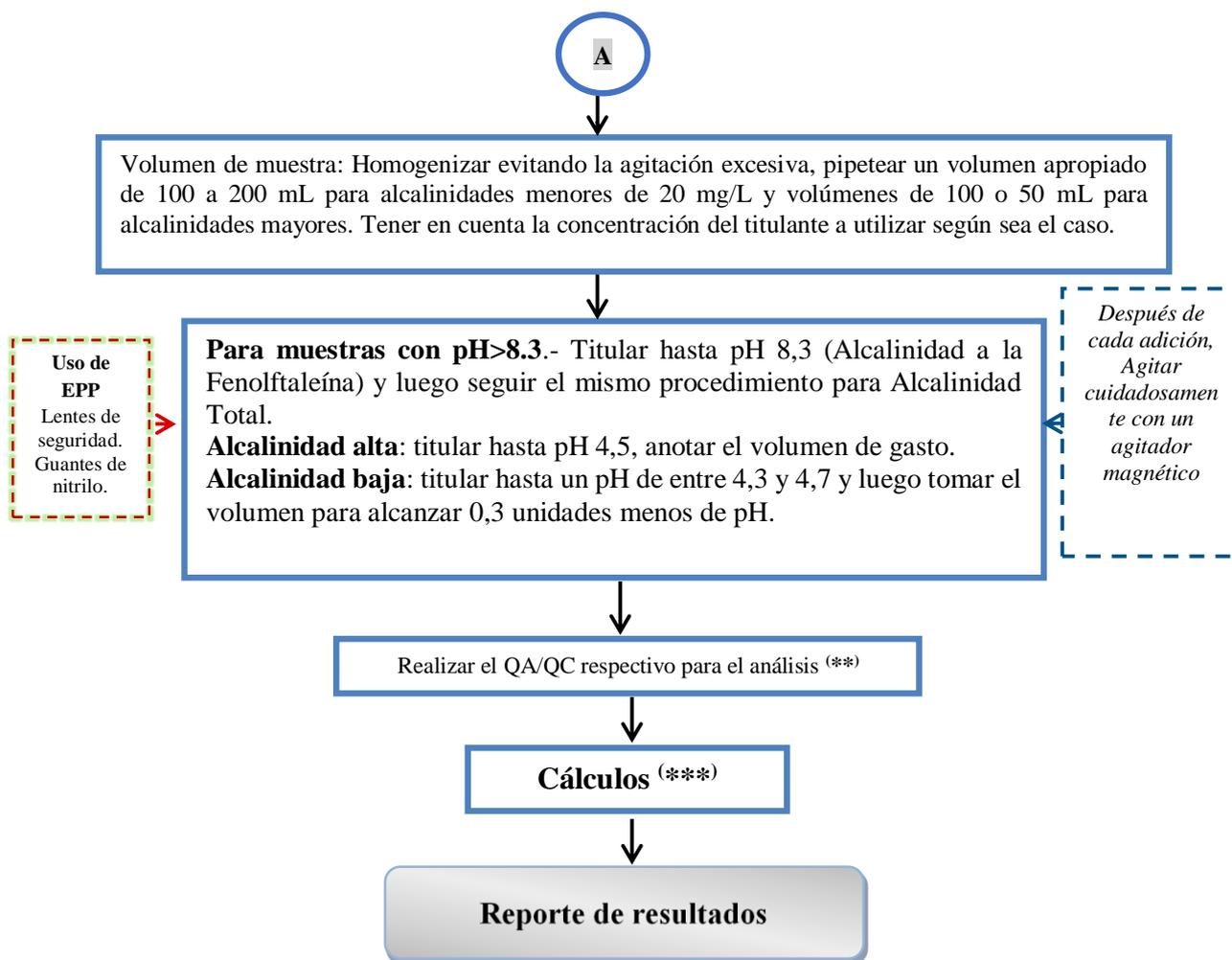
Principio:

Los iones hidroxilo y algunas sales presentes en una muestra como resultado de la disociación o hidrólisis de sólidos reaccionan con adiciones de ácido estándar.

La alcalinidad total depende, por lo tanto, de la cantidad de ácido utilizado para llegar a pH 8,3; pH 4,5 y pH 4,2; muestras con pH inferior a 4,2 se considera que no tienen alcalinidad. En la figura N°: 5 se tiene el diagrama operativo de determinación de alcalinidad SM 2230 B, que se tiene en la actualidad.



**Figura 5: Diagrama operativo de determinación de alcalinidad SM 2230 B (American Water Works Association, American Public Health Association, & Water Environment Federation, 2017, págs. 2-36)**



**Figura 6: Diagrama operativo de determinación de alcalinidad SM 2230 B (American Water Works Association, American Public Health Association, & Water Environment Federation, 2017, págs. 2-36)**

### \*\*\* Cálculos

Determinar concentraciones según sea el caso (alcalinidad alta o baja) utilizando la fórmula adecuada.

$$\text{Alcalinidad}_{\text{alta}} (\text{mg CaCO}_3/\text{L}) = \frac{A \times N \times 50000}{V_{\text{muestra}}}$$

$$\text{Alcalinidad}_{\text{baja}} (\text{mg CaCO}_3/\text{L}) = \frac{(2B - C) \times N \times 50000}{V_{\text{muestra}}}$$

#### Donde:

A: mL de ácido gastado

B: mL de ácido gastado para llegar al pH

C: mL gastados para alcanzar 0,3 unidades de pH menos

V: volumen de muestra

N: normalidad del ácido

### \*\*Preparación de Controles

**Solución madre:** Pesar 1,00g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y llevar a 1L con agua des ionizada hervida y fría, obteniéndose una solución de 1000ppm.

**Blanco:** tomar una alícuota de 100mL de agua des ionizada.

**Rango Alto:** Tomar una alícuota de 10mL de la solución de 1000ppm y llevar a 100mL con A.D, obteniéndose una concentración de 100ppm.

**Rango Bajo:** Tomar una alícuota de 10mL de la solución de 100ppm y llevar a 100mL con A.D, obteniéndose una concentración de 10ppm.

## Controles de Calidad

Blanco

Estándar rango alto

Estándar rango bajo

Duplicado: Realizar el análisis de una muestra al azar por cada 20 muestras

### 1.1.2. Acidez

Un ácido es considerado tradicionalmente como cualquier compuesto químico que, cuando se disuelve en agua, produce una solución con una actividad de catión hidronio mayor que el agua pura, esto es, un pH menor que 7. Esto se aproxima a la definición moderna de Johannes Nicolaus Brønsted y Thomas Martin Lowry, quienes definieron independientemente un ácido como un compuesto que dona un catión hidrógeno ( $H^+$ ) a otro compuesto (denominado base). Algunos ejemplos comunes son el ácido acético (en el vinagre), el ácido clorhídrico (en el sulfumán y los jugos gástricos), el ácido acetilsalicílico (en la aspirina), o el ácido sulfúrico (usado en baterías de automóvil).

Los sistemas ácido/base se diferencian de las reacciones redox en que, en estas últimas hay un cambio en el estado de oxidación. Los ácidos pueden existir en forma de sólidos, líquidos o gases, dependiendo de la temperatura y también pueden existir como sustancias puras o en solución. En la figura N°: 6 se muestra el diagrama operativo de determinación de acidez SM 2310 B, que se tiene establecido en la actualidad.

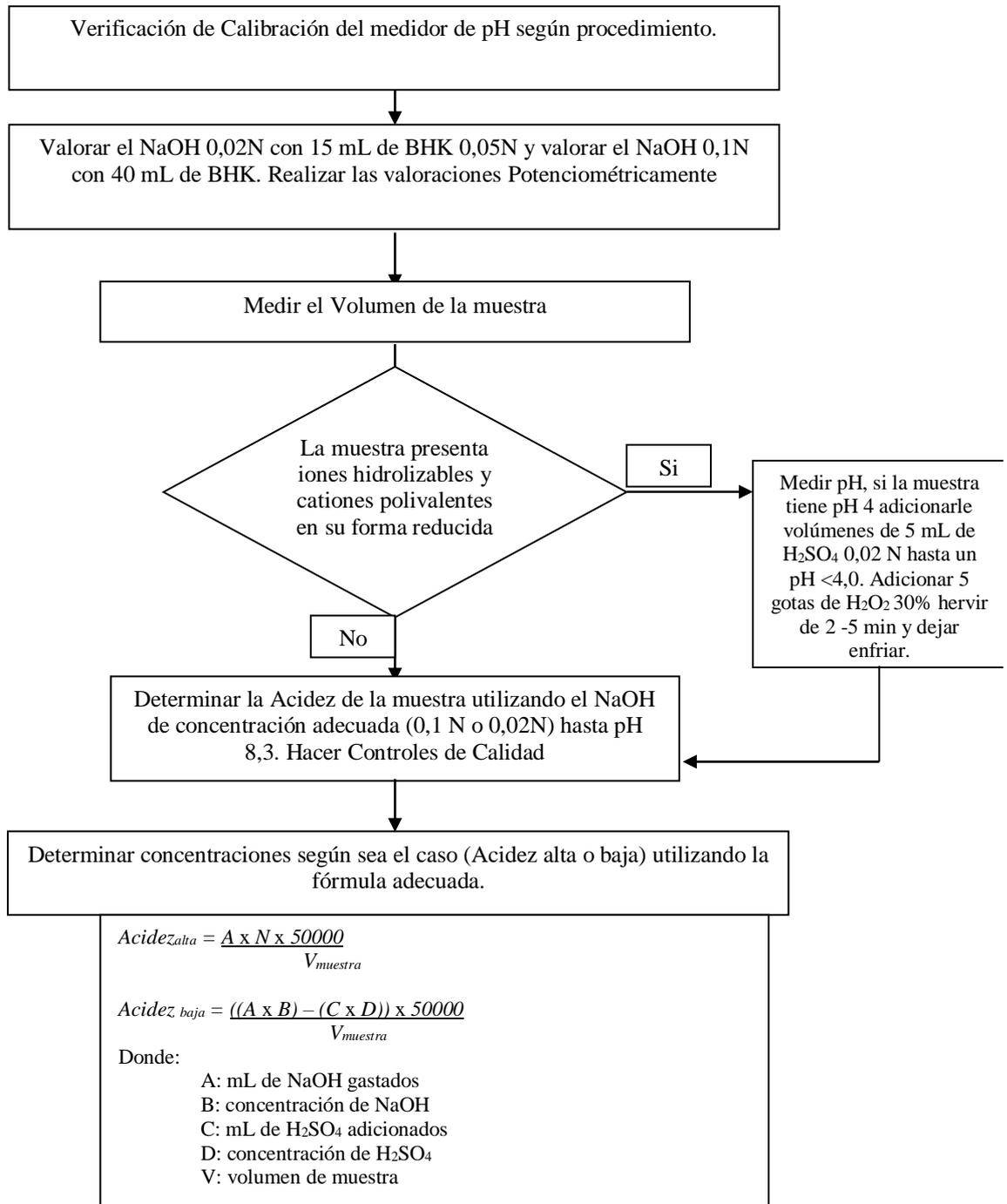


Figura 4: Diagrama operativo de determinación de acidez SM 2310 B (**Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2017, págs. 2-33**)

### 1.1.3. Medición de pH

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro (/pe achímetro/ o /pe ache metro/), un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion de hidrógeno.

El pH de una disolución se puede medir también de manera aproximada empleando *indicadores*: ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea un papel indicador, que consiste en papel impregnado con una mezcla de indicadores cualitativos para la determinación del pH. El indicador más conocido es el papel de litmus o papel tornasol. Otros indicadores usuales son la fenolftaleína y el naranja de metilo.

En ALS LS PERU S.A.C. la medición de pH es empleando un potenciómetro con un electrodo de plata y cloruro de plata y para las mediciones referenciales se emplea papel tornasol. En la figura N°:7 se tiene el diagrama operativo de determinación de pH, que se tiene establecido en la actualidad.

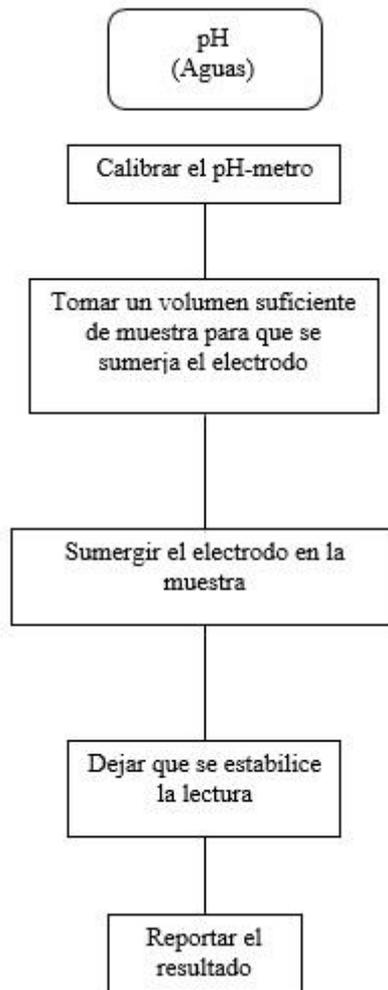


Figura 5: Diagrama operativo de medición de pH SM 4500 (American Water Works Association, American Public Health Association, & Water Environment Federation, 2017, págs. 4-95)

#### 2.5.4 Amonio

Es el producto final de la reducción de las sustancias orgánicas e inorgánicas nitrogenadas y debe su origen a los siguientes factores:

El nitrógeno atmosférico, por fijación química.

Las proteínas animales o vegetales, por putrefacción mediante acción bacteriana.

La reducción de nitritos.

El amoníaco se encuentra en cantidades notables cuando el medio es fuertemente reductor. En un medio oxidante, el ion amonio se transforma en nitrito.

Se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales y está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües. Cuando su concentración es mayor de 0,1 mg/L (como N), podría constituirse en un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas o industriales.

La OMS establece como valor guía para aguas de bebida 1,5 mg/L, referido más bien a criterios de aceptabilidad (olor y sabor).

Metodología de análisis:

- “ISO 29441 (Validado), 1st Ed”. Óptico
- “ISO 11732 (Validado), 2nd Ed” Óptico
- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F, 22 nd Edition,” Espectrofotometría Molecular (Uv-Vis)

### **2.5.5 Cianuro**

Su presencia no es frecuente en aguas naturales

La concentración de cianuro en aguas superficiales se debe, por lo general a su contaminación mediante descargas industriales, en especial de galvanoplastia, plásticos, fertilizantes y minería. La extracción de oro usa cantidades importantes de cianuro en procesos que generan efluentes con estos residuos, la mayor parte de los cuales tienen como destino final los ríos y los lagos.

El cianuro es muy tóxico: una dosis de 0,1 mg/L tiene efectos negativos en los peces y una de 50-60 mg/L puede ser fatal para los seres humanos. Los efectos del cianuro sobre la salud están relacionados con lesiones en el sistema nervioso y problemas de tiroides.

La toxicidad del cianuro depende de su concentración, el pH y la temperatura, entre otros factores. Los cianuros alcalinos disueltos se transforman por

oxidación en carbonatos alcalinos, lo cual hace que disminuyan extraordinariamente sus propiedades tóxicas.

El organismo humano convierte el cianuro en tiocianato, sustancia de menor toxicidad y de fácil excreción.

Es importante anotar que la flora bacteriana no muere, sino que se inhibe con la presencia de pequeñas concentraciones de cianuro, y vuelve a desarrollar su actividad normal cuando desaparece.

Metodología de análisis:

- “EPA Method 9016, Rev. 0,” Espectrofotometría molecular UV-VIS
- “ISO 14403-2 (Validado), First edition” Electrométrico
- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN- C, E, 22nd Edition”. Espectrofotometría Molecular
- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN- C/D, 22nd Edition” Volumétrico
- “ASTM D6888-09 (validado)” Electrométrico
- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN<sup>-</sup> I, E, 22nd Edition” Espectrofotometría Molecular

#### **2.5.6 Cloruros:**

Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas.

En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad.

A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción disolvente sobre ciertas sales presentes en el agua y también sobre algunos componentes del cemento, al impartirles una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo.

Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad.

Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/L en aguas de consumo, concentración que puede ser razonablemente excedida según las condiciones locales y la costumbre de los consumidores. La OMS considera que por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosividad del agua.

Metodología de análisis:

- “SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Edition”  
Volumétrico
- “EPA METHOD 300.1 Rev 1 (Validado)” Cromatografía Líquida

### **2.5.7 Aluminio**

Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbiedad del agua. Las concentraciones más frecuentes en las aguas superficiales oscilan entre 0,1 y 10 ppm. El problema mayor lo constituyen las aguas que presentan concentraciones altas de aluminio, las cuales confieren al agua un pH bajo, debido a sus propiedades anfóteras, que hacen que sus sales se hidrolicen formando ácidos débiles.

En el caso del aluminio, la OMS ha establecido un valor guía de 0,2 mg/L para aguas de consumo humano.

Metodología de análisis:

- “EPA Method 6020A, Rev 1”. Espectrometría de Masas

### **2.5.8 Arsénico**

Puede estar presente en el agua en forma natural. Es un elemento muy tóxico para el hombre. Se encuentra en forma trivalente o pentavalente, tanto en compuestos inorgánicos como orgánicos.

Las concentraciones de As en aguas naturales usualmente son menores de 10 µg/L. sin embargo, en zonas mineras pueden encontrarse concentraciones entre 0,2 y 1 g/L.

La toxicidad del As es compleja, pues depende de la vía de exposición, del estado de valencia y de la forma química (inorgánica u orgánica) del compuesto. El arsénico inorgánico es el responsable de la mayoría de los casos de intoxicación en seres humanos.

En cuanto a las especies oxidadas, generalmente las sales inorgánicas de As (III) son más tóxicas que las de As (V) y la solubilidad de los compuestos de arsénico inorgánico está relacionada con su toxicidad; todos los compuestos solubles son tóxicos.

Se sospecha que el arsénico tiene efectos cancerígenos por la correlación encontrada entre la incidencia de hipXSDFG orquetosis y cáncer de la piel por un lado y la ingestión de aguas con más de 0,3 mg/L de arsénico por otro.

El metabolismo del As se realiza principalmente en el hígado, aunque su mecanismo no está bien establecido.

El valor guía de la OMS para el agua de bebida es 0,01 mg/L.

Metodología de análisis:

- “EPA Method 6020A, Rev 1”. Espectrometría de Masas

### **2.5.9 Boro**

El boro no se considera un elemento esencial para la nutrición humana. Existen estudios que demuestran su influencia en el retardo del crecimiento de las plantas.

Estudios realizados en plantas piloto han demostrado gran eficiencia de remoción de boro en los procesos de ablandamiento cal-soda a pH 8,5-11,3 (98%) y, en menor grado, en la coagulación con sulfato férrico.

La OMS ha establecido como valor guía para aguas de consumo 0,3 mg/L.

Metodología de análisis:

- “EPA Method 6020A, Rev 1”. Espectrometría de Masas

### **2.5.10 Cadmio**

No es un elemento esencial para la vida del hombre.

La contaminación de las aguas superficiales con este metal pesado puede provenir de la corrosión de los tubos galvanizados, de la erosión de depósitos naturales, de los efluentes de refinerías de metales o de líquidos de escorrentía de las baterías usadas o pinturas. Muchos pigmentos usados para la coloración de plásticos o la formulación de pinturas contienen concentraciones elevadas de cadmio.

Este metal pesado es potencialmente tóxico y su ingestión tiene efectos acumulativos en el tejido del hígado y riñones.

Metodología de análisis:

- “EPA Method 6020A, Rev 1”. Espectrometría de Masas

### **2.5.11 Cinc**

Las aguas naturales pueden contener cinc en concentraciones bastante bajas. En el agua de suministro, el cinc proviene generalmente del contacto con accesorios y estructuras galvanizadas o de bronce.

El cinc es un elemento esencial y benéfico para el metabolismo humano, ya que muchas enzimas dependen de él para la descomposición del ácido carbónico y de la insulina, hormona esencial en el metabolismo de los hidratos de carbono. La salubridad del cinc es variable y depende del pH y de la alcalinidad. Diferentes estudios han demostrado que el cinc no tiene efectos sobre la salud en concentraciones tan altas como 40 mg/L, pero que tiene un marcado efecto sobre el sabor; por ello su contenido debe limitarse.

Por ser un elemento anfótero, el cinc puede estar en sus formas solubles tanto con pH ácido como alcalino. Debido a esto, su remoción es difícil, aunque hay poca información al respecto.

Estudios de remoción de cinc en aguas residuales reportan que la coagulación con sulfato no es efectiva (30%). El ablandamiento cal-soda con un pH de 9,5 puede mejorar la eficiencia hasta un rango de 60 a 90%.

Metodología de análisis:

- “EPA Method 6020A, Rev 1”            Espectrometría de Masas
- “EPA 6010B: 1996, Rev 2.”            Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado inductivamente - ICPOES
- “EPA 3050B /6010 B, Rev 2”            Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado inductivamente - ICPOES

### **2.5.12 Cobre:**

Con frecuencia se encuentra en forma natural en las aguas superficiales, pero en concentraciones menores a un mg/L. en estas concentraciones, el cobre no tiene efectos nocivos para la salud.

Se trata de un elemento benéfico para el metabolismo, esencial para la formación de la hemoglobina. La deficiencia de cobre ha sido asociada con la anemia nutricional de los niños.

Sin embargo, si se ingiere agua contaminada con niveles de cobre que superan los límites permitidos por las normas de calidad, a corto plazo pueden generarse molestias gastrointestinales. Exposiciones al cobre a largo plazo podrían causar lesiones hepáticas o renales.

El valor guía dado por la OMS es de 2 mg /L.

Metodología de análisis:

- “EPA Method 6020A, Rev 1”            Espectrometría de Masas
- “EPA 6010B: 1996, Rev 2.”            Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado inductivamente - ICPOES
- “EPA 3050B /6010 B, Rev 2”            Espectroscopia de Emisión Atómica de Plasma Acoplado inductivamente - ICPOES

## 2.6 AIRE

Se denomina aire a la mezcla homogénea de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta y transparente a simple vista.

Es una mezcla de gases en proporciones ligeramente variables, compuesto por 78,09 % de nitrógeno, 20,95 % de oxígeno, 0,93 % de argón, 0,04 % de dióxido de carbono y pequeñas cantidades de otros gases. El aire también contiene una cantidad variable de vapor de agua, en promedio alrededor del 1 % al nivel del mar y del 0,4 % en toda la atmósfera. Rapin, Pierre J.; Jacquard, J.; Jacquard, Patrick (1 de enero de 1997). Instalaciones frigoríficas. Marcombo.

### 2.6.1 Propiedades del aire

Según la altitud, la temperatura y la composición del aire, la atmósfera terrestre se divide en cuatro capas: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera. A mayor altitud disminuyen la presión y el peso del aire.

Las porciones más importantes para el análisis de la contaminación atmosférica son las dos capas cercanas a la Tierra: la troposfera y la estratosfera. El aire de la troposfera interviene en la respiración. Por volumen está compuesto, aproximadamente, por 78,08 % de nitrógeno (N<sub>2</sub>), 20,94 % de oxígeno (O<sub>2</sub>), 0,035 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y 0,93 % de gases inertes, como argón y neón.

En esta capa, de 7 km de altura en los polos y 16 km en los trópicos, se encuentran las nubes y casi todo el vapor de agua. En ella se generan todos los fenómenos atmosféricos que originan el clima. Más arriba, aproximadamente a 25 km de altura,

en la estratosfera, se encuentra la capa de ozono, que protege a la Tierra de los rayos ultravioleta (UV).

En relación con esto vale la pena recordar que, en términos generales, un contaminante es una sustancia que está «fuera de lugar», y que un buen ejemplo de ello puede ser el caso del ozono (O<sub>3</sub>).

Cuando este gas se encuentra en el aire que se respira, es decir bajo los 25 kilómetros de altura habituales, es contaminante y constituye un poderoso antiséptico que ejerce un efecto dañino para la salud, por lo cual en esas circunstancias se le conoce como *ozono troposférico* u *ozono malo*.

Sin embargo, el mismo gas, cuando está en la estratosfera, forma la capa que protege de los rayos ultravioleta del Sol a todos los seres vivientes (vida) de la Tierra, por lo cual se le identifica como *ozono bueno*.

### **2.6.2 Principales tipos de contaminantes del aire**

Contaminantes gaseosos: en ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparecen en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil. La contaminación del aire interior es producida por el consumo de tabaco, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles del hogar. Los contaminantes gaseosos del aire provienen de volcanes, e industrias. El tipo más comúnmente reconocido de contaminación del aire es la niebla tóxica (smog). La niebla tóxica generalmente se

refiere a una condición producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores, fábricas, edificios, casas, etc.

Principales análisis que se realiza en el matriz aire.

#### 1.1.3.1. Monóxido de carbono

Es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada.

Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas.

Metodología de análisis:

- “CORPLAB-CA-003 (Validado)” Espectrofotometría molecular UV-VIS

#### 1.1.3.2. Monóxido de nitrógeno

También llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria.

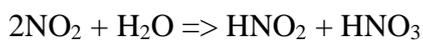
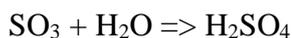
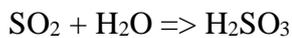
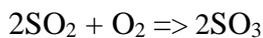
Se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, y posteriormente en ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, produciendo así lluvia ácida o efecto invernadero

Metodología de análisis:

- CORPLAB-CA-002 (Validado)

#### 1.1.3.3. Dióxido de azufre

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO<sub>2</sub> resultante de la combustión del azufre, que se oxida y forma ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas.



La lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida. Los contaminantes que pueden formar la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, y los vientos los trasladan miles de kilómetros antes de precipitarse con el rocío, la llovizna, o lluvia,

el granizo, la nieve o la niebla normales del lugar, que se vuelven ácidos al combinarse con dichos gases residuales.

El SO<sub>2</sub> también ataca a los materiales de construcción que suelen estar formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas.

Metodología de análisis:

- “EPA CFR 40 App. A -2 to Part 50” Espectrofotometría molecular UV-VIS (aire)
- “EPA 40 CFR, Appendix A-4 to Part 60, Method 6” Volumétrico (Emisiones)

#### 1.1.3.4. Ozono

El ozono O<sub>3</sub> es un constituyente natural de la atmósfera y es considerado un contaminante cuando se encuentra en las capas más bajas de ella (troposfera).

Su concentración a nivel del mar puede oscilar alrededor de 0,01 mg kg<sup>-1</sup>. Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono aumenta y puede llegar hasta 0,1 mg kg<sup>-1</sup>.

Las plantas pueden ser afectadas en su desarrollo por concentraciones pequeñas de ozono. El hombre también resulta afectado por el ozono a concentraciones entre 0,05 y 0,1 mg kg<sup>-1</sup>, causándole irritación de las fosas nasales y garganta, así como sequedad de las mucosas de las vías respiratorias superiores.

## 2.7 SUELO

Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son: la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de material orgánico.

De un modo simplificado puede decirse que las etapas implicadas en la formación del suelo son las siguientes:

«Instalación de los seres vivos (microorganismos, líquenes, musgos, etc.) sobre ese sustrato inorgánico». Esta es la fase más significativa, ya que, con sus procesos vitales y metabólicos, continúan la meteorización de los minerales, iniciada por mecanismos inorgánicos. Además, los restos vegetales y animales a través de la fermentación y la putrefacción enriquecen ese sustrato.

«Mezcla de todos estos elementos entre sí, y con agua y aire intersticiales». Inicialmente, se da la alteración de factores físicos y químicos de las rocas, realizada, fundamentalmente, por la acción geológica del agua y otros agentes geológicos externos, y posteriormente por la influencia de los seres vivos, que es fundamental en este proceso de formación. Se desarrolla así una estructura en niveles superpuestos, conocida como el perfil de un suelo, y una composición química y biológica definida. Las características locales de los sistemas implicados - litología y relieve, clima y biota - y sus interacciones dan lugar a los diferentes tipos de suelo.

Los procesos de alteración mecánica y meteorización química de las rocas, determinan la formación de un manto de alteración o aluvión que, cuando por la

acción de los mecanismos de transporte de laderas, es desplazado de su posición de origen, se denomina coluvión.

Sobre los materiales del coluvión, puede desarrollarse lo que comúnmente se conoce como suelo; el suelo es el resultado de la dinámica física, química y biológica de los materiales alterados del coluvión, originándose en su seno una diferenciación vertical en niveles horizontales u horizontes. En estos procesos, los de carácter biológico y bioquímico llegan a adquirir una gran importancia, ya sea por la descomposición de los productos vegetales y su metabolismo, por los microorganismos y los animales zapadores.

El conjunto de disciplinas que se abocan al estudio del suelo se engloban en el conjunto denominado *Ciencias del Suelo*, aunque entre ellas predomina la edafología e incluso se usa el adjetivo edáfico para todo lo relativo al suelo. El estudio del suelo implica el análisis de su mineralogía, su física, su química y su biología.

### **2.7.1 Principales análisis químicos que se realizan en suelos**

#### **1.1.3.5. Cromo hexavalente**

El cromo hexavalente, un compuesto tóxico hallado ciertas veces en el agua, es una forma cancerígena del metal cromo en estado de oxidación. Se lo llama también Cromo-6 o Cr (VI). No tiene olor ni sabor, y puede ser encontrado en forma natural en rocas, suelo y plantas. Dado que el cromo es utilizado industrialmente en una amplia variedad de productos, puede ser liberado al medio ambiente por medio de la erosión y las fugas. Como contaminante industrial, es muy común encontrarlo en el agua. La toxicidad del cromo hexavalente puede causar daños en el hígado, problemas reproductivos y de desarrollo, y también cáncer.

Metodología de análisis:

- Determinación del contenido de CROMO VI en suelo en el extracto de fosfato tamponado – DIN 19734

Fundamento:

Después de tamizar el suelo a un tamaño de partícula de 2mm, el cromato soluble es extraído por agitación con solución amortiguadora de fosfato-sulfato de aluminio. El cromo III es fácilmente oxidado (Ej. Por Mn (III, IV), hidróxidos y óxidos), mientras que el cromo VI es fácilmente reducido (Ej, por Fe (II) o constituyentes orgánicos del suelo). Para evitar interferencias, las sustancias oxidadas en el extracto de suelo primero son oxidadas por la adición de sulfito, el cual no reacciona con el cromo VI, el exceso de sulfito y las sustancias fuertemente reductoras son luego oxidadas con hipoclorito. Después de la acidificación, se añade cloruro de sodio para convertir el exceso de hipoclorito a cloro el cual es removido por burbujeo con aire. El cromo VI en esta solución es determinado por adición de 1,5-difenilcarbazida, la cual se oxida a 1,5-difenilcarbazona. La absorbancia del complejo rojo violáceo es medida fotométricamente a una longitud de onda de 550 nm usando un blanco reactivo como referencia. Para calcular el contenido de cromo, se determina la absorbancia del extracto de suelo sin la adición de la difenilcarbazida. Se emplea una curva de calibración para la cuantificación.

#### 1.1.3.6. Sulfuros

En química, un sulfuro es la combinación del azufre (número de oxidación -2) con un elemento químico o con un radical. Hay unos pocos compuestos covalentes del azufre, como el sulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>) y el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) que son

también considerados como sulfuros. Este compuesto es un gas con olor a huevos podridos y es altamente tóxico. Pertenece, también a la categoría de los ácidos por lo que, en disolución acuosa, se le denomina ácido sulfhídrico. En la naturaleza, se forma en las zonas pantanosas y en el tratamiento de lodos de aguas residuales, mediante transformaciones anaeróbicas del azufre contenido en las proteínas o bien por reducción bacteriana de sulfatos. Se desprende también en las emisiones gaseosas de algunos volcanes y es así mismo un subproducto de algunos procesos industriales.

#### Metodología de análisis:

Determinación de sulfuros en suelos EPA 9030 B (1996) - EPA 9034 (1996)

#### Fundamento:

Para la determinación de sulfuro soluble en ácido, la separación del analito de la matriz se realiza mediante una destilación a 70 ° C, previa adición de ácido sulfúrico a la muestra, el sulfuro de hidrógeno generado bajo estas condiciones ácidas, es arrastrado a través de una corriente de nitrógeno y colectado en un tubo conteniendo acetato de zinc, en el que precipita como sulfuro de zinc.

Para las muestras a determinar sulfuro insoluble en ácido, la separación del analito de la matriz se da mediante la suspensión de la muestra añadiendo ácido clorhídrico concentrado, con agitación vigorosa, la muestra preparada se destila en corriente de nitrógeno a 100 ° C en presencia de cloruro de estaño, este sulfuro de hidrógeno es colectado y precipita de igual forma que el sulfuro soluble.

El sulfuro precipitado se cuantifica por titulación por el método EPA 9034. En el cual el sulfuro se oxida a azufre mediante la adición de una cantidad conocida de yodo en exceso. El exceso de yodo se determina mediante titulación con una solución de concentración conocida de tiosulfato de sodio hasta desaparición del complejo de yodo-almidón azul.

#### 1.1.3.7. Materia Orgánica

La materia orgánica (o material orgánico, material orgánico natural o MON) es materia elaborada de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales y sus productos de residuo en el ambiente natural. La materia orgánica está formada por materia inerte y energía. Las estructuras básicas están formadas de celulosa, tanino, cutina, y lignina, junto con varias otras proteínas, lípidos, y azúcares. Es muy importante en el movimiento de nutrientes en el medio ambiente y juega un rol en la retención del agua en la superficie del planeta Tierra.

Metodología de análisis:

Método Walkey y Black.

Fundamento:

Se basa en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una disolución de dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado.

Después de la digestión de media hora en frío, se adiciona ácido fosfórico, para evitar interferencias de  $\text{Fe}^{+3}$  y el dicromato de potasio residual es valorado con sulfato ferroso.

Se mencionan los pasos previos al análisis tales como preparación de reactivos, estándares de control y calibración, así como los materiales y/o equipos que se deberán emplear para el desarrollo de los análisis.

# **CAPÍTULO III**

## **INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN TITULADOR AUTOMÁTICO**

### **DESEMPEÑO PROFESIONAL**

#### **3 DESCRIPCIÓN Y CONTRIBUCIÓN**

Como profesional estuve a cargo del análisis químico de muestras ambientales en agua, aire y suelo, siguiendo procedimiento establecido por normas nacionales como internacionales; participación activa en auditorías internas y externas. Realizado modificaciones y validaciones, optimización de tiempo en el análisis de muestras, desarrollar investigaciones sobre los métodos a implementar.

- Verificar y cumplir con los métodos establecidos para cada parámetro a analizar.
- Verificar y cumplir las buenas prácticas de laboratorio.
- Puesta en operatividad de equipos nuevos y únicos.

#### **3.1 PUESTA EN MARCHA Y PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO DE TITULACIÓN AUTOMÁTICA**

##### **3.1.1 Resumen**

El laboratorio tiene un tiempo limitado para emitir sus resultados, y fechas comprometidas que necesita cumplir, por temas comerciales y penalidades aceptadas en la firma del contrato. Además, la empresa debe mantener altos estándares de confiabilidad, calidad, seriedad en sus análisis como también en las fechas comprometidas.

Pero un alto número de clientes no podía recibir los resultados deseados en las fechas pactadas, porque los resultados de los métodos de alcalinidad, acidez y pH estaban pendientes, debido al alto número de muestras.

Por ello se sugirió a la supervisión la adquisición de un equipo de titulación automática y la supervisión coordinó con el gerente técnico para la cotización y adquisición del equipo.

Se logró la adquisición del equipo y puesta en marcha, logrando obtener muy buenos resultados. En la actualidad se viene usando sin ningún problema y disminuyendo los retrasos en la emisión de resultados.

### 3.2 TITULADOR AUTOMÁTICO



Figura 7: Vista panorámica del equipo en proceso de armado y los lugares donde ingresarán los racks y columnas de titulación.

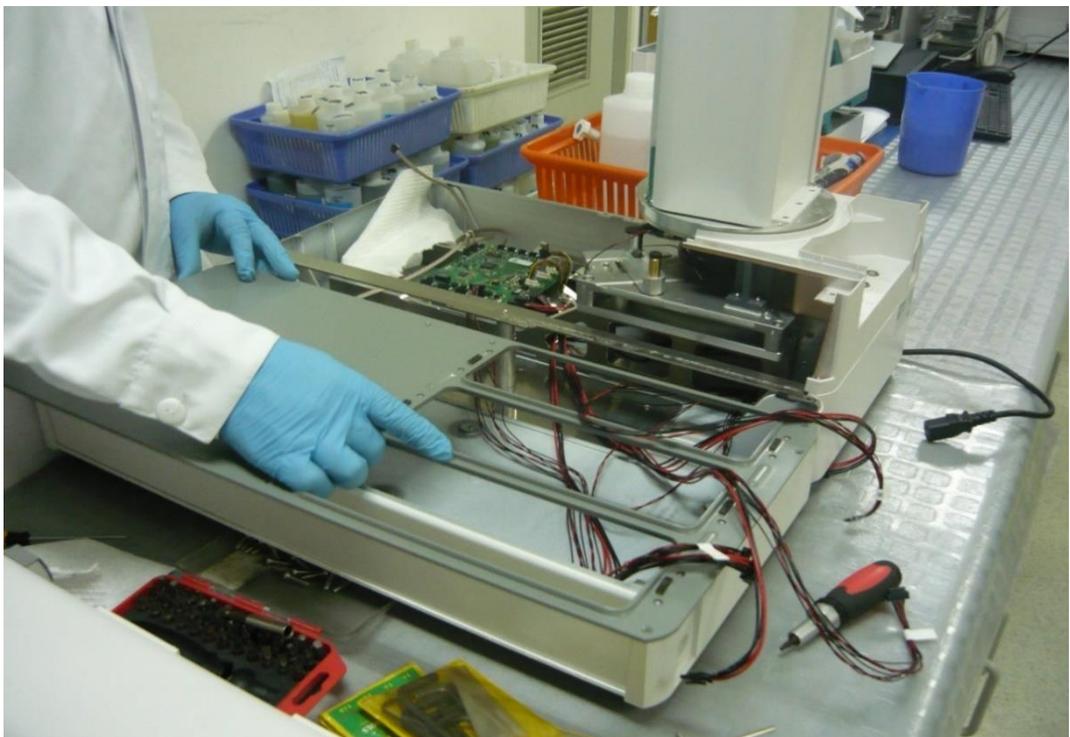


Figura 8: Extendiendo los cables de la placa con dirección a las torres de trabajo.

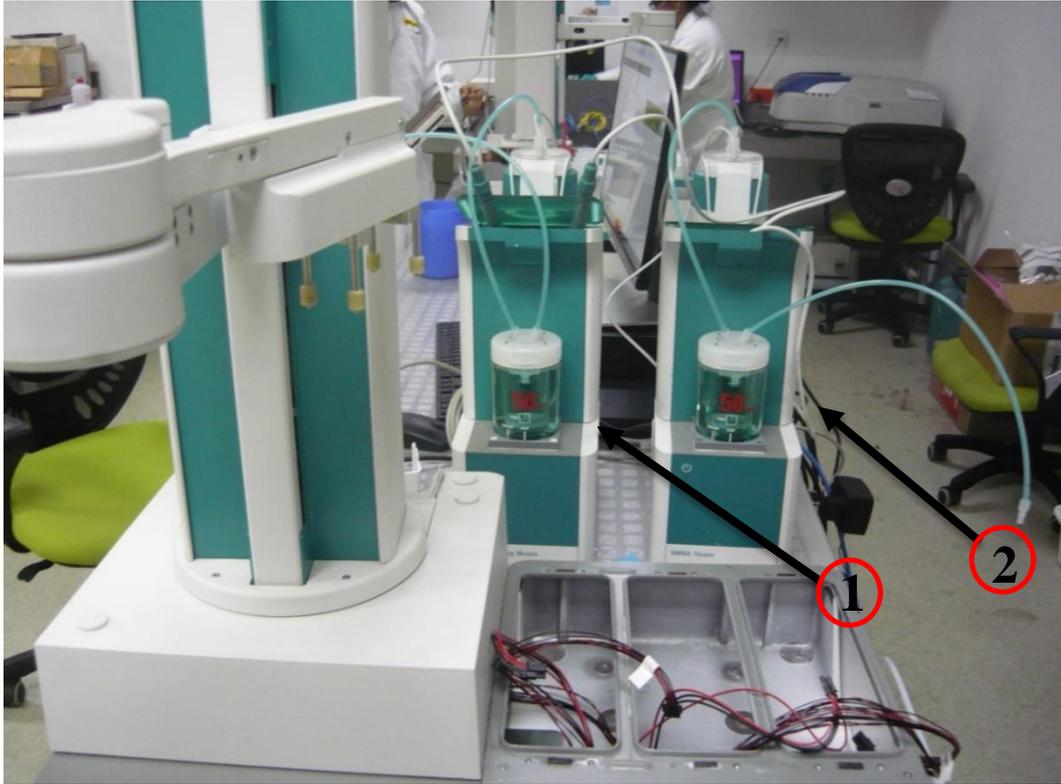


Figura 9: Ensamblado de las buretas (1 y 2) de titulación las cuales trabajaran con la torre de titulación, estas buretas incluyen las mangueras de transporte de la solución titulante ácido o base.

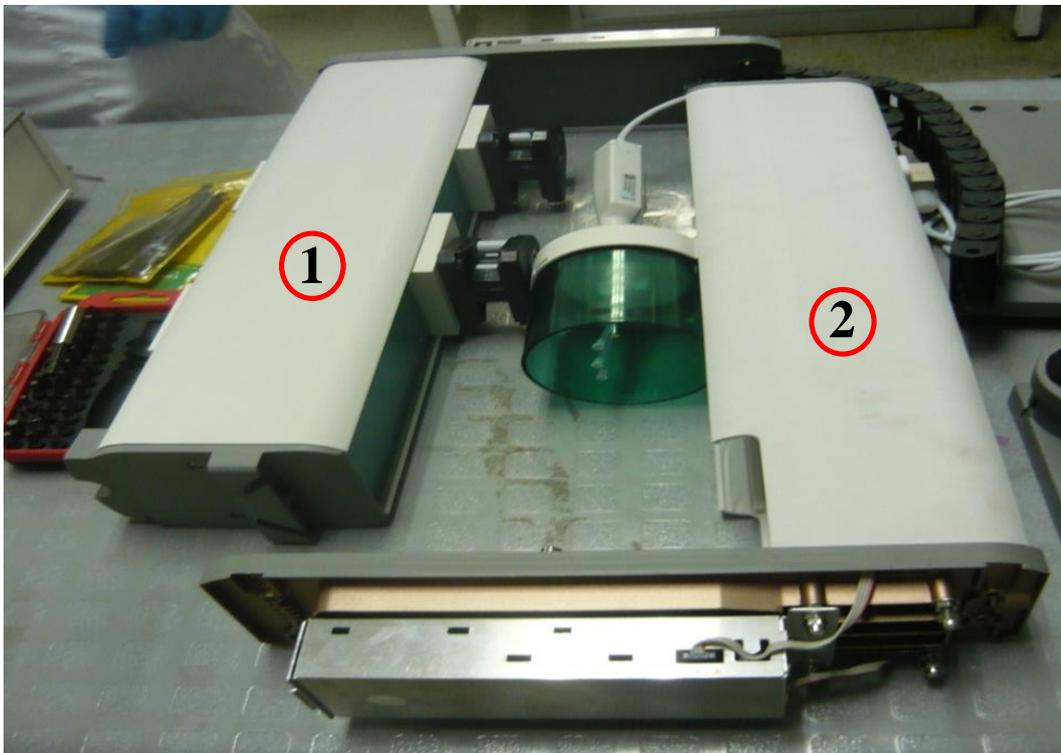


Figura 10: Torres de titulación, listas para unir al equipo principal. (1 torre de bombas y 2 torres de titulación)

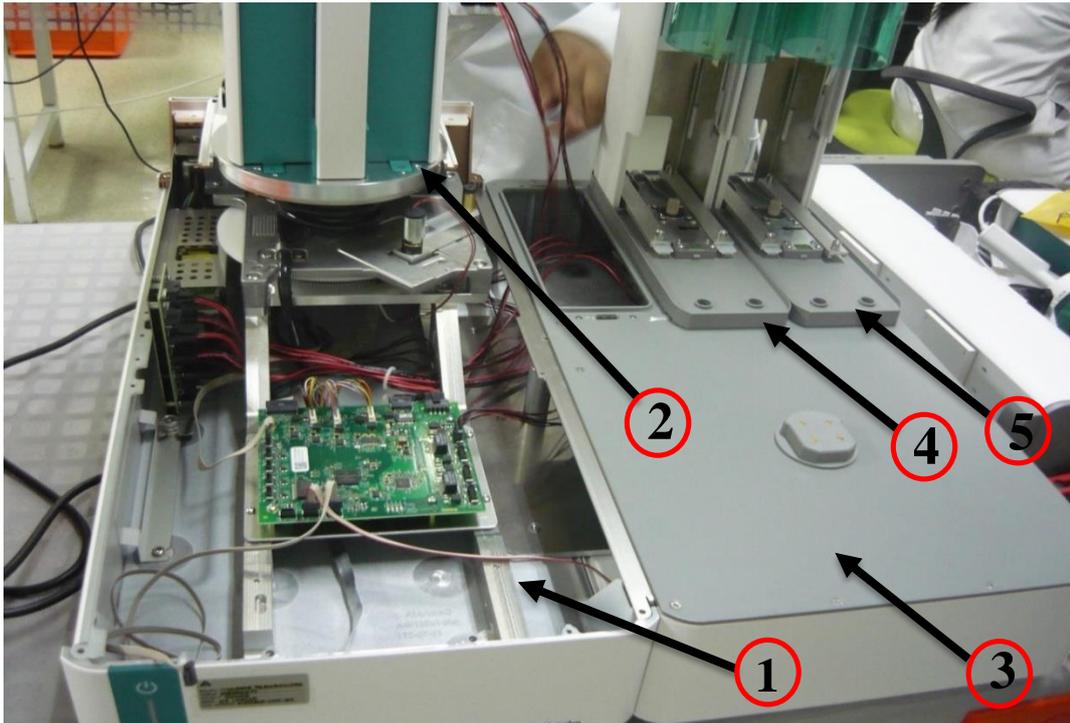


Figura 11: Torres de titulación, listas para unir al equipo principal. (1 torre de bombas y 2 torres de titulación)

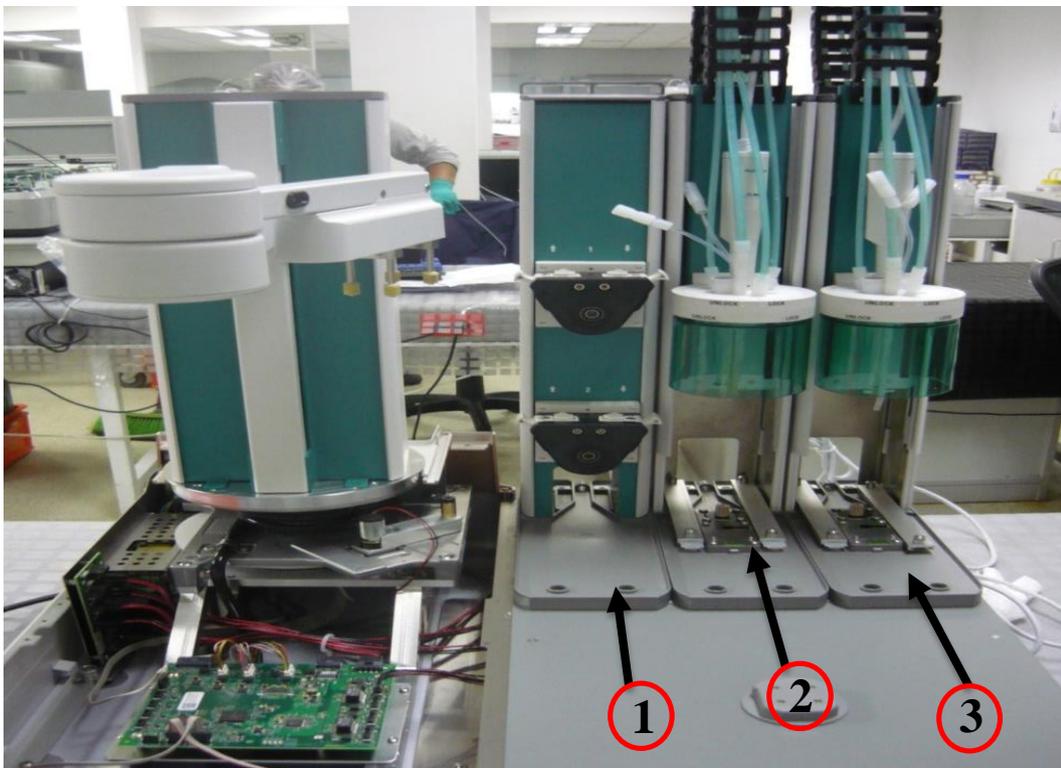
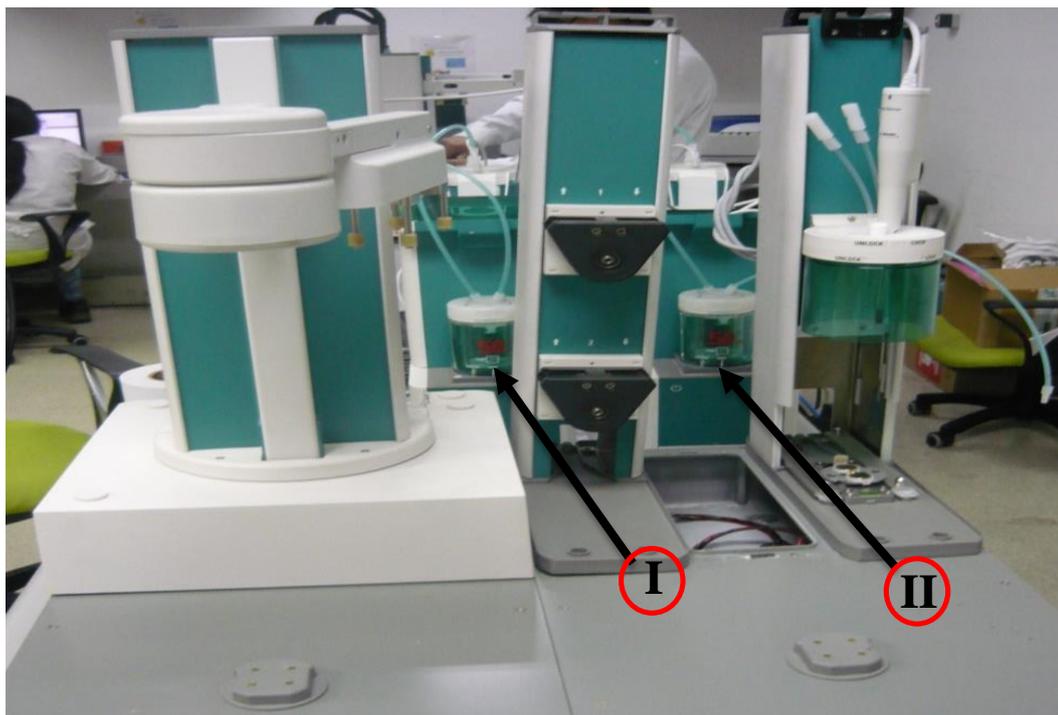


Figura 12: La torre (1) lleva las 4 bombas, 2 de suministros de agua limpia y 2 de retiro de agua luego de lavado, las torres (2) y (3) son los lugares de trabajo en donde se realiza el análisis de alcalinidad, acidez y pH.



**Figura 13: Ubicación de las buretas I y II**



**Figura 14: Equipo completamente ensamblado y ubicado en el lugar de trabajo actual**

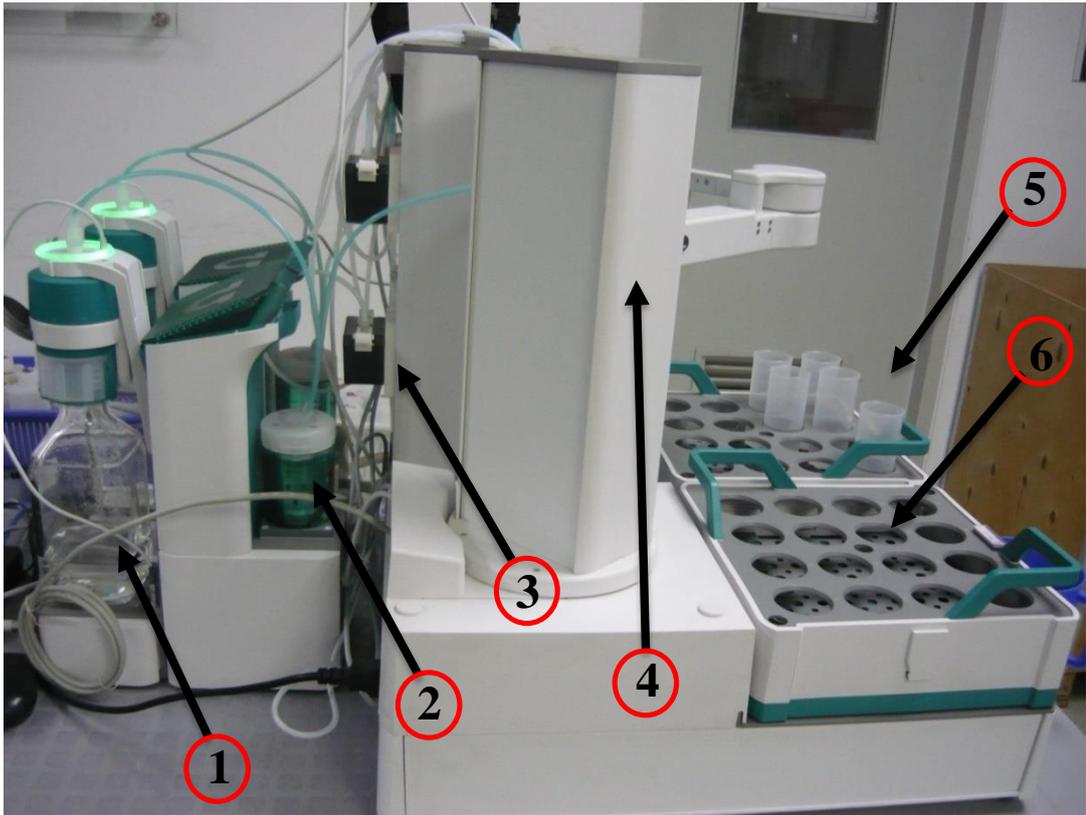


Figura 15: Vista lateral del titulador automático en donde se visualiza: 1 frasco porta reactivo, 2 Bureta, 3 bombas de agua, 4 brazo robótico, 5 vasos de 120 mL, 6 racks.

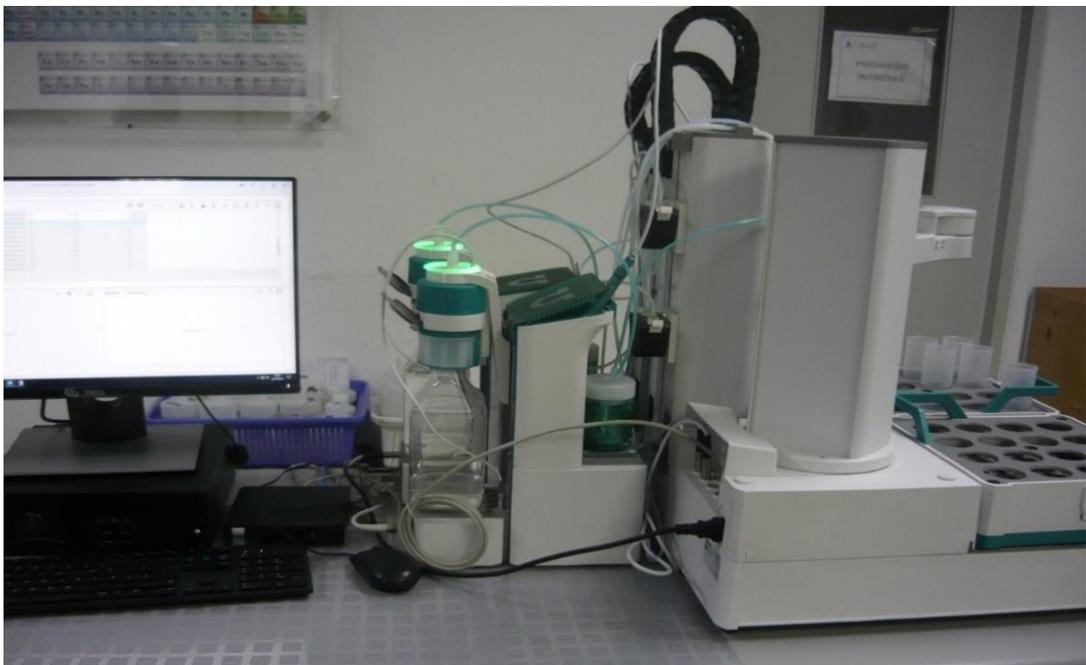
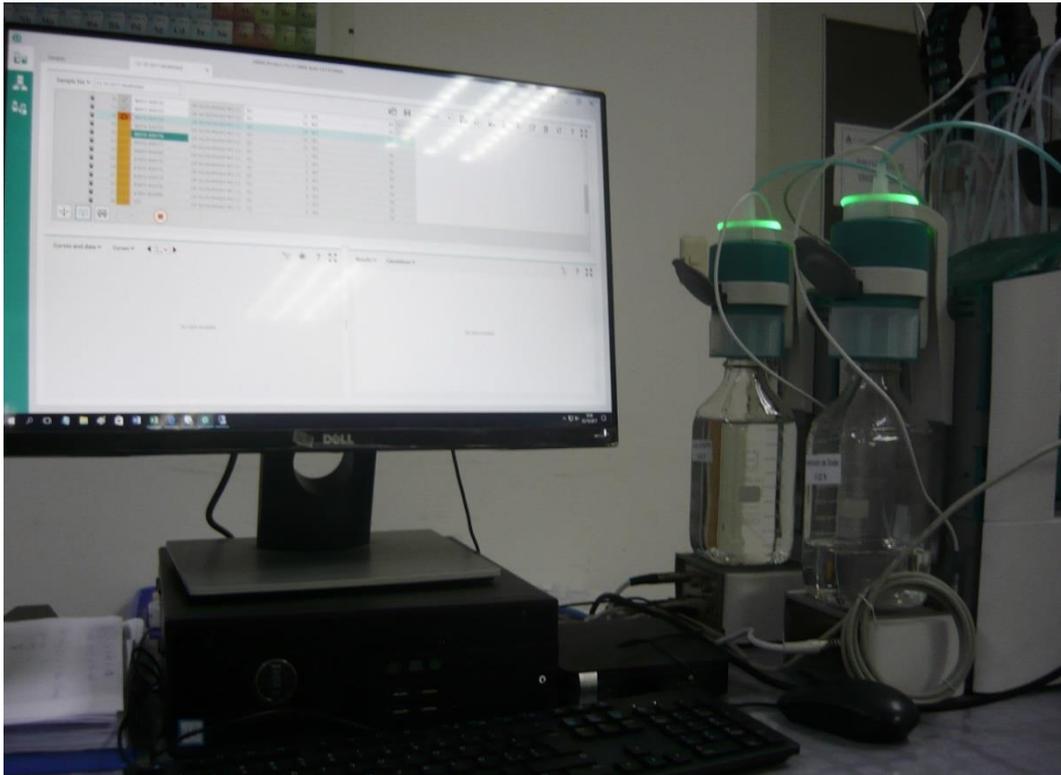
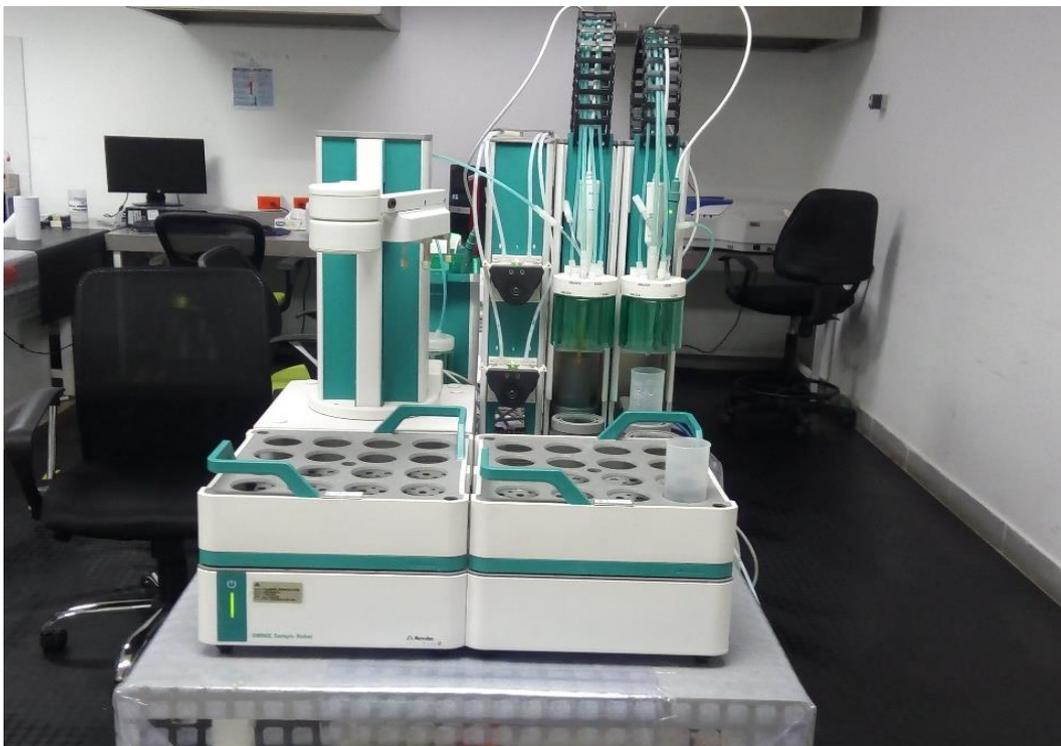


Figura 16: Instalación de la computadora como parte del equipo.



**Figura 17: Instalación el programa OMNIS, este software.**



**Figura 18: Equipo completamente armado actual en el sitio de trabajo**

### 3.2.1 Características del equipo.

Nombre del equipo: Titulador Automático.

Modelo: OMNIS

Fabricante: Metrohm

Año: 2017

País: Suiza

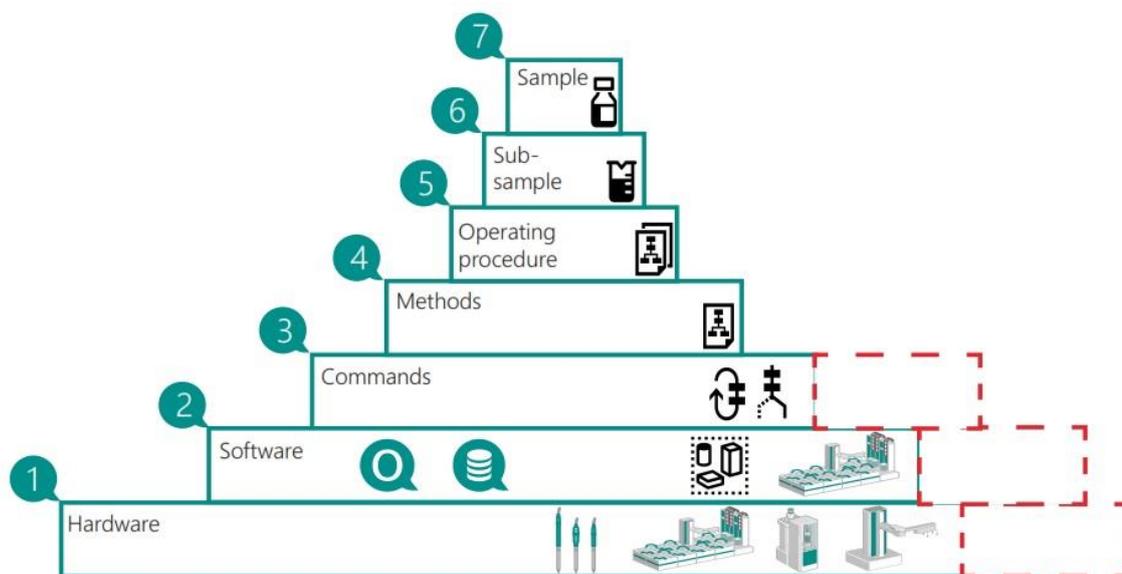


Figura 19: Niveles de trabajo e importancia (Metrohm, 2018)

### 3.2.2 Hardware:

Hardware que se ha instalado y puesto en funcionamiento. Se pueden activar funciones adicionales del instrumento para ampliar el alcance de las funciones.

### 3.2.3 Software:

Software que se ha instalado y puesto en marcha. El alcance de las funciones depende del hardware que se haya puesto en funcionamiento y de las licencias activadas.

El hardware para el software OMNIS que se ejecuta localmente está reservado en la pestaña de instrumentos. Las unidades funcionales de los instrumentos

reservados se combinaron en sistemas de trabajo lógicos que son necesarios para la determinación de la muestra.

#### **3.2.4 Comandos:**

Los comandos ejecutan tareas claramente definidas. Algunos comandos deben tener unidades funcionales de un sistema de trabajo asignadas para poder realizar su tarea.

La variable de comando se utiliza para transferir información entre los comandos.

#### **3.2.5 Métodos:**

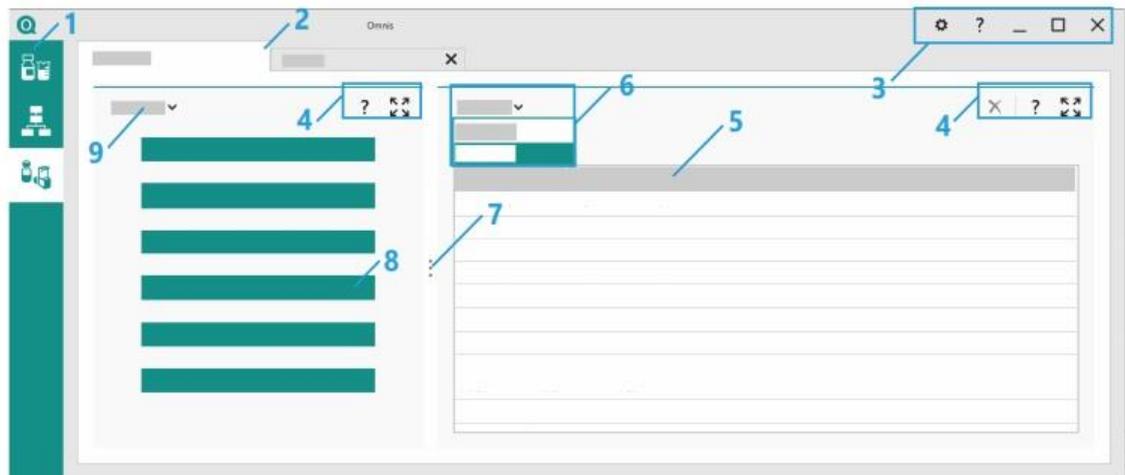
Los métodos son los contenedores lógicos para comandos. Un área de tarea se procesa a través de la combinación de varios comandos dentro de un solo método.

Se debe asignar un mínimo de un sistema de trabajo a un método para que ese método pueda lograrlo.

#### **3.2.6 Procedimiento de Operación**

La determinación de la ejecución de una submuestra se define y se realiza con un procedimiento operativo. Los procedimientos operativos contienen métodos y se accede a ellos mismos mediante submuestras.

Se pueden combinar múltiples métodos en paralelo o en serie en un proceso operativo.



**Figura 20: Visión General del software de trabajo**

1. áreas de trabajo
2. pestañas
3. iconos para el programa en su totalidad
4. iconos por área
5. tablas de resumen
6. selección del área
7. barra separadora para zonas
8. botones
9. visualización de la zona

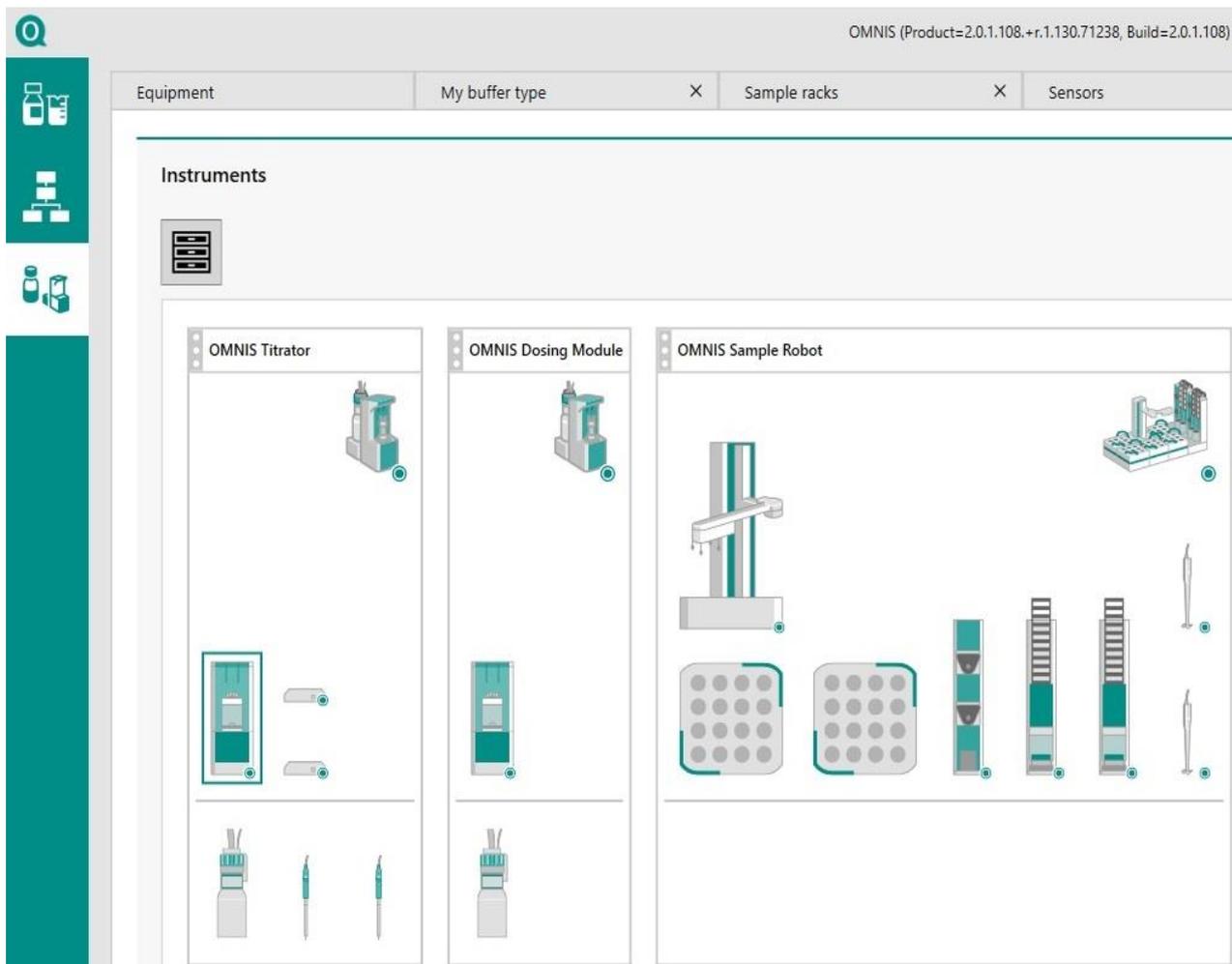


Figura 21: Componentes del equipo de titulación

### 3.2.7 Partes del titulador

- 2 buretas
- 4 bombas
- 2 electrodos
- 2 agitadores
- 1 brazo robot
- 2 rack
- vasos de 120 mL

### 3.3 PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO

#### 3.3.1 Calibración del electrodo:

Este procedimiento operativo contiene el traslado del búfer, la calibración, el regreso del búfer y lavado íntegramente en un método, el cual no permite realizar otra actividad simultáneamente.

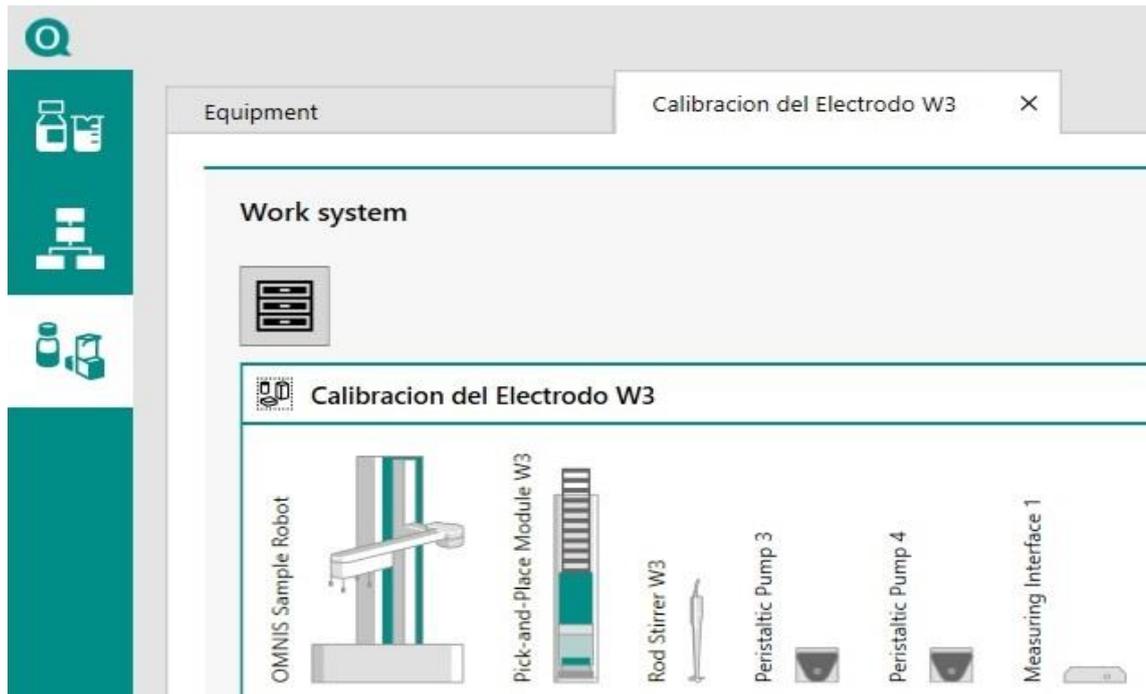


Figura 22: Selección de instrumentos necesarios para calibrar el electrodo

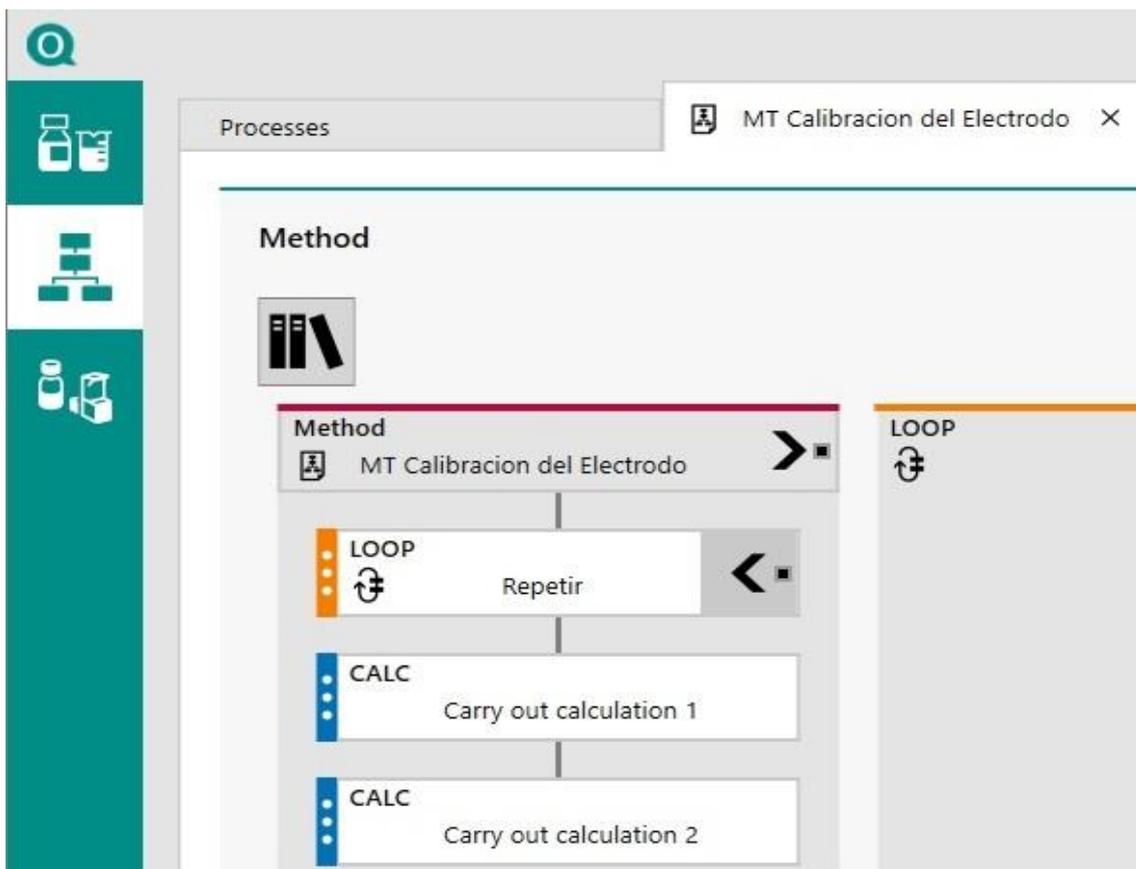


Figura 23: Programación del método para calibrar el electrodo.

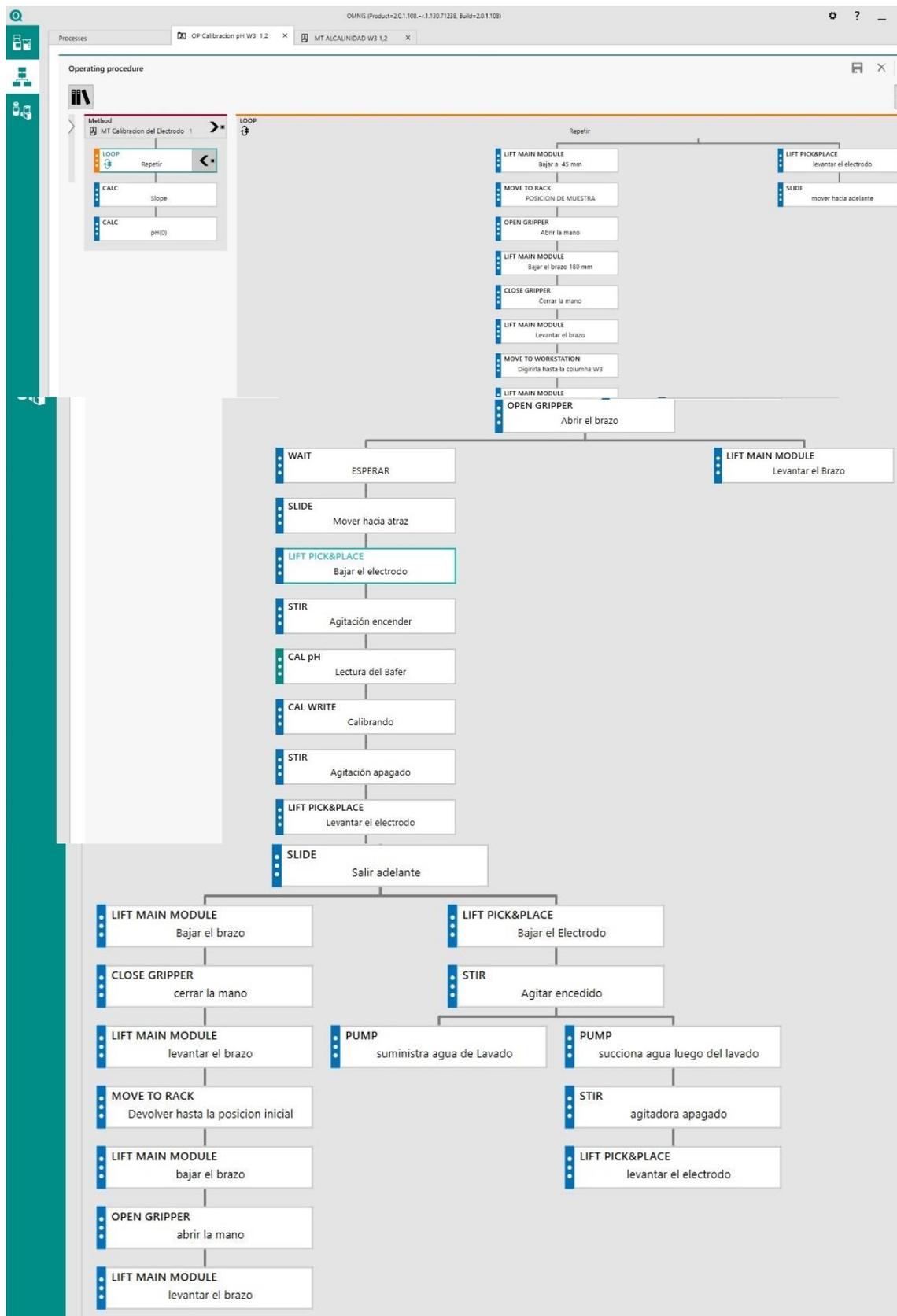
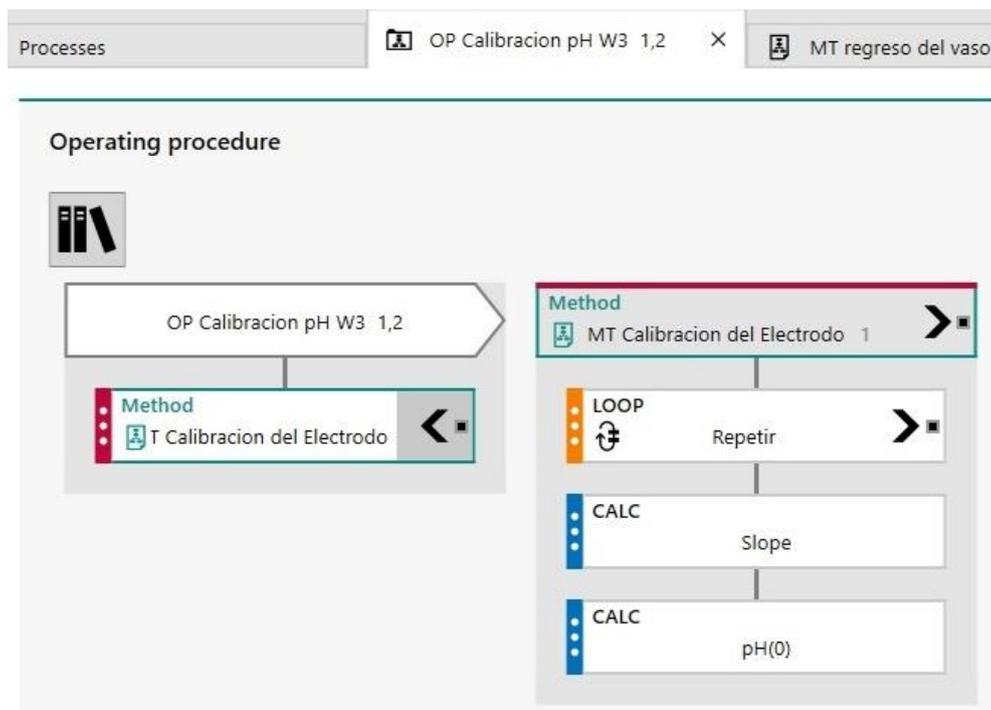


Figura 24: Programación del método para calibrar el electrodo, empleando los tres búferes, de 4, 7 y 10.



**Figura 25: Procedimiento Operativo de calibración de electrodo**

Se programa los siguientes métodos por actividad

Los siguientes procedimientos operativos se diferencian del anterior porque se pueden trabajar en simultáneo, esto quiere decir que mientras se analiza alcalinidad en un área de trabajo en la otra se podría analizar acidez.

Su programación individual de cada método permite liberar herramientas que permite ser utilizadas por otros métodos por lo cual se programa con la característica siguiente.

i. Programa para transporte de vasos.

Se programa dos procedimientos los cuales permiten el transporte de vasos conteniendo las muestras de los racks hacia la zona de trabajo y viceversa.

- Método de llevar el vaso de los racks hacia el área de trabajo (ubicación del electrodo)
- Método regresar el vaso del lugar del trabajo hacia los racks.

ii. Método lavado

Consiste en suministrar agua limpia para limpiar el agitador y al electrodo con la finalidad de limpiar estos de las muestras anteriores analizadas y luego retirar el agua suministrada.

iii. Programas principales

Estos métodos son de mucha importancia porque los resultados obtenidos son los que se reportaran.

Estandarización

Medida de pH.

Alcalinidad

Acidez

### 3.3.2 Programa de transporte

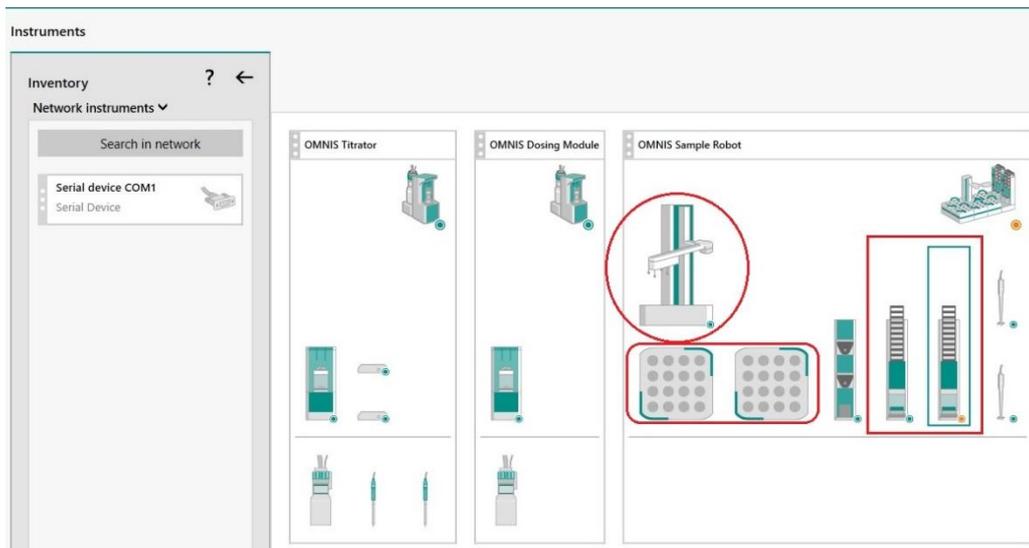


Figura 26: Selección los instrumentos a usar en traslado y regreso de la muestra

Trasladar el vaso de los racks hacia el área de trabajo (ubicación del electrodo)

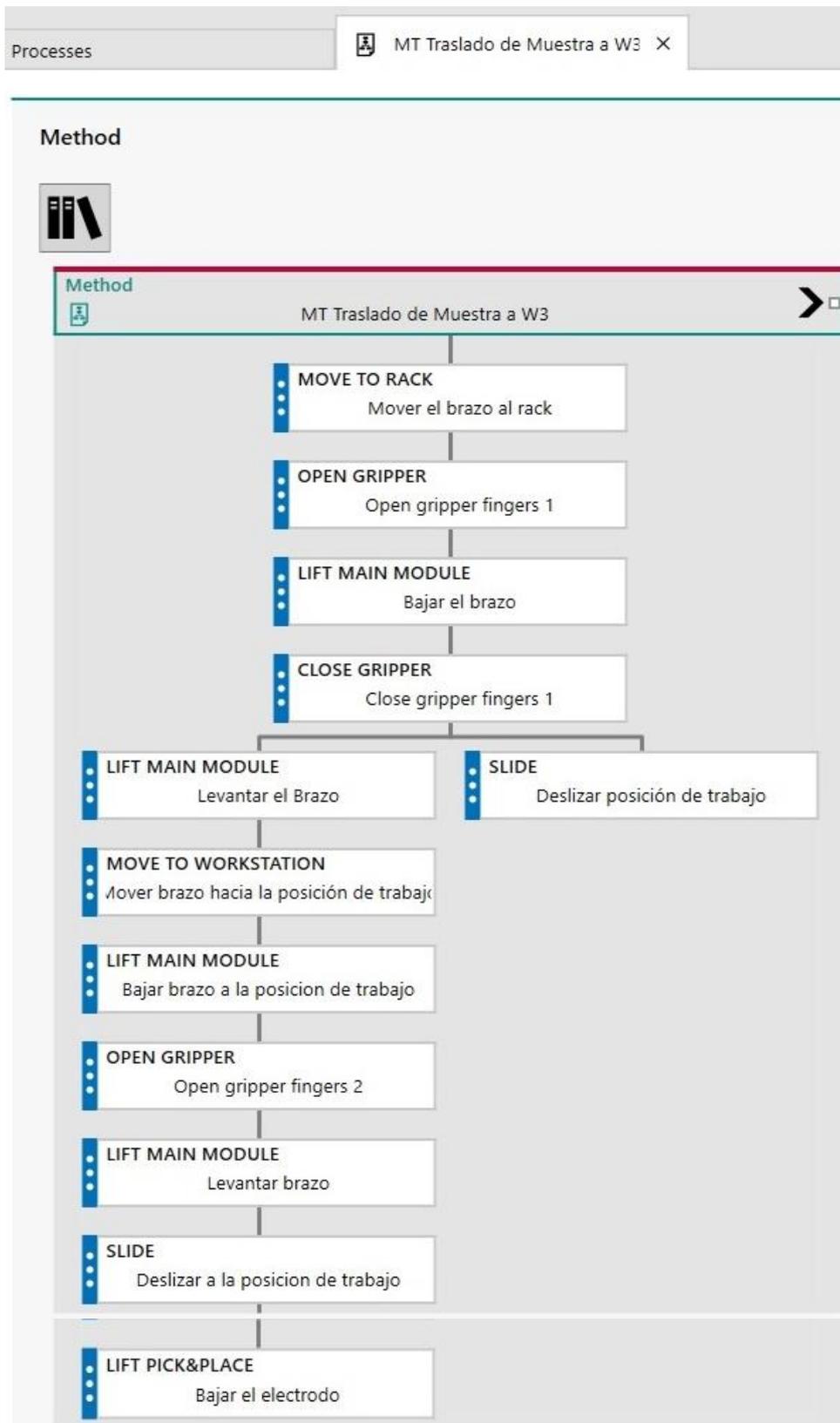


Figura 27: Programa del traslado de las muestras de los racks hacia el lugar de trabajo.

### 3.3.3 Método regresar el vaso del lugar del trabajo hacia los racks.

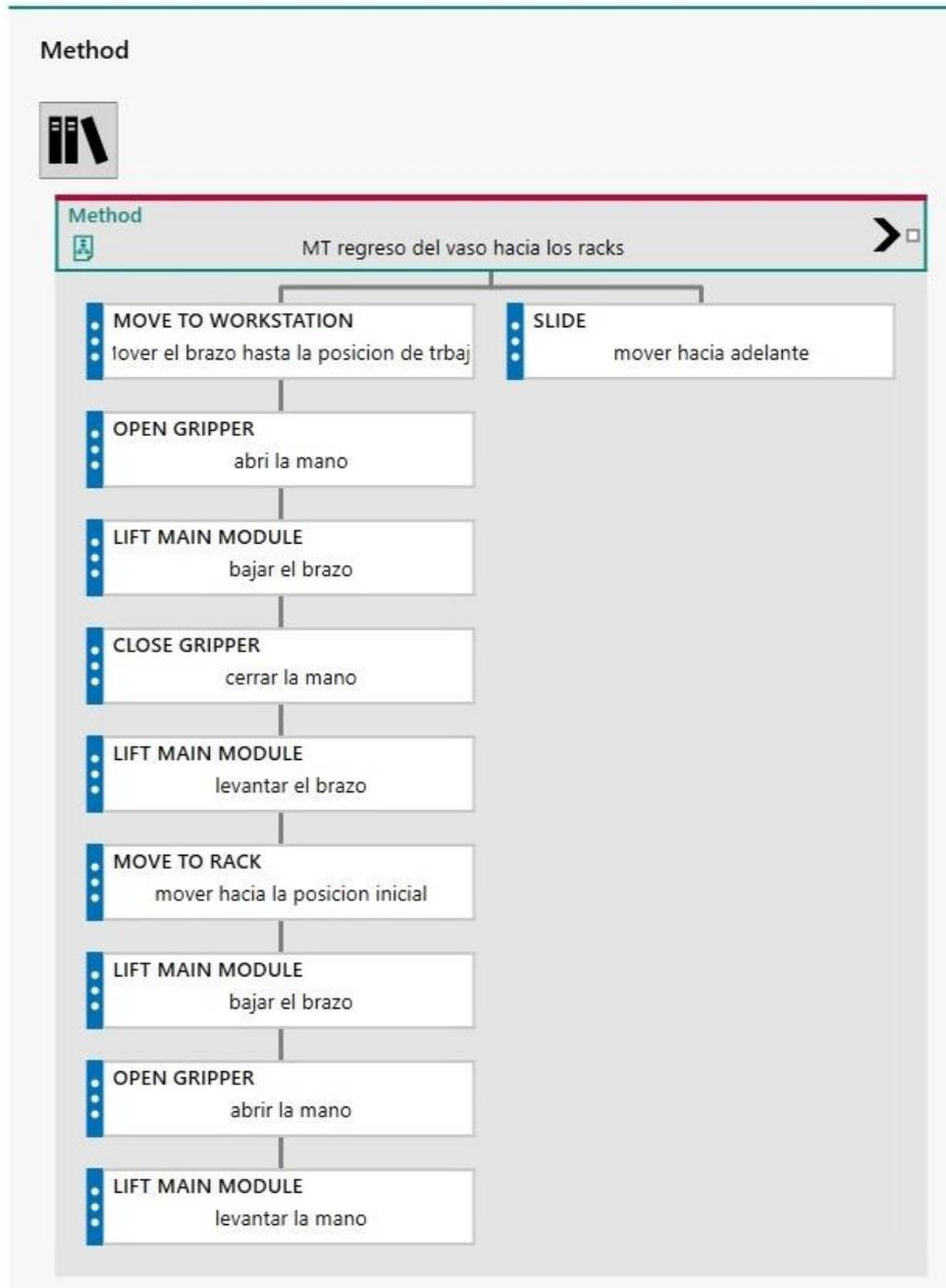


Figura 28: Programa que permite regresar el vaso hacia los racks

### 3.3.4 Lavado o limpieza del electrodo.

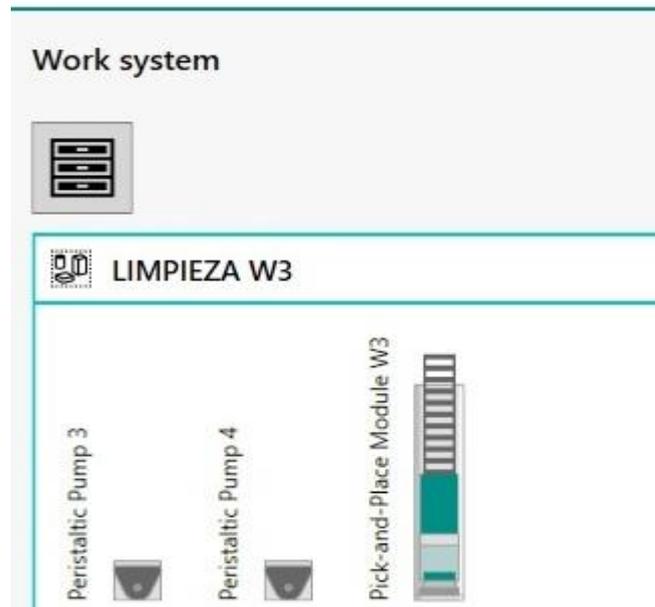


Figura 29: Instrumentos para lavado del electrodo

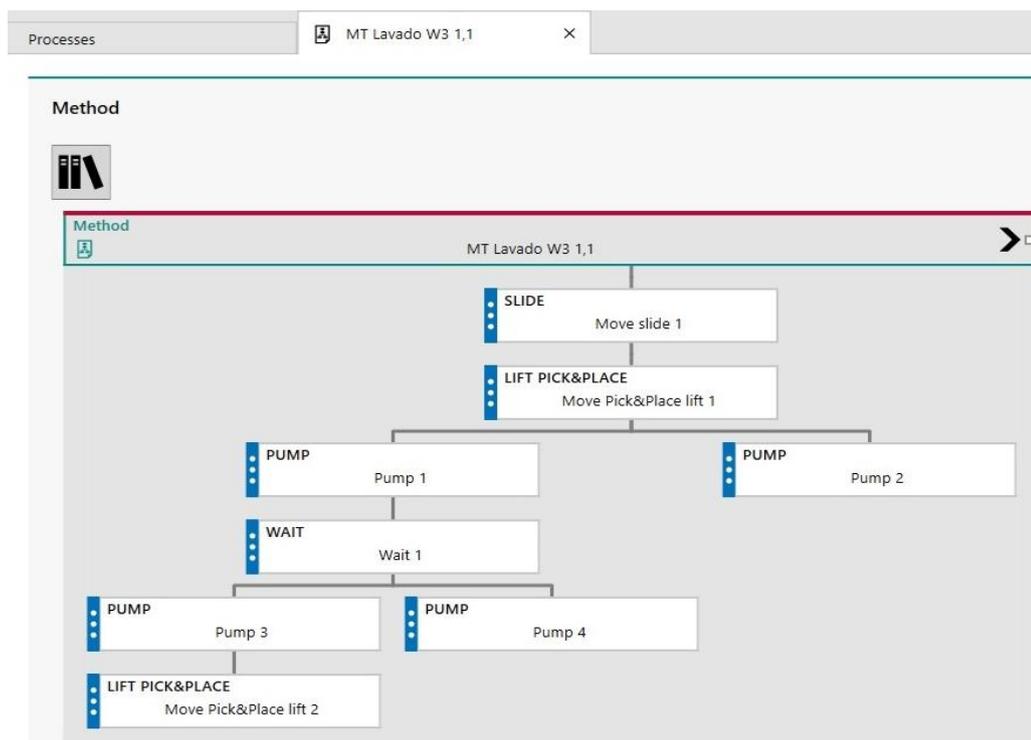


Figura 30: Programa del método de lavado

### 3.3.5 Programar el método de medición, de estandarización, pH, alcalinidad y acidez

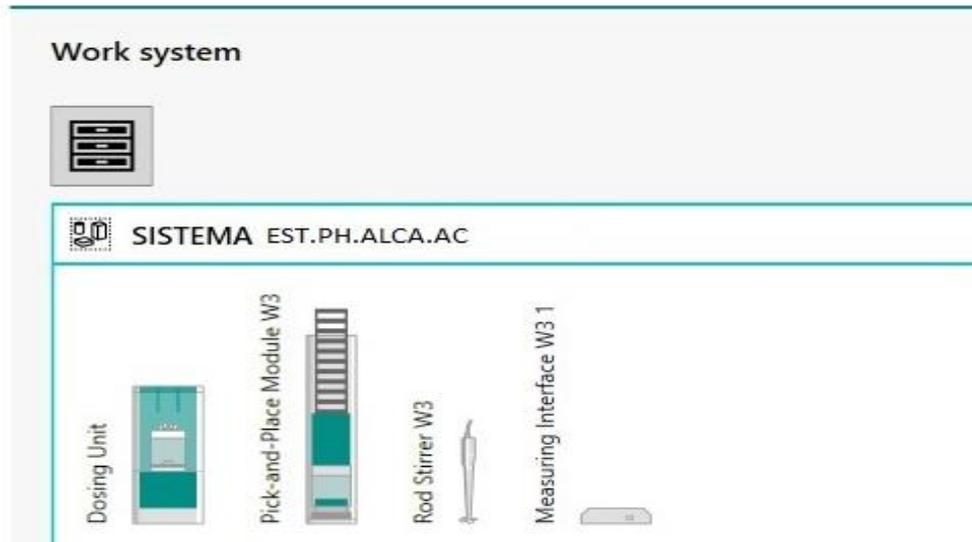


Figura 31: Equipamiento para la estandarización de las soluciones titulantes

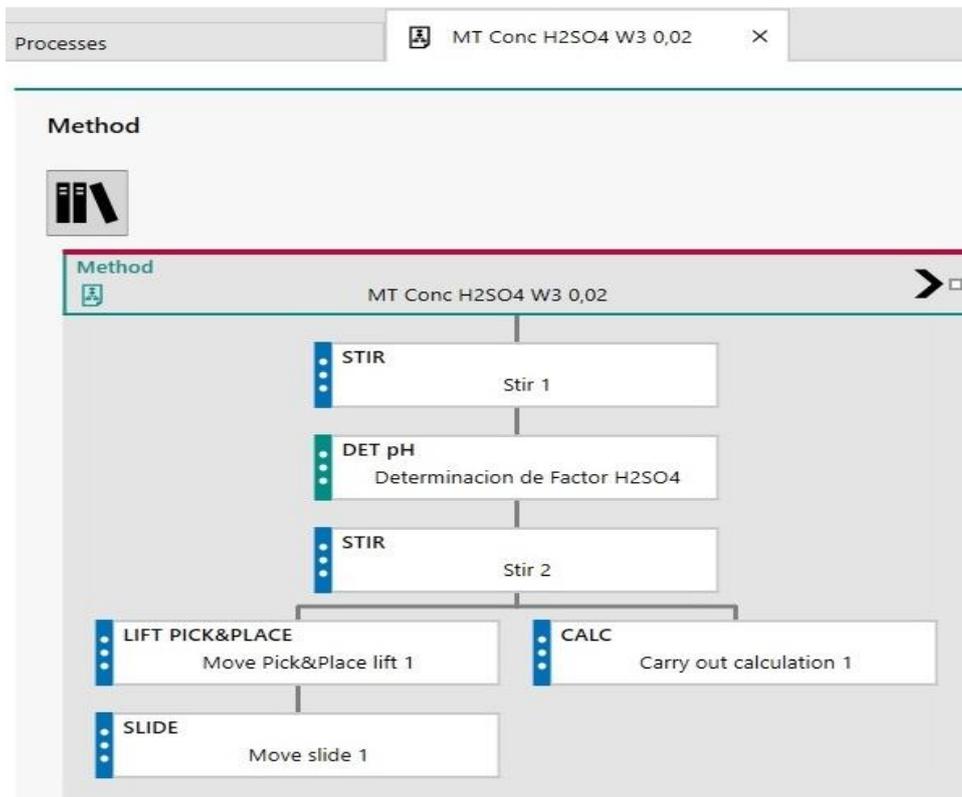


Figura 32: Procedimiento operativo de estandarización o valoración las soluciones titulantes

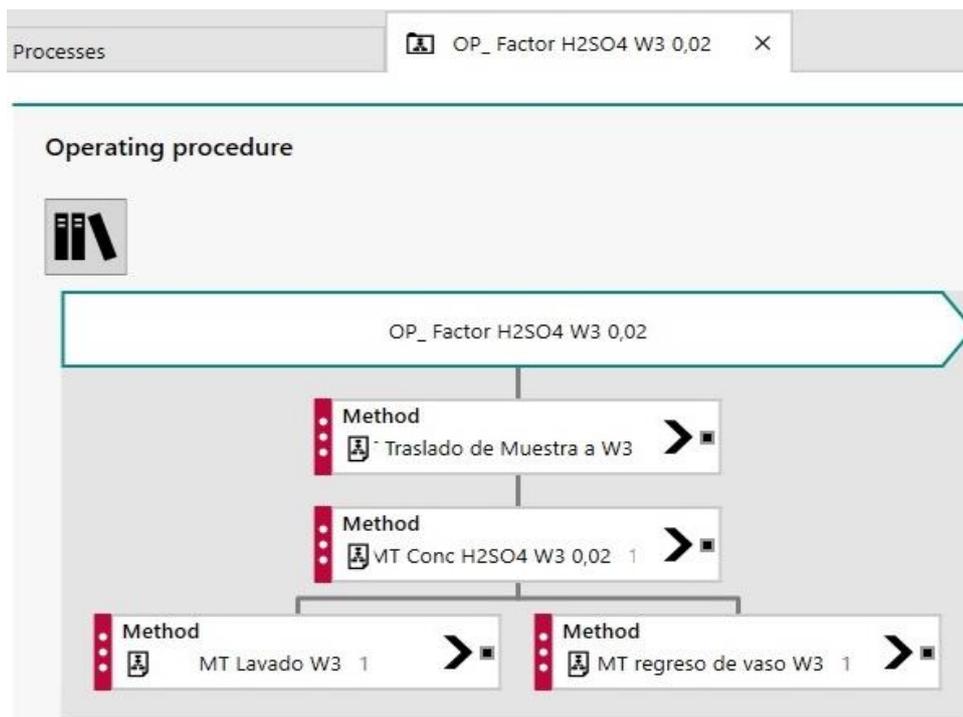


Figura 33: Procedimiento operativo de estandarización (Factor)

### Programa de medida de pH

Este programa nos permitirá medir el pH de muestras de agua.

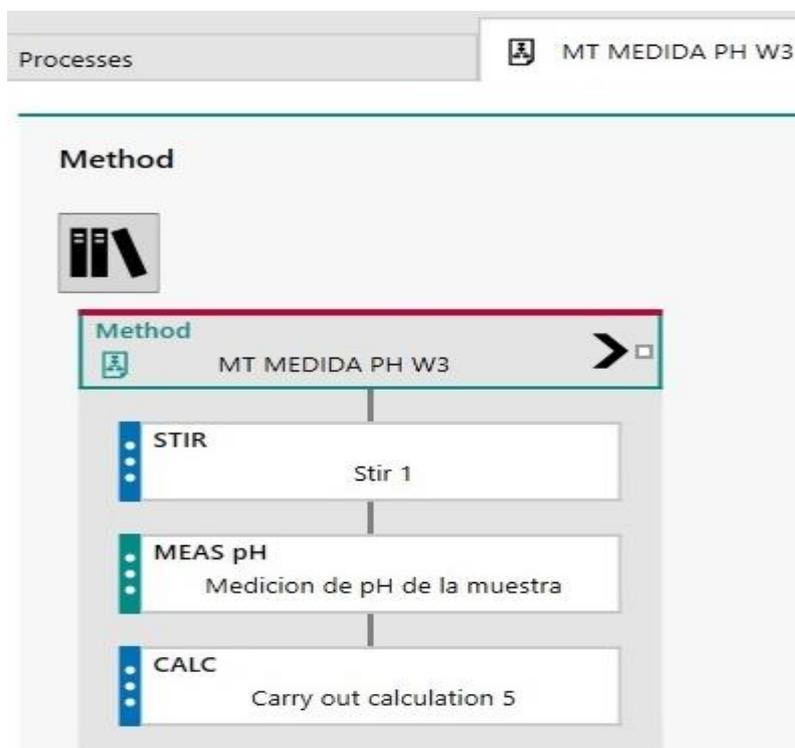


Figura 34: Programa de medida de pH



Figura 35: Procedimiento operativo de medición de pH

## Programar el método de Alcalinidad

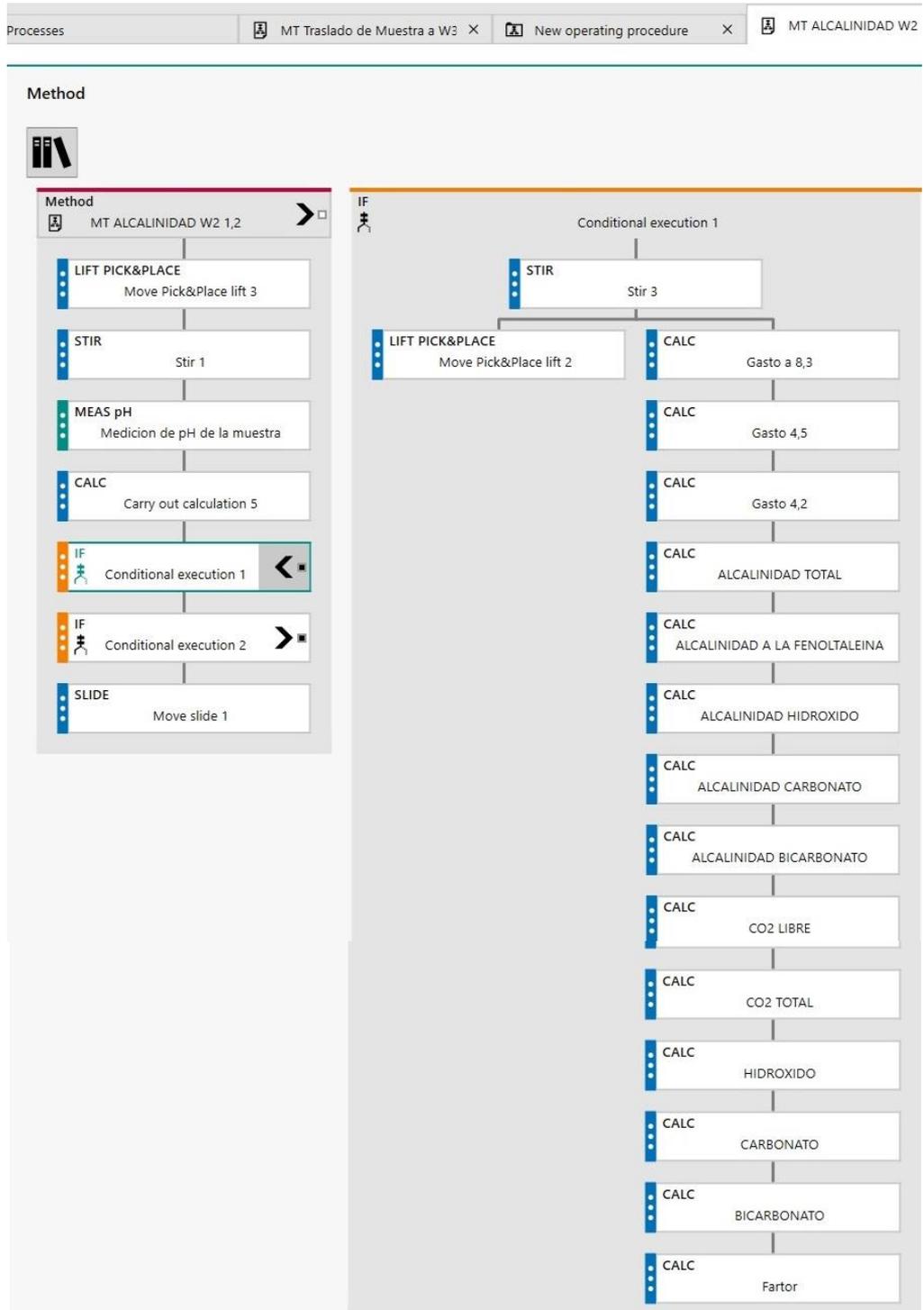


Figura 36: Procedimiento operativo del análisis de alcalinidad

### 3.3.6 Programa del método de Alcalinidad

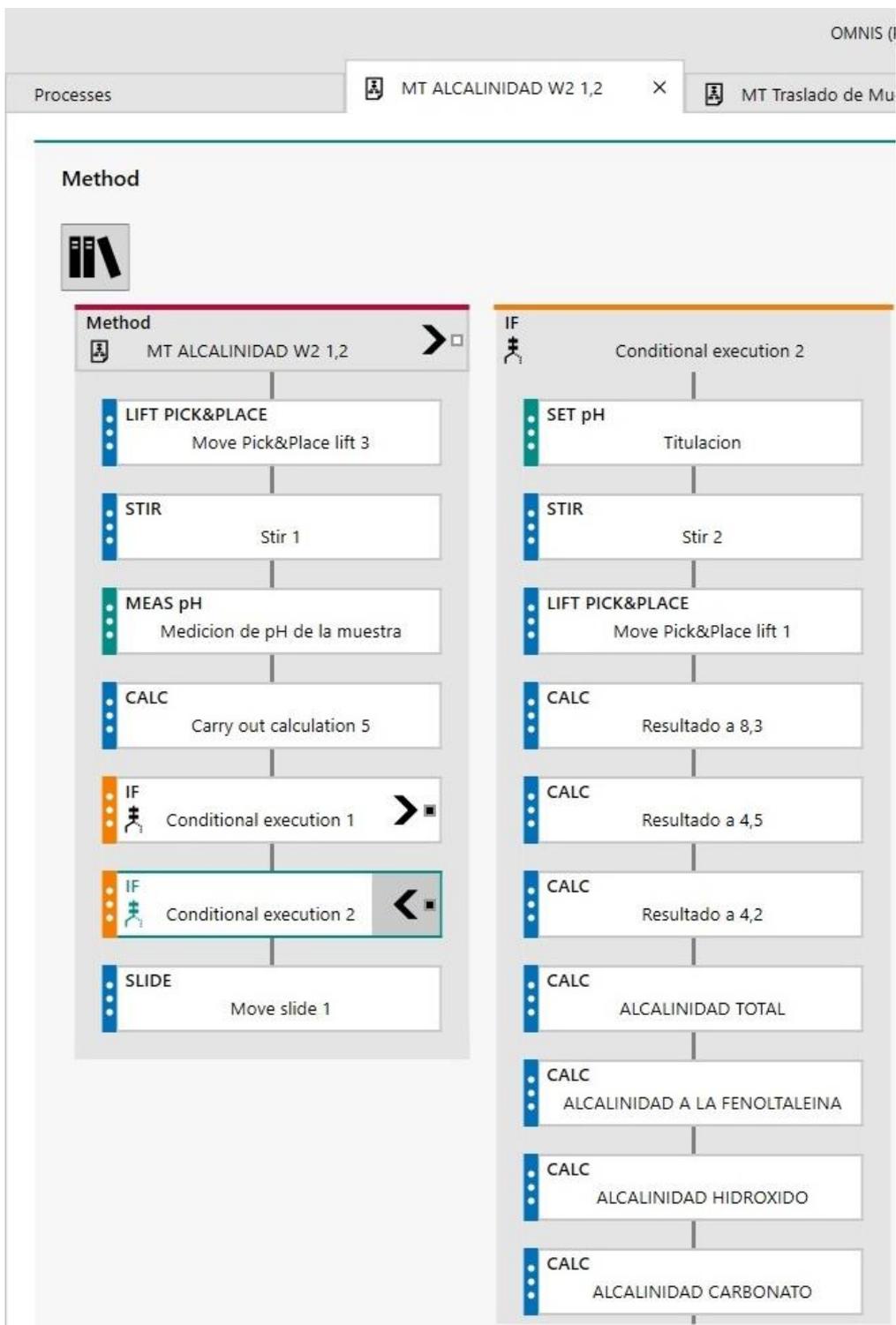


Figura 37: Programa del método de alcalinidad

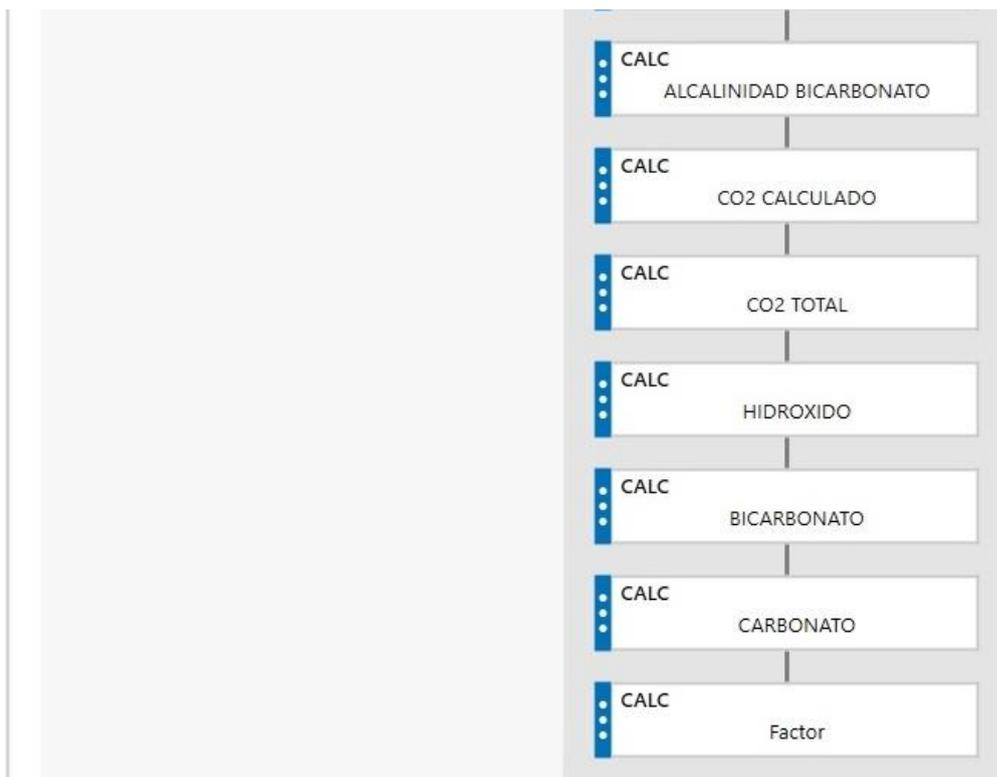


Figura 38: Programa del método de alcalinidad

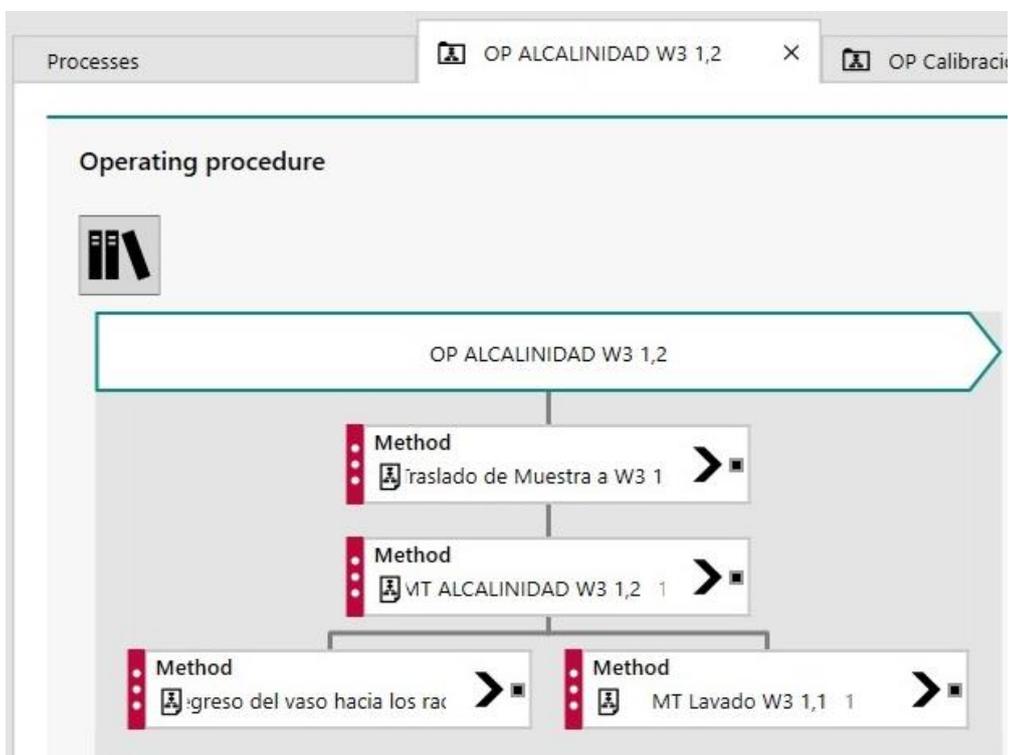


Figura 39: Procedimiento operativo para alcalinidad

## Programar el método de acidez

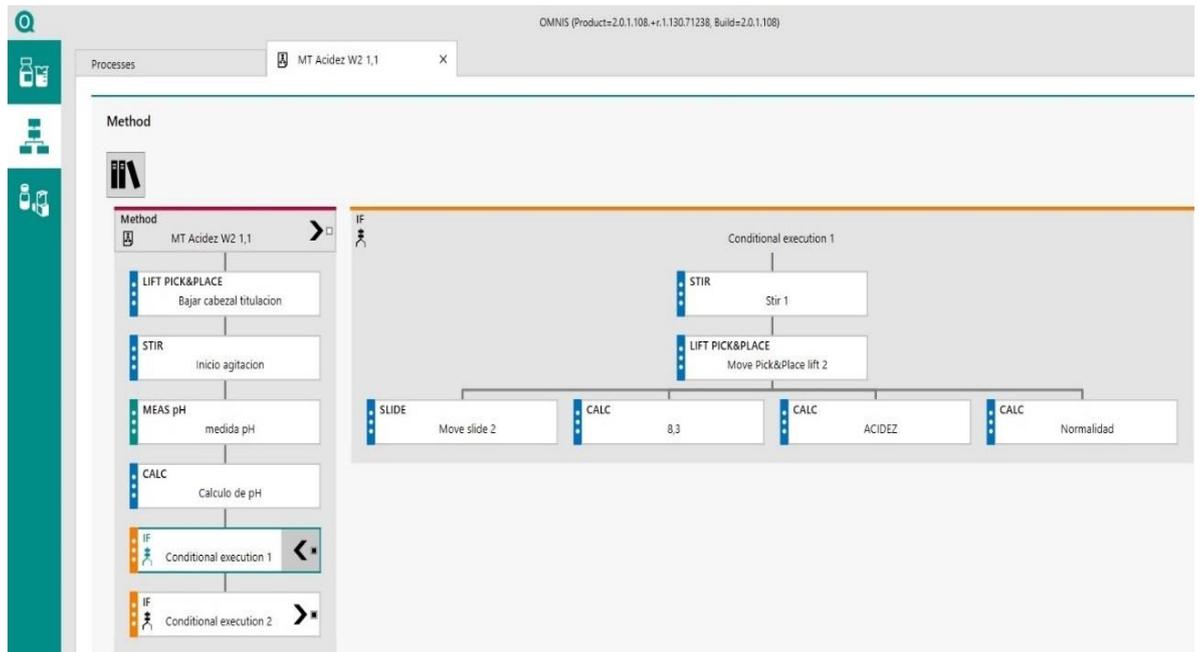


Figura 40: Programa del método de acidez

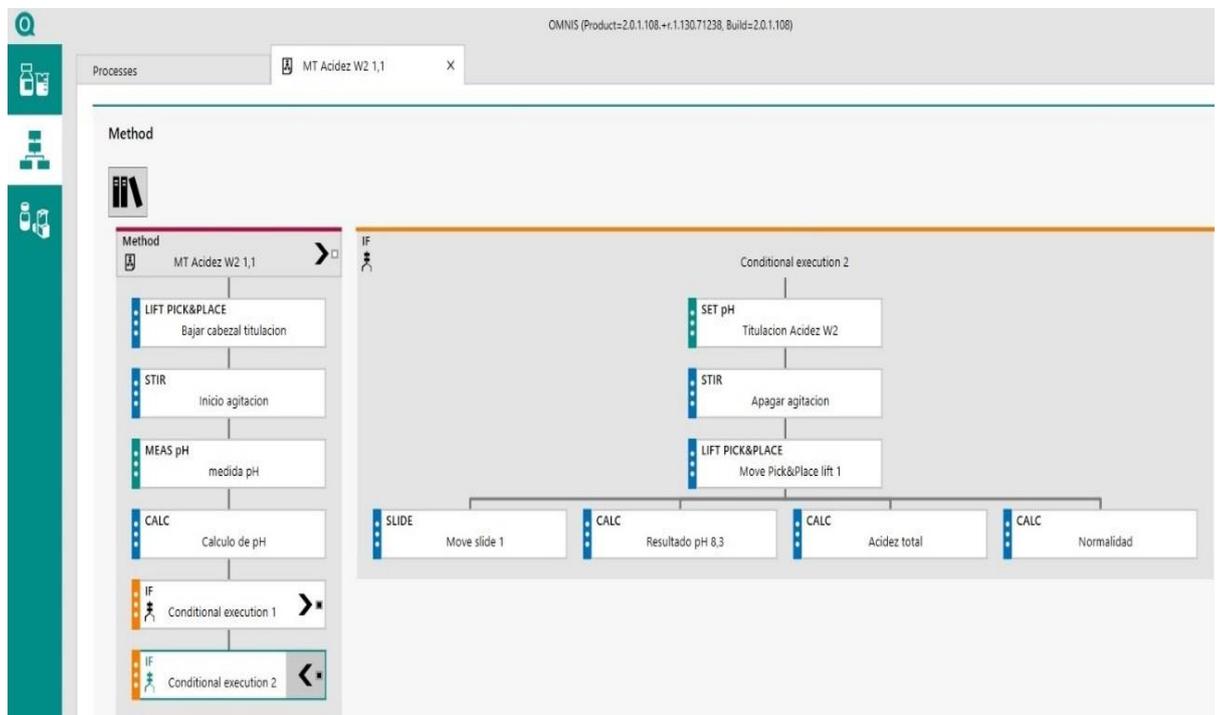


Figura 41: Programar el método de acidez

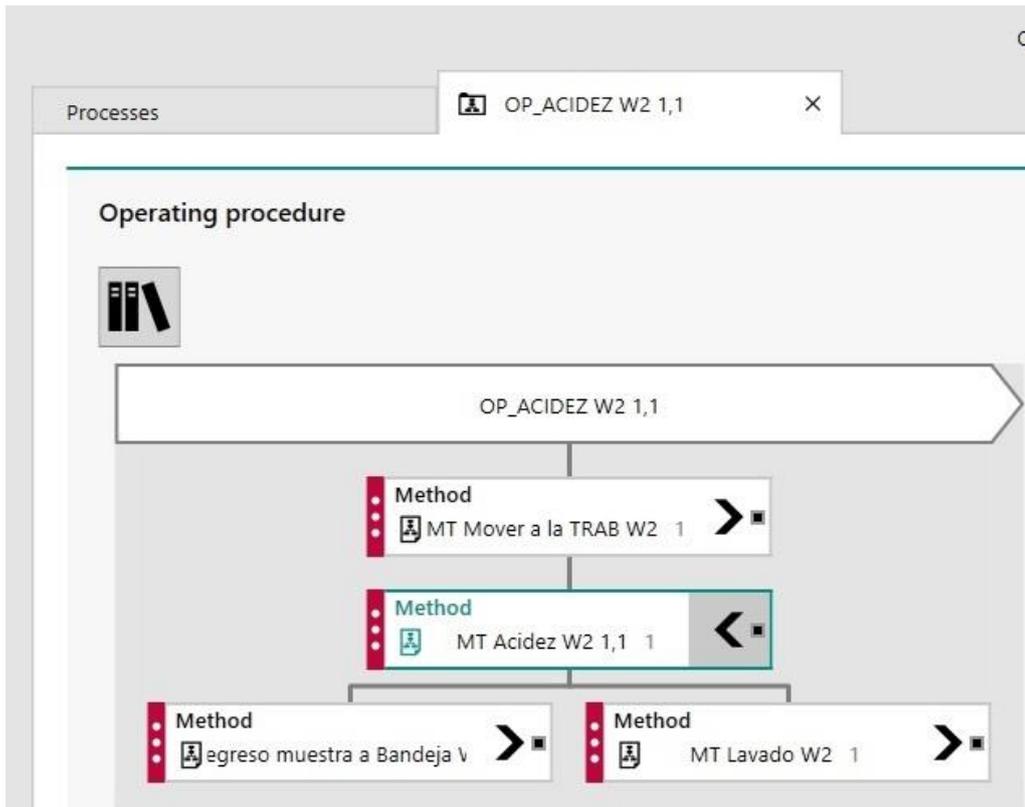


Figura 42: Procedimiento operativo para determinar acidez

### 3.4 RESULTADOS OBTENIDOS CON LA PROGRAMACIÓN REALIZADA

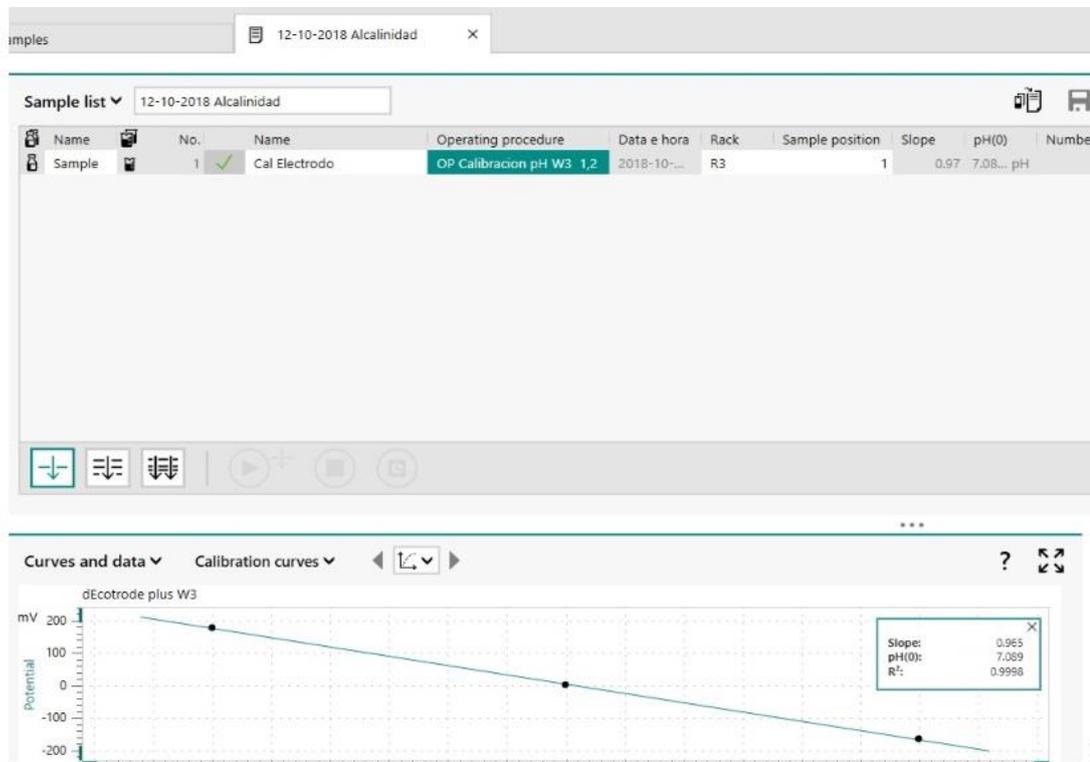


Figura 43: Calibración del electrodo

#### 3.4.1 Verificación del electrodo

Se realiza con la medición de medir pH

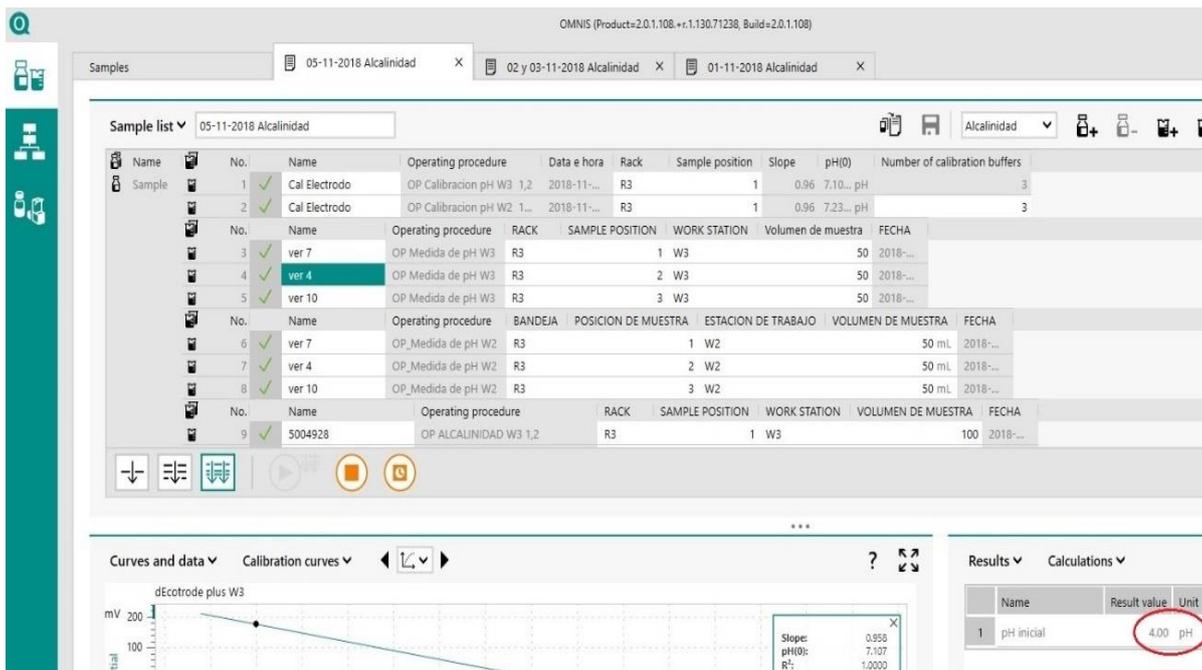


Figura 44: Verificación con el buffer pH 4

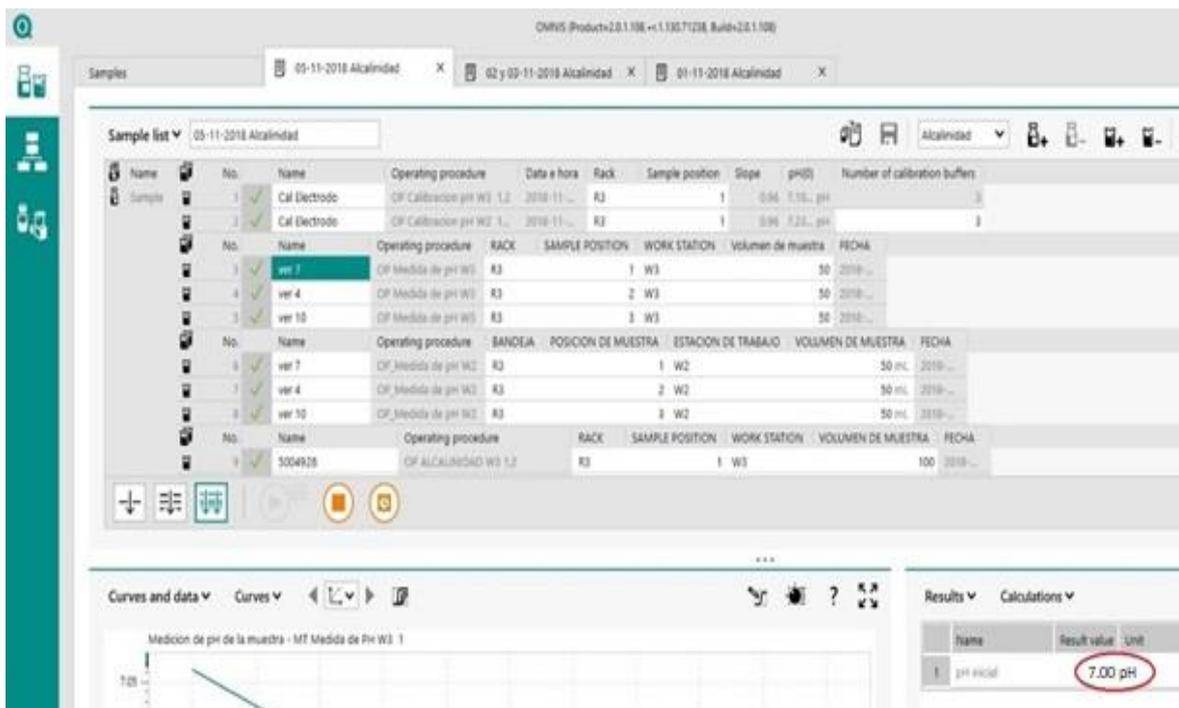


Figura 45: Verificación con el buffer pH 7

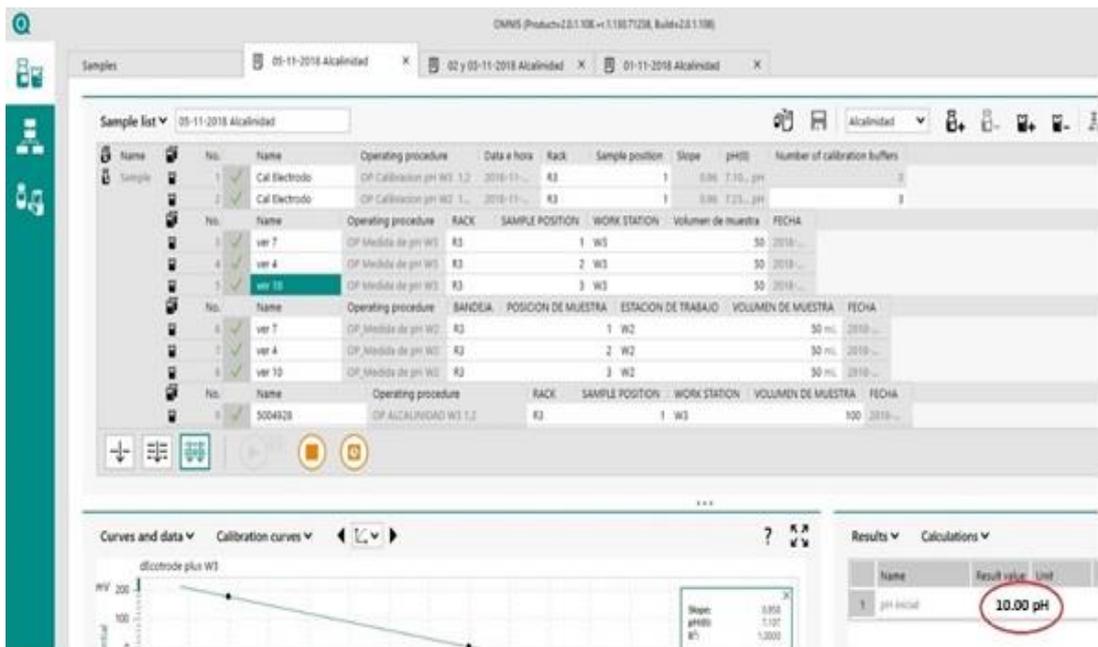


Figura 46: Verificación con el buffer pH 10

### 3.4.2 Resultados obtenidos en estandarización

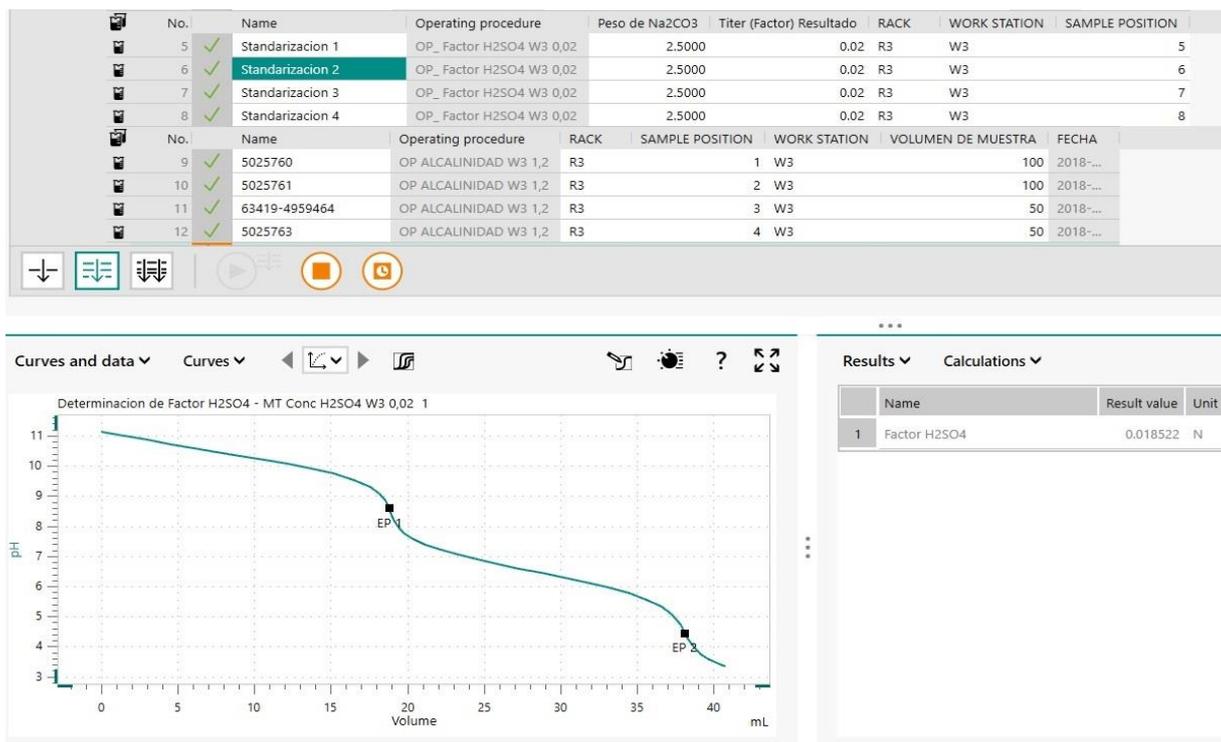


Figura 47: Curva de valoración del ácido sulfúrico I

No.	Name	Operating procedure	Peso de Na2CO3	Titer (Factor) Resultado	RACK	WORK STATION	SAMPLE POSITION
5	✓ Standarizacion 1	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	5
6	✓ Standarizacion 2	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	6
7	✓ Standarizacion 3	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	7
8	✓ Standarizacion 4	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	8

No.	Name	Operating procedure	RACK	SAMPLE POSITION	WORK STATION	VOLUMEN DE MUESTRA	FECHA
9	✓ 5025760	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	1	W3	100	2018-...
10	✓ 5025761	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	2	W3	100	2018-...
11	✓ 63419-4959464	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	3	W3	50	2018-...
12	✓ 5025763	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	4	W3	50	2018-...

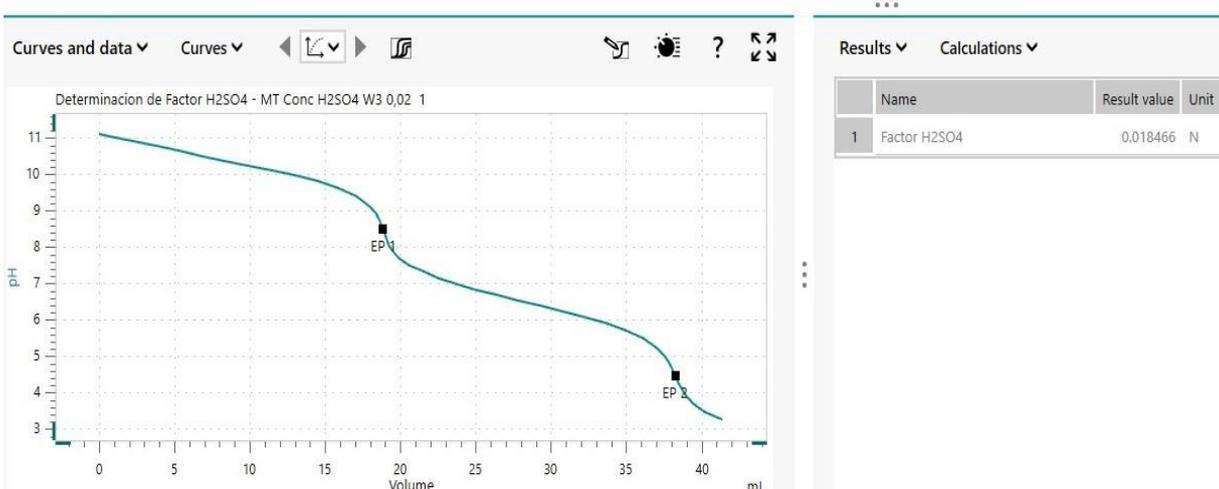


Figura 48: Curva de valoración del ácido sulfúrico 2

No.	Name	Operating procedure	Peso de Na2CO3	Titer (Factor) Resultado	RACK	WORK STATION	SAMPLE POSITION
5	✓ Standarizacion 1	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	5
6	✓ Standarizacion 2	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	6
7	✓ Standarizacion 3	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	7
8	✓ Standarizacion 4	OP_Factor H2SO4 W3 0,02	2.5000	0.02	R3	W3	8

No.	Name	Operating procedure	RACK	SAMPLE POSITION	WORK STATION	VOLUMEN DE MUESTRA	FECHA
9	✓ 5025760	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	1	W3	100	2018-...
10	✓ 5025761	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	2	W3	100	2018-...
11	✓ 63419-4959464	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	3	W3	50	2018-...
12	✓ 5025763	OP ALCALINIDAD W3 1,2	R3	4	W3	50	2018-...

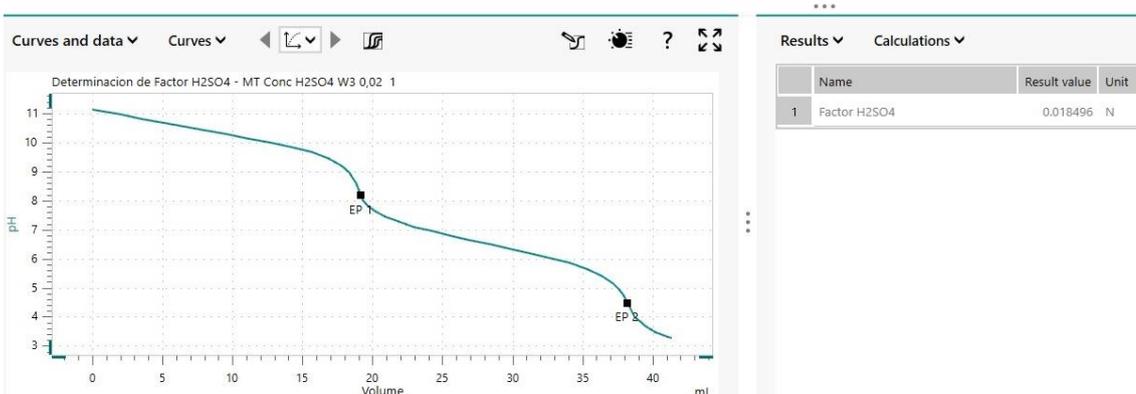
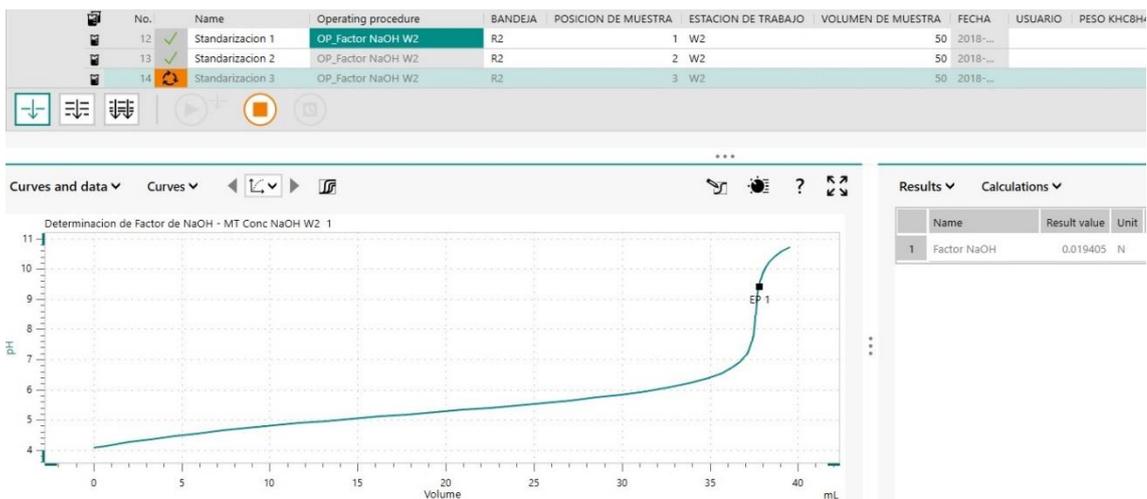
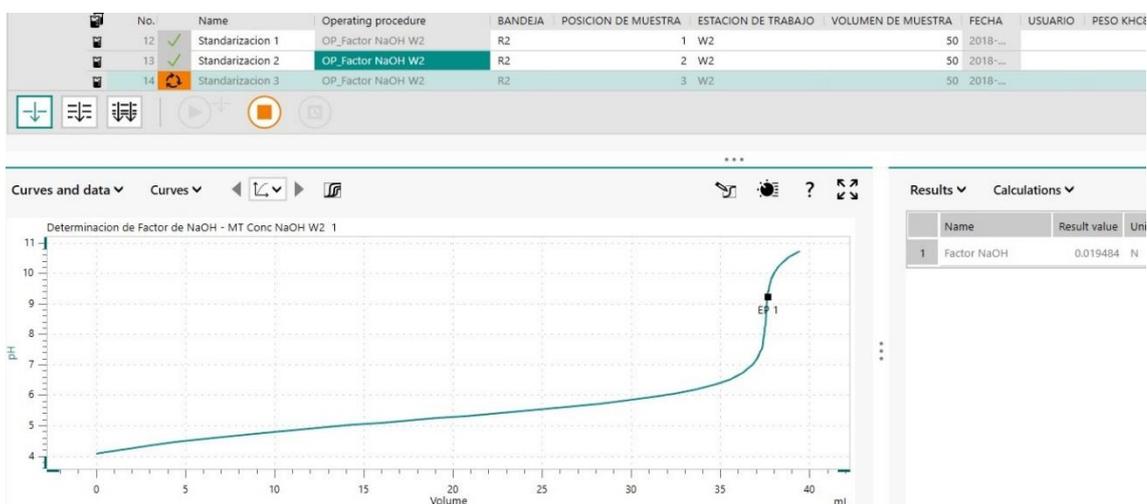


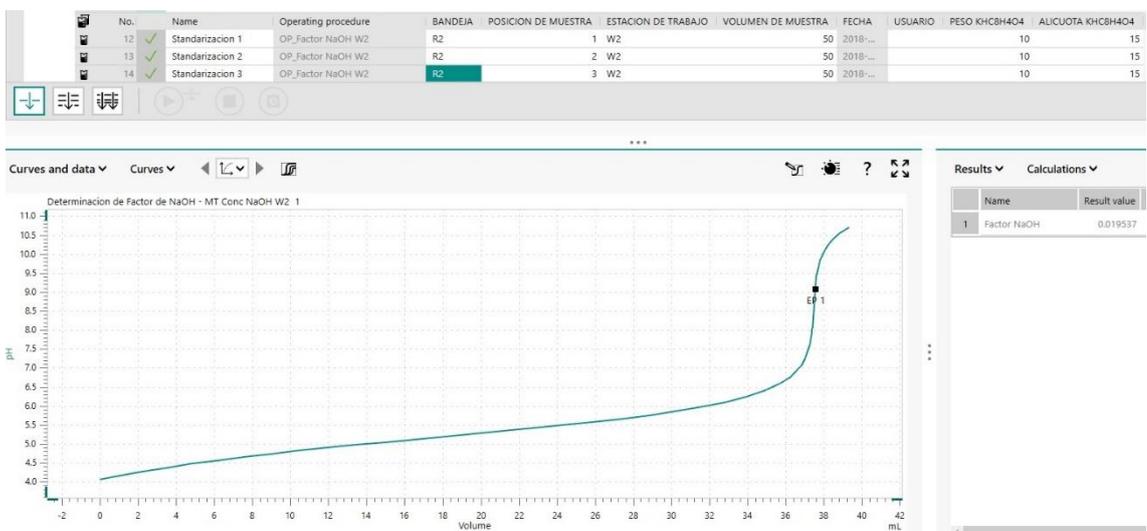
Figura 49: Curva de valoración del ácido sulfúrico 3



**Figura 50: Curva de valoración del hidróxido de sodio 1**



**Figura 51: Curva de valoración del hidróxido de sodio 2**



**Figura 52: Curva de valoración del hidróxido de sodio 3**

### 1.1.4. Resultados obtenidos de alcalinidad

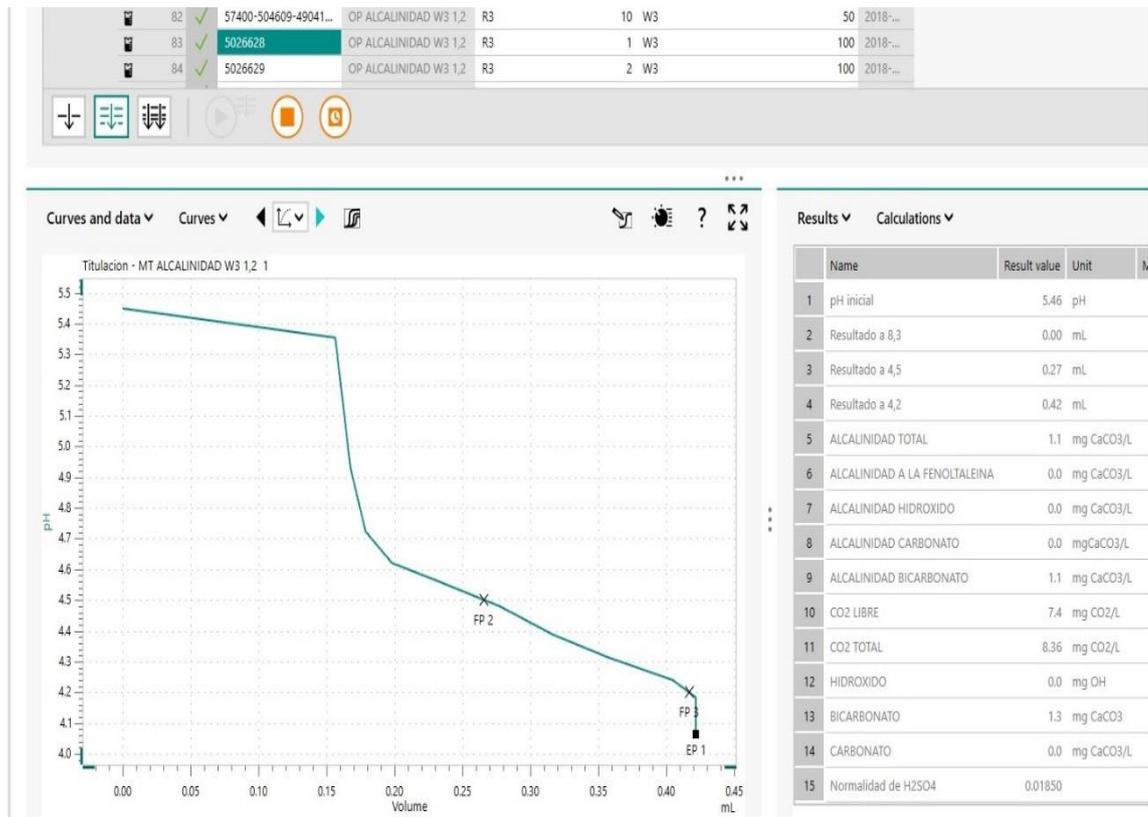


Figura 53: Resultados obtenido en un blanco

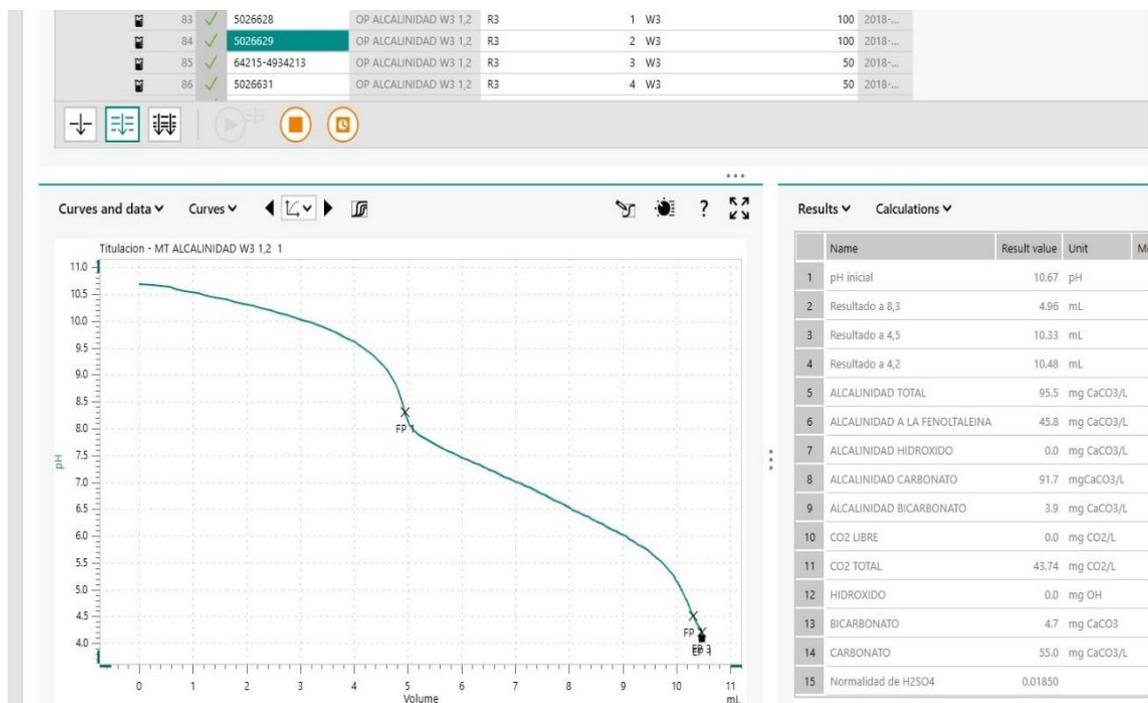


Figura 54: Resultados obtenidos en un estándar

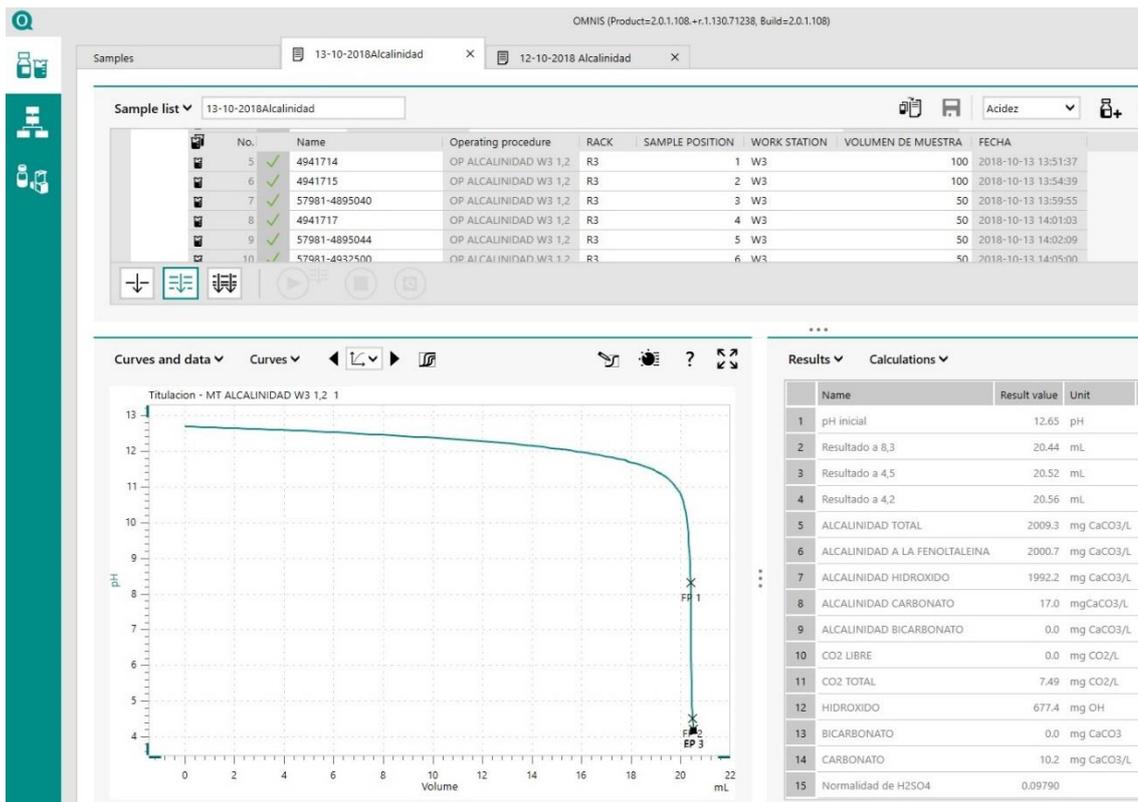


Figura 55: Resultados obtenidos en una muestra con características de Buffer

### 3.4.3 Resultados obtenidos de acidez

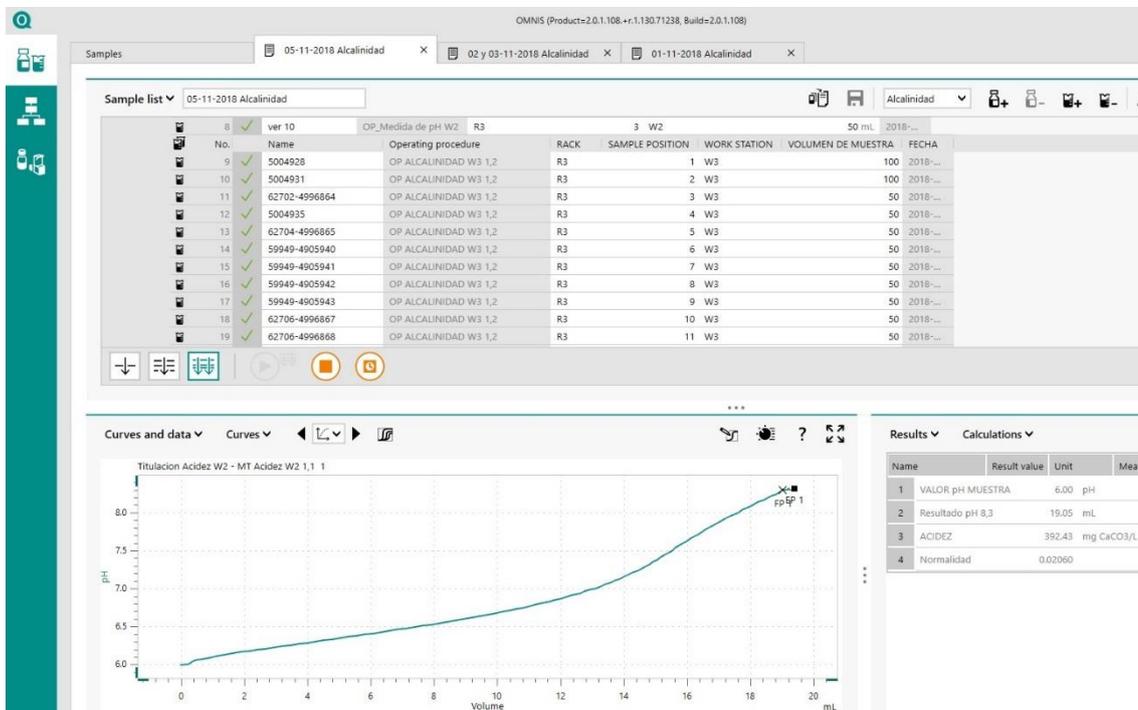


Figura 56: Resultados en acidez

Tabla 3: Resultados obtenidos

<b>Resultados del análisis de muestras de agua</b>								
INFORMACION DE LA MUESTRA								
	<b>CODIGO</b>	<b>Nº Muestra</b>	<b>ID MUESTRA</b>	<b>ID PROCESO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	<b>Acidez mg CaCO3/L</b>	<b>Alcalinidad total mg CaCO3/L</b>	<b>pH</b>
1	1868309	5171	SWRN-99	Unidad Minera	06/01/2015	4,5	69,62	7,12
2	1921319	41530	SWRN-99	Unidad Minera	03/02/2015	3,3	75,5	7,28
3	1944416	83971	SWRN-99	Unidad Minera	04/03/2015	3,8	67,63	7,27
4	1944421	131263	SWRN-99	Unidad Minera	08/04/2015	1,6	59,49	7,04
5	2143677	168408	SWRN-99	Unidad Minera	06/05/2015	4,5	72,83	6,9
6	2156814	224648	SWRN-99	Unidad Minera	16/06/2015	3,3	70,3	7,3
7	2233419	247666	SWRN-99	Unidad Minera	02/07/2015	3,7	86,25	7,48
8	2290983	296949	SWRN-99	Unidad Minera	05/08/2015	2,4	82,0	7,23
9	2350494	314360	SWRN-99	Unidad Minera	18/08/2015	3,4	97,85	7,78
10	2356273	335207	SWRN-99	Unidad Minera	01/09/2015	2,3	89,0	7,65
11	2457069	395349	SWRN-99	Unidad Minera	14/10/2015	8,4	119,8	7,43
12	2467164	425169	SWRN-99	Unidad Minera	04/11/2015	4,8	94,0	7,43
13	2510180	481539	SWRN-99	Unidad Minera	25/11/2015	9,2	83,61	7,17
14	2510187	24817	SWRN-99	Unidad Minera	26/11/2015	8,0	74,48	7,54
15	2510191	55914	SWRN-99	Unidad Minera	27/11/2015	8,1	66,98	7,25
16	2510199	91996	SWRN-99	Unidad Minera	09/12/2015	6,0	55,52	7,18
17	2543509	460235	SWRN-99	Unidad Minera	13/01/2016	2,4	87,67	7,36
18	2543997	463891	SWRN-99	Unidad Minera	19/01/2016	6,8	86,52	7,26
19	2567804	482097	SWRN-99	Unidad Minera	11/02/2016	5,3	90,0	7,53
20	2613451	16018	SWRN-99	Unidad Minera	24/02/2016	2,4	94,0	7,25
21	2739783	92002	SWRN-99	Unidad Minera	09/03/2016	6,8	77,89	7,54
22	2742506	111337	SWRN-99	Unidad Minera	22/03/2016	8,4	119,8	6,84
23	2742509	128798	SWRN-99	Unidad Minera	05/04/2016	8,0	94,0	6,58
24	2835779	159892	SWRN-99	Unidad Minera	27/04/2016	9,2	77,89	7,35
25	2835787	198347	SWRN-99	Unidad Minera	12/05/2016	5,1	86,89	7,43
26	2865927	181016	SWRN-99	Unidad Minera	25/05/2016	4,9	92,3	7,24
27	2891873	234882	SWRN-99	Unidad Minera	08/06/2016	8,2	85,16	6,95
28	2891885	276342	SWRN-99	Unidad Minera	23/06/2016	5,5	96,57	7,12
29	2905099	214887	SWRN-99	Unidad Minera	29/06/2016	7,0	89,0	7,13
30	2930190	214881	SWRN-99	Unidad Minera	06/07/2016	8,0	73,32	7,27
31	2978370	276345	SWRN-99	Unidad Minera	26/07/2016	8,6	79,0	7,15
32	2999433	310673	SWRN-99	Unidad Minera	10/08/2016	8,0	98,83	7,26
33	3013760	310676	SWRN-99	Unidad Minera	23/08/2016	7,4	95,0	7,49
34	3069674	330185	SWRN-99	Unidad Minera	07/09/2016	5,6	101,6	7,4
35	3109623	350507	SWRN-99	Unidad Minera	21/09/2016	5,2	108,3	7,34
36	3135807	368575	SWRN-99	Unidad Minera	05/10/2016	5,1	113,1	7,52
37	3157695	384891	SWRN-99	Unidad Minera	18/10/2016	9,1	79,76	7,22
38	3169488	392872	SWRN-99	Unidad Minera	24/10/2016	7,9	105,6	7,23
39	3193629	409690	SWRN-99	Unidad Minera	02/11/2016	6,6	100,0	7,35
40	3213906	424922	SWRN-99	Unidad Minera	15/11/2016	8,2	104,9	7,42
41	3245923	447502	SWRN-99	Unidad Minera	29/11/2016	9,3	102,0	7,55
42	3279357	470892	SWRN-99	Unidad Minera	07/12/2016	7,4	96,0	7,38
43	3304243	490384	SWRN-99	Unidad Minera	20/12/2016	9,0	97,0	7,11
44	3345549	14627	SWRN-99	Unidad Minera	11/01/2017	9,5	100,0	7,29
45	3359319	199062	SWRN-99	Unidad Minera	23/05/2017	8,1	52,49	7,5

46	3696866	409206	SWRN-99	Unidad Minera	19/09/2017	7,1	94,73	7,33
47	3750847	467921	SWRN-99	Unidad Minera	04/10/2017	7,4	101,0	7,69
48	3750855	522959	SWRN-99	Unidad Minera	17/10/2017	8,2	60,64	7,35
49	3750860	546198	SWRN-99	Unidad Minera	08/11/2017	5,0	70,89	7,66
50	3897352	382235	SWRN-99	Unidad Minera	21/11/2017	7,8	103,8	7,52
51	3974592	430525	SWRN-99	Unidad Minera	07/12/2017	7,4	112,2	7,51
52	4063827	492642	SWRN-99	Unidad Minera	19/12/2017	8,5	98,75	7,38
53	4193515	15397	SWRN-99	Unidad Minera	10/01/2018	7,4	60,19	7,11
54	4213464	37034	SWRN-99	Unidad Minera	23/01/2018	7,0	56,7	7,29
55	4238669	58465	SWRN-99	Unidad Minera	07/02/2018	9,1	69,54	7,64
56	4256285	77474	SWRN-99	Unidad Minera	20/02/2018	6,9	55,52	7,6
57	4306663	107897	SWRN-99	Unidad Minera	08/03/2018	6,0	65,06	7,52
58	4332083	128432	SWRN-99	Unidad Minera	20/03/2018	9,1	62,68	7,11
59	4332090	153429	SWRN-99	Unidad Minera	04/04/2018	6,2	69,2	7,05
60	4332095	182572	SWRN-99	Unidad Minera	19/04/2018	7,2	94,54	6,63
61	4376994	204090	SWRN-99	Unidad Minera	02/05/2018	6,6	75,02	7,39
62	4416961	228847	SWRN-99	Unidad Minera	15/05/2018	7,1	84,22	7,42
63	4453774	268643	SWRN-99	Unidad Minera	06/06/2018	6,6	105,2	7,31
64	4559125	293072	SWRN-99	Unidad Minera	19/06/2018	4,5	96,79	7,39
65	4637289	320164	SWRN-99	Unidad Minera	04/07/2018	7,2	121,2	7,6
66	4662060	412254	SWRN-99	Unidad Minera	17/07/2018	8,0	123,9	7,41
67	4676184	343854	SWRN-99	Unidad Minera	25/08/2018	5,3	118,7	7,42
68	4774969	441353	SWRN-99	Unidad Minera	10/09/2018	5,5	129,7	7,52
69	4774970	446793	SWRN-99	Unidad Minera	12/09/2018	5,6	124,0	7,47
70	4867870	493532	SWRN-99	Unidad Minera	19/09/2018	5,9	126,9	7,52
71	4868870	461350	SWRN-99	Unidad Minera	05/10/2018	7,6	135,2	7,52
72	4915051	516146	SWRN-99	Unidad Minera	17/10/2018	4,5	134,8	7,48
73	5018780	554407	SWRN-99	Unidad Minera	07/11/2018	5,0	103,0	7,56
74	5376234	204090	SWRN-99	Unidad Minera	15/12/2018	6,3	98,06	7,52
75	5416921	228847	SWRN-99	Unidad Minera	20/01/2019	7,4	92,68	7,11

Analisis de datos acidez		Analisis de datos alcalinidad		Analisis de datos de pH	
Cantidad de Datos	35,0	Cantidad de Datos	35,0	Cantidad de Datos	35,0
Media Aritmetica	5,72	Media Aritmetica	85,67	Media Aritmetica	7,3
Desviacion Estandar	2,29	Desviacion Estandar	14,77	Desviacion Estandar	0,24
Suma de Datos	200,1	Suma de Datos	2998,6	Suma de Datos	254,54
Suma de Cuadrados	1322,35	Suma de Cuadrados	264318,07	Suma de Cuadrados	1853,04
Valor minimo	1,6	Valor minimo	55,52	Valor minimo	6,58
Mediana	5,5	Mediana	86,52	Mediana	7,27
Valor Maximo	9,2	Valor Maximo	119,8	Valor Maximo	7,78

Analisis de datos acidez		Analisis de datos alcalinidad		Analisis de datos de pH	
Cantidad de Datos	40,0	Cantidad de Datos	40,0	Cantidad de Datos	40,0
Media Aritmetica	7,09	Media Aritmetica	94,89	Media Aritmetica	7,39
Desviacion Estandar	1,37	Desviacion Estandar	23,43	Desviacion Estandar	0,20
Suma de Datos	283,6	Suma de Datos	3795,66	Suma de Datos	295,6
Suma de Cuadrados	2084,26	Suma de Cuadrados	381581,92	Suma de Cuadrados	2186,11
Valor minimo	4,5	Valor minimo	52,49	Valor minimo	6,63
Mediana	7,2	Mediana	98,41	Mediana	7,42
Valor Maximo	9,5	Valor Maximo	135,2	Valor Maximo	7,69

Los resultados que se muestran:

Son resultados reales emitidos de enero del 2015 hasta enero 2019. Los primeros 35 resultados fueron obtenidos mediante un analisis convencional, mientras que los restantes fueron empleando el titulador automatico.

Desde el empleo del titulador redujo las quejas y las solicitudes de reensayo en un 95 % relacionados a los metodos. Ademas pasamos a quintuplicar el numero de muestras por la misma cantidad de tiempo

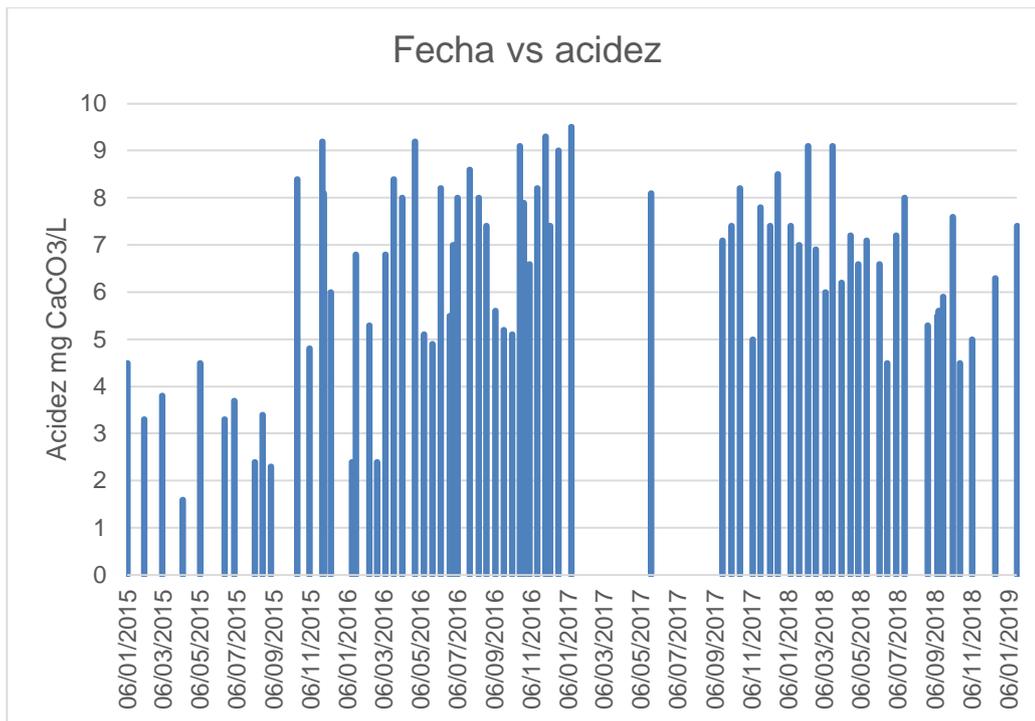


Figura 57: Variación de la acidez en función del tiempo

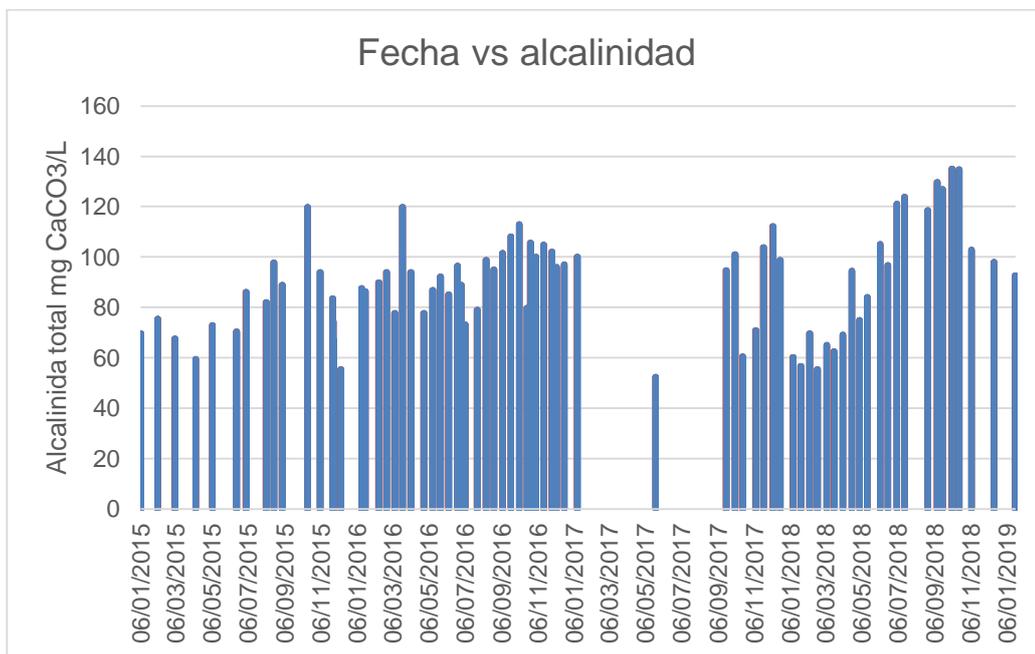
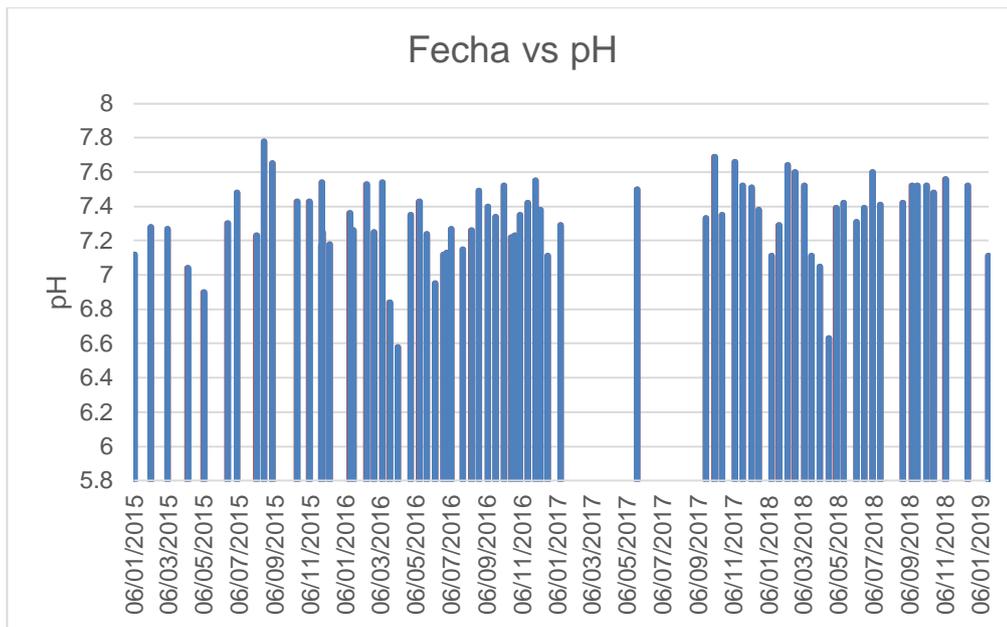


Figura 58: Variación de la alcalinidad en función del tiempo



**Figura 59: Variación del pH en función del tiempo**

## **CAPITULO IV**

### **4 APORTES:**

#### **4.1 Elaboración de manual de uso del equipo de titulación automática**

**Situación:**

El laboratorio no contaba con un manual de uso adecuado del equipo de titulación automático, esto generaba complicaciones en el análisis de las muestras.

**Planeamiento:**

Se coordinó con la supervisión para la elaboración de un manual de uso del equipo de titulación automática.

**Ejecución**

Elabore el manual de uso adecuado del equipo de titulación automática. Se logró la aceptación y aprobación por parte del supervisor el manual elaborado.

**Estado Actual**

En la actualidad el laboratorio cuenta con un manual de uso adecuado del equipo de titulación automática. Este manual provee facilidades en el uso del equipo y en el empleo para el análisis de muestras.

**Aporte**

Se logró elaborar el manual con resultados satisfactorios.

## **4.2 Compartir la programación elaborada en el titular con otras sedes**

### **Situación:**

Los problemas del laboratorio de Perú antes de la adquisición de equipo, eran muy similares a otras sedes importantes de la empresa. Al ser una empresa trasnacional las soluciones en una sede son compartidas con otras.

### **Planeamiento**

Al tener muy buenos resultados con la adquisición, ensamblaje, y programación de los métodos, la empresa tomo la decisión de adquirir dos equipos adicionales, uno destinado para una sede en Brasil, y la última para la sede de Chile

### **Ejecución**

El ensamblaje se realizó en los laboratorios de destino, pero toda la programación fue compartida del laboratorio de Perú.

### **Estado Actual**

En la actualidad los tres equipos están operativos con la programación realizada en Perú.

### **Aporte**

Se logró compartir la información con las otras sedes de la empresa.

### **4.3 Investigación de métodos**

#### **Situación**

En el mundo de los laboratorios existen muchos métodos para el análisis de un mismo analito, se investigó cuál de ellos sería menos contaminante y más fácil de realizar

#### **Planeamiento**

Se coordinó con la supervisión para dar solución a un problema que se presenta y es el volumen de muestra. Por ejemplo en el análisis de sólidos suspendidos totales, se decidió reemplazar los frascos de 1 litro a frascos de 120 ml.

#### **Ejecución**

Se puso en marcha las pruebas para validar el método y analizar muestras empleando un volumen de 40 mL como máximo.

#### **Estado Actual**

En la actualidad se logró validar el método ante Inacal y este es vendido para todos los clientes como un método acreditado.

#### **Aporte**

Se logró reducir la cantidad de volumen de la muestra, generando ahorros muy significativos y muchos beneficios a los clientes.

### **4.4 Puesta en marcha del equipo de titulación automática.**

Ver CAPITULO III.

#### **4.5 EN EL ASPECTO ACTITUDINAL**

En este aspecto la responsabilidad, puntualidad y buena predisposición son muy importantes. Me adapté a las condiciones ambientales y percances propios de un laboratorio de investigación de alta sofisticación. Igual comportamiento mantengo con los directivos, profesionales, y personal que laboran, sin escatimar esfuerzo y tiempo para cumplir con las funciones y labores que se me asignaron.

## **CONCLUSIONES:**

- ✓ Se puso en marcha el equipo de titulación automático y la programación de los métodos de alcalinidad, acidez y pH.
- ✓ Se quintuplicó el número de muestras analizadas al emplear el titulador automático comparado con un análisis convencional.
- ✓ Se redujo en un 95 % la quejas y solicitudes de reensayos en los métodos de acidez, alcalinidad y pH
- ✓ Se pone en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, Escuela Profesional de Ingeniería Química.
- ✓ Mi experiencia profesional adquirida en los laboratorios de la empresa ALS LS PERU, me sirvió para cumplir con lo establecido en el Programa de titulación de la Escuela de Profesional de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

## **RECOMENDACIONES:**

- ✓ Implementar todos los laboratorios con equipos más modernos, con la finalidad de reducir el volumen y masa de las muestras en todos los métodos acreditados.
- ✓ Se deben realizar campañas informativas, dando a conocer la importancia del medio ambiente.
- ✓ Se debe incrementar los Inter laboratorios, con la finalidad mantener altos estándares de calidad.
- ✓ Promover la implementación de métodos automatizados con la finalidad de sustituir los métodos clásicos con la finalidad de ocasionar un menor impacto ambiental.
- ✓ Implementar cronograma de validaciones para el incremento de métodos automatizados.

## Bibliografía

- ALS. (01 de Octubre de 2018). *Nuestra Historia*. Obtenido de [http://www.corplab.net/web/web\\_new/compania\\_historia.html](http://www.corplab.net/web/web_new/compania_historia.html)
- American Water Works Association, American Public Health Association, & Water Environment Federation. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, DC 20001-3710: Laura L. Bridgewater.
- Corplab, 2. G. (01 de 01 de 2014). ALS. Recuperado el 1 de 11 de 2018, de NUESTRA HISTORIA: [http://www.corplab.net/web/web\\_new/compania\\_historia.html](http://www.corplab.net/web/web_new/compania_historia.html)
- Martel, A. B. (2002). Aspectos Físicoquímicos de la calidad del Agua. *Manual I*, 7.
- Metrohm. (2018). OMNIS. *OMNIS*, 3.
- Pueblos. (2018). *MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de <https://cumbrepuebloscop20.org/medio-ambiente/>
- Rapin, Pierre J.;jacquard, Patrick. (1997). *INSTALACIONES FRIGORIFICAS*. En *INSTALACIONES FRIGORIFICAS*. Barcelona: Marcombo S.A.
- Segovia, M. (11 de 4 de 2018). ORGANIGRAMA ALS PERU. *ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL*. Lima, Lima, Peru: ALS LS PERU S.A.C.
- WIKIPEDIA. (16 de Octubre de 2018). *AIRE*. Obtenido de Propiedades Físicas: <https://es.wikipedia.org/wiki/Aire>
- WIKIPEDIA. (26 de Febrero de 2018). *Alcalinidad del agua*. Obtenido de Alcalinidad del agua: [https://es.wikipedia.org/wiki/Alcalinidad\\_del\\_agua](https://es.wikipedia.org/wiki/Alcalinidad_del_agua)
- Wikipedia. (1 de 10 de 2018). *MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Medio\\_ambiente](https://es.wikipedia.org/wiki/Medio_ambiente)

# ANEXOS

## ANEXO N° 01: DISTRIBUCION DE AREAS EN EL LABORATORIO



## ANEXO 02: RELACION DE METODOS ACREDITADOS

SEDE:	CERCADO DE LIMA				
LABORATORIO:	MEDIO AMBIENTE				
CAMPO DE PRUEBAS:	MICROBIOLÓGICAS (incluye muestreo)				
N°	Disciplina	Sub-disciplina	Tipo de Ensayo (Nombre)	Norma de Referencia	
	(De acuerdo a la Directriz DA-acr-13D)	(De acuerdo a la Directriz DA-acr-13D)		Código <sup>[2]</sup>	Título
1	Biología	Microbiología Cuantitativo	Bacterias Heterotrofas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22nd Edition	Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
2	Biología	Microbiología semicuantitativo	Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 22nd Edition	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
3	Biología	Microbiología semicuantitativo	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 22nd Edition	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
4	Biología	Microbiología semicuantitativo	E. Coli.(Tubos Múltiples-NMP / 100 mL)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Edition	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (PROPOSED). Escherichia coli Test (Indole Production)
5	Biología	Microbiología semicuantitativo	Enterococos Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9230 B, 22nd Edition	Fecal Enterococcus/Streptococcus Groups. Multiple-Tube Technique
6	Biología	Microscopia	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado ) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
7	Biología	Microbiología Cualitativo	Salmonella	Prueba cualitativa (ISO 19250:2010)	Water Quality-Detection of Salmonella spp
8	Biología	Microbiología Cualitativo	Vibrio Cholerae	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9260 H 1-3, 22nd Edition (*)	Detection of Pathogenic Bacteria. Vibrio

SEDE:		CERCADO DE LIMA		
LABORATORIO:		MEDIO AMBIENTE		
CAMPO DE PRUEBAS:		QUIMICAS		
N°	Disciplina	Sub-disciplina	Tipo de Ensayo (Nombre)	Norma de Referencia
	(De acuerdo a la Directriz DA-acr-13D)	(De acuerdo a la Directriz DA-acr-13D)		Código <sup>[2]</sup>
9	Fisicoquímica	Gravimétrico	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Edition.
10	Instrumental	Espectroscopia Infrarroja	Aceites y Grasas	ASTM D7066-04, 2011. (Validado)
11	Fisicoquímica	Volumétrico	Acidez	SMEWW-APHA-AWWA-APHA 2310-B, 22nd Edition
12	Fisicoquímica	Volumétrico	Alcalinidad / Bicarbonato / Carbonato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Edition
13	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Aldrin + Dieldrin, heptacloro + heptacloro epóxido	EPA Method 8081 B, Rev 2, 2007 referenciado en ECA Agua (DS N°015-2015-MINAM), diciembre 2015.
14	Química Instrumental	Espectrofotometría Atómica (Emisión)	Bario Lixiviable	EPA METHOD 1311. Rev. 0 (Lixiviación) / EPA METHOD 6010 B
15	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Bifenilos Policlorados (PCBs)	ASTM D4059-00(2010)
16	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Bifenilos Policlorados (PCBs)	EPA Method 8082A, Rev. 1
17	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Bifenilos Policlorados (PCB´s)	EPA METHOD 8270 D, <b>Rev. 5</b>
18	Química Instrumental	Cromatografía Gaseosa	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	EPA METHOD 8021 B <b>Rev.03</b>
19	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	EPA METHOD 8021 B <b>Rev.03</b>
20	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3
21	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	BTEX, Naftaleno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3
22	Fisicoquímica	Volumétrico	Calcio, Dureza Calcica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Ca B, 22nd Edition
23	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Cianato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> L, 22nd Edition
24	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Cianuro Libre	EPA Method 9016, Rev. 0,
25	Fisicoquímica	Electrométrico	Cianuro Libre	ISO 14403-2 (Validado), First edition
26	Fisicoquímica	Electrométrico	Cianuro Total	ISO 14403-2 (Validado), First edition
27	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> C, E, 22nd Edition.
28	Fisicoquímica	Volumétrico	Cianuro Total (Método titulométrico)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> C/D, 22nd Edition
29	Fisicoquímica	Electrométrico	Cianuro WAD	ASTM D6888-09 (validado)
30	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Cianuro WAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> I, E, 22nd Edition.
31	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular (Uv-Vis)	Clorofila A	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200-H, 22 nd Edition.
32	Fisicoquímica	Volumétrico	Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl <sup>-</sup> B, 22nd Edition
33	Fisicoquímica	Espectrofotometría Molecular	Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120-C, 22nd Edition.
34	Fisicoquímica	Electrométrico	Conductividad	CORPLAB - SS-001 (validado)
35	Fisicoquímica	Electrométrico	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Edition
36	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Cromo Hexavalente	DIN 19734
37	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500 Cr-B, 22nd Edition.

38	Fisicoquímica	Electrométrico	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Edition
39	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Edition
40	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Detergentes Aniónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540-C, 22nd Edition
41	Fisicoquímica	Gravimetria	Determinación de Peso: Filtros PM 2.5 (Alto Volumen)	EPA 625/R-96/010a - Compendium method 10-3.1, Ítem 4 y 5 (excepto 5.1.1; 5.2.3.7 y 5.3), June 1999 –
42	Fisicoquímica	Gravimetria	Determinación de Peso: Filtros PM 10 (Alto Volumen)	EPA 625/R-96/010a - Compendium method 10-3.1, Item 4 y 5 (Excepto 5.1.1; 5.2.3.7 y 5.3) June 1999 –
43	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Dióxido de Azufre	EPA CFR 40 App. A -2 to Part 50
44	Fisicoquímica	Volumétrico	Dióxido de Azufre (SO2)	EPA 40 CFR, Appendix A-4 to Part 60, Method 6
45	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Dióxido de Nitrógeno	CORPLAB-CA-002 (Validado)
46	Fisicoquímica	Optico	Dureza Total	EPA 130.1 (Validado)
47	Fisicoquímica	Volumétrico	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22nd Edition
48	Química Instrumental	Cromatografía Líquida	Escaneo de aniones (Bromuro, Cloruro, Fluoruro, Sulfato, Nitrógeno-	EPA METHOD 300.1 Rev 1 (Validado)
49	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Esteres Ftalatos	EPA Method 8061 A, Rev 1
50	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Fenoles	EPA SW-846 Method 9065.Rev 0
51	Fisicoquímica	Optico	Fenoles	ISO 14402 (Validado), 1st Ed
52	Fisicoquímica	Optico	Fosfatos	ISO 15681-2 (Validado), 1st Ed
53	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular (Uv-Vis)	Fosforo Todas las Formas (Fósforo Total, Fosfato, Fosfato total)	EPA METHOD 365.3

54	Fisicoquímica	Optico	Fósforo Total	ISO 15681-2 (Validado),1st Ed
55	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Halogenados y No Halogenados	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3
56	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Halogenados y No Halogenados	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3
57	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)	EPA METHOD 8270 D, <b>Rev. 5</b>
58	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)	EPA METHOD 8270 D, <b>Rev. 5</b>
59	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Hidrocarburos Totales de Petróleo	EPA Method 8015 C, Rev.03
60	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Hidrocarburos Totales de Petróleo	EPA Method 8015 C, Rev.03
61	Fisicoquímica	Volumétrico	Magnesio	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Mg B, 22nd Edition
62	Fisicoquímica	Volumétrico	Materia Orgánica, Carbono Orgánico Total (COT)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000; Ítem 7.1.7 AS 07;2da Sección. (Validado)
63	Fisicoquímica	Gravimétrico	Material Particulado	EPA 5, April 2003 revised edition
64	Fisicoquímica	Gravimétrico	Material Particulado (PM10)	EPA -Compendium Method IO-2.1
65	Química Instrumental	Espectrotometría Atómica (Absorción)	Mercurio	EPA 200.3 Rev. 1 April 1991 and EPA 245.7 Rev. 2 February 2005 (Validado) - No incluye muestreo.
66	Química Instrumental	Espectrotometría Atómica (Absorción)	Mercurio Total	EPA METHOD 7471 B, Rev. 2
67	Química Instrumental	Espectrotometría Atómica (Absorción)	Mercurio Total y Disuelto	EPA Method 245.7.Rev 2

68	Química Instrumental	Espectrometría de Masas	Metales Totales y Disueltos (Plata, Aluminio, Arsénico, Boro, Bario, Berilio, Bismuto, Calcio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Hierro,	EPA Method 6020A, Rev 1
69	Química Instrumental	Espectroscopia de Emision Atómica de	Metales en Suelos ICP-OES (Aluminio, Antimonio, Arsénico,	EPA 3050B /6010 B , Rev 2
70	Química Instrumental	Espectrometría de Emision Atómica de	Metales en refud por ICP-OES (Aluminio, Antimonio, Arsénico,	EPA 200.3 Rev. 1 April 1991 and EPA 6010 B Rev. 2 December 1996 (Validado) - No incluye muestreo.
71	Química Instrumental	Espectrometría de Masas con Plasma	Metales en refud por ICP-MS (Aluminio, Antimonio, Arsénico,	EPA 200.3 Rev. 1 April 1991 and EPA 6020 A Rev. 1 February 2007 (Validado) - No incluye muestreo.
72	Química Instrumental	Espectroscopia de Emision Atómica de	Metales totales y Disueltos ICP-OES (Aluminio, Antimonio, Arsénico,	EPA 6010B: 1996, Rev 2.
73	Fisicoquímica	Gravimétrico	MHE	EPA Method 9071 B, Rev 2
74	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Monóxido de Carbono (CO)	CORPLAB-CA-003 (Validado)
75	Fisicoquímica	Optico	Nitratos	ISO 13395 (Validado), 1st Ed
76	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>3</sub> E, 22nd edition
77	Fisicoquímica	Optico	Nitritos	ISO 13395 (Validado), 1st Ed
78	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO <sub>2</sub> B, 22nd edition
79	Fisicoquímica	Optico	Nitrógeno Amoniacal	ISO 11732 (Validado), 2nd Ed
80	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular (Uv-Vis)	Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 F, 22 nd Edition.
81	Fisicoquímica	Optico	Nitrógeno Total	ISO 29441 (Validado), 1st Ed
82	Fisicoquímica	Volumétrico	Oxigeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 22nd Edition.

99	Fisicoquímica	Volumétrico	Sulfuros (s)	EPA Method 9031, Revisión 0
100	Fisicoquímica	Volumétrico	Sulfuro (s)	EPA Method 9030 B, Rev 2 / EPA Method 9034 Rev 0
101	Fisicoquímica	Optico	Sulfuro (s)	SM 4500 S2--E (Validado), 22 nd Edition
102	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Sulfuro (s)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2 <sup>-</sup> D, 22nd Edition
103	Fisicoquímica	Espectrofotometría Molecular (Uv-Vis)	Sulfuro Volátil Acido	EPA METHOD 821/ R-91-100
104	Química Instrumental	Espectrofotometría molecular UV-VIS	Tiocianato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 CN <sup>-</sup> M, 22nd Edition
105	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Trihalometanos	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006, referenciado en ECA Agua (DS N°015-2015-MINAM), diciembre 2015
106	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Trihalometanos (TMH)	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3
107	Química Instrumental	Cromatografía gaseosa	Trihalometanos (TMH)	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3
108	Química Instrumental	Espectrofotometría Molecular	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130-B, 22nd Edition

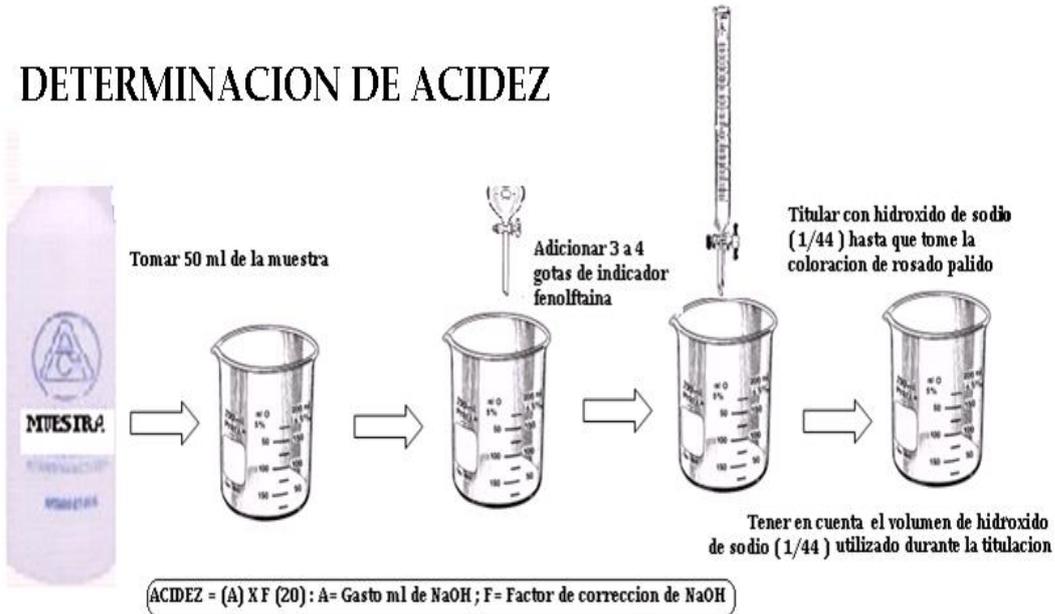
### ANEXO 03: DISCIPLINAS Y SUB DISCIPLINAS

DISCIPLINAS Y SUB DISCIPLINAS		
Matriz	Disciplina	Sub Disciplina
Agua Aire Suelo	Biología	Microbiologico Cualitativo / Semicuantitativo
		Microbiologico Cuantitativo
		Molecular
		Valoración de vitaminas y antibióticos
		Microscopía
		Bioensayo
		Inmunoanálisis (Elisa, PCR, Electroferesis)
	Fisicoquímica	Gravimétricos
		Volumétricos
		Cualitativos
		Ópticos
		Electrométricos
	Química Instrumental	Cromatografía líquida
		Cromatografía gaseosa
		Espectrofotometría molecular (Uv-Vis)
		Espectrofotometría atómica (Emisión)
		Espectrometría atómica (Absorción)
		Espectrometría de masas
	Espectrometría de Rayos X	

## ANEXO 04

### ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

#### DETERMINACION DE ACIDEZ



### ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD

#### DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD

