



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TITULO**

“Eficiencia del proceso de adsorción de cloruros usando resina sintética-aluminio expuesto a diferentes magnitudes de pH y concentración de cloruros”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

IVETT CCOICCA CASTILLO

**ASESOR:**

M Sc.HAYDEE SUAREZ ALVITES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LIMA-PERÚ

2017-I

**PAGINA PRELIMINARES**

**PAGINA DE JURADO**

---

**PRESIDENTE**

Dr. BENITES ALFARO ELMER

---

**SECRETARIO**

Dr. JAVE NAKAYO JORGE  
LEONARDO

---

**VOCAL**

M Sc. SUAREZ ALVITES HAYDEE

## **DEDICATORIA**

A mis padres, que me han tenido paciencia y comprensión, siempre me han apoyado en las buenas y malas.

A mi familia que siempre está ahí apoyándose en todo momento.

A mi asesora que me guío en el avancé de mi tesis

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a mis padres porque gracias a ellos, sigo estudiando porque me brindan su apoyo en todo momento.

A la Universidad Cesar Vallejo, por darme la oportunidad de crecimiento profesional.

A mi asesora Haydee Suarez Alvites porque se da el tiempo de apoyarnos y asesorarnos para poder proceder correctamente con la investigación Indicada.

Al Ing. Alejandro Suarez por apoyarme en el desarrollo de la tesis.

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Yo Ivett Ccoicca Castillo con DNI N° 77065301, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental , declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de Julio del 2017

---

Ccoicca Castillo Ivett

## **PRESENTACION**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Eficiencia del proceso de adsorción de cloruros usando resina sintética-aluminio expuesto a diferentes magnitudes de pH y concentración de cloruros”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Ivett Ccoicca Castillo

<b>CARATULA</b>	
Titulo .....	i
Autora: .....	i
Asesor:.....	i
<b>PAGINA PRELIMINARES .....</b>	<b>ii</b>
Pagina de jurado .....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Declaracion de autenticidad .....	v
Presentacion .....	vi
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos previos .....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1.4. Formulación del problema .....	14
1.5. Justificación del estudio .....	14
1.6. Hipótesis.....	16
1.7. Objetivos .....	16
<b>II. METODO. ....</b>	<b>17</b>
2.1 Diseño de investigación .....	17
2.2 Variables, operacionalización .....	18
2.3 Población y muestra .....	20
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ....	20
2.4.1 Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	27
<b>2.5 Aspectos Éticos.....</b>	<b>30</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>IV. DISCUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>
Anexo I: Validación de Instrumento .....	57
Anexo II: Instrumento de Investigación .....	60

Anexo III: Matriz de consistencia .....	61
---	----

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Esquema del mecanismo de adsorción de cloruros en un intercambio iónico en el agua .....	8
Figura N° 2 : Planta de tratamiento convencional.....	10
Figura N° 03 Procedimiento de la investigación.....	21
Figura N° 04 Diseño experimental factorial centrada.....	21
Figura N° 05 Equipo para el experimento.....	23
Figura N°06 Proceso de adsorción entre el contacto de la resina sintética-aluminio con la muestra de agua .....	25
Figura N°07: Muestra tratada para su posterior análisis .....	26
Figura N°08 Estándar de calidad ambiental para categoría A1.....	65
Figura N° 09 Estándar de calidad ambiental de agua para categoría 3.....	66
Figura N°10 Los 3 tubos de PVC son colocados en el soporte universal....	69
Figura N°11 Colocación de viruta de Aluminio en el horno eléctrico a 70 °C	69
Figura N°12: Los 10gr de la viruta de aluminio.....	70
Figura N°13: Los 20gr de Resina Catiónica.....	70
Figura N° 14: Los 20gr de Resina Aniónica.....	71
Figura N° 15: Cada material en su tubo de PVC respectivo.....	71
Figura N° 16 Figura N° 16 Masa de 0.50gr de NaCl.....	72
Figura N° 17 Masa de 0.867 gr de NaCl.....	72
Figura N° 18 Homogenización de la muestra .....	73
Figura N°19: pH de 7.5 en la muestra de agua N° 1.....	73
Figura N° 20: pH de 6.5 en la muestra de agua N°2 .....	74
Figura N° 21: pH de 8.5 en la muestra de agua N° 3.....	74
Figura N° 22: Vertimiento de la muestra de agua.....	75
Figura N° 23: Filtración de la muestra de agua.....	75
Figura N° 24 Muestra tratada # 1.2.....	76
Figura N° 25 Muestra tratada # 2.....	76
Figura N°26 Muestra Tratada #3.....	77

Figura N° 27: Reactivos para la titulación de cloruros.....	77
Figura N°28: Vertimiento del Indicador de cromato de potasio en la muestra.....	78
Figura N° 29 Titulación de nitrato de plata en la muestra de agua.....	78
Figura N°30 Muestra Inicial 1.....	80
Figura N°31 Muestra Tratada 1.....	81
Figura N°32 Muestra Tratada 1.1.....	82
Figura N°33 Muestra Tratada 1.2.....	83
Figura N°34 Muestra Inicial 2.....	84
Figura N°35 Muestra Tratada 2.....	85
Figura N°36 Muestra Inicial 3.....	86
Figura N°37 Muestra Tratada 3.....	87
Figura N°38 Muestra Inicial 4.....	88
Figura N°39 Muestra Tratada 4.....	89
Figura N°40 Muestra Inicial 6.....	90
Figura N°41 Muestra Tratada 6.....	91
Figura N°42 Muestra Inicial 7.....	92
Figura N°43 Muestra Tratada 7.....	93
Figura N°44 Muestra Inicial 8.....	94
Figura N°45 Muestra Tratada 8.....	95
Figura N°46 Muestra Inicial 9.....	96
Figura N°47 Muestra Tratada 9.....	97
FiguraN°48 Ensayo de Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.....	99

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Matriz de operacionalización.....	18
Tabla N° 02 Instrumento de recolección de datos.....	20
Tabla N° 03 Variables codificadas.....	22
Tabla N° 04 Masas medidas de las muestras.....	24
Tabla N° 05 Valides de Instrumento.....	27
Tabla N°06 Análisis de varianza.....	29
Tabla N° 07. Contenido de cloruros en aguas superficiales.....	31
Tabla N°08 Reducción de cloruros.....	33
Tabla N° 09 Eficiencia del proceso de adsorción de cloruros.....	35
Tabla N°10 Cálculos para análisis de Varianza.....	41
Tabla N° 11 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Catiónica.....	42
Tabla N° 12 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Aniónica.....	43
Tabla N° 13 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Aluminio...	44
Tabla N°14 Matriz de consistencia.....	61

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico N°01: Contenido de cloruros en las aguas superficiales.....	32
Grafico N°02 Magnitudes de pH en el agua.....	32
Grafico N°03: Reducción de cloruros.....	34
Grafico N° 04 Eficiencia del proceso de adsorción	35
Grafico N° 05: Efecto del pH y la concentración inicial de cloruros en la calidad del agua tratada en tres dimensiones	38
Grafico N°06 Efecto del pH y la concentración inicial de cloruros en la calidad del agua tratada en dos dimensiones	39
Grafico N° 07 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Catiónica.....	42
Grafico N° 08 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Aniónica.....	43
Grafico N°09 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Aluminio.	44

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó la eficiencia del proceso de adsorción usando Resinas Sintéticas-Aluminio para reducir cloruros bajo diferentes magnitudes de pH. Se realizó nueve muestras requeridas por el diseño experimental factorial de segundo orden; las concentraciones de cloruros se fijaron por encima de los estándares de calidad ambiental categoría A1 es 250mg/L en términos de cloruros establecidos por MINAM. Las combinaciones concentración de cloruros y pH fueron las siguientes: Muestra 1 (514.074mg/L) un pH (7.5) -4repeticiones, Muestra 2(351.424mg/L) un pH(6.5), Muestra 3(657.89mg/L) un pH(8.5), Muestra 4 (326.125 mg/L) un pH(8.5), Muestra 5 (624.806 mg/L) un pH(6.5), Muestra 6 (497.749 mg/L) un pH(4.4), Muestra 7 (479.584 mg/L) un pH(10.6), Muestra 8 (289.254 mg/L) un pH (7.5), Muestra 9 (689.25 mg/L) un pH(7.5).

El desarrollo de esta investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Cesar Vallejo. Se utilizó 3 tubos de PVC (40cm), en el interior de cada tubo se ubicó soportes para colocar la resina sintética y el aluminio; el 1<sup>er</sup> tubo contenía aluminio ,2<sup>do</sup> resina catiónica (LEWATIT S-106) y 3<sup>er</sup> resina aniónica (LEWATIT M-600) para evaluar la reducción de cloruros en el agua por adsorción. El proceso fue evaluado en flujo continuo a 0.33L/min, por un periodo de 1 hora; una vez finalizado los procesos se obtuvo los siguientes resultados: 0.860 mg/L ,0.860 mg/L, <0.287 mg/L,<0.2870.574 mg/L correspondiente a las 4 repeticiones; 5.428mg/L, 2.531mg/L, 1.491 mg/L ,4.998 mg/L 5.928 mg/L, 2.471 mg/L ,0.860 mg/L 5.614. Finalmente estos resultados demuestran que el tratamiento utilizado tiene una eficiencia de 99.88% en un pH de 7.5 para la concentración de cloruros tan alta como 514.074 mg/L. La concentración de cloruros en el agua tratada finalmente reporta 0.57 mg/L.

Palabras claves: Adsorción, Cloruros, Flujo continuo, pH, Resina Sintética.

## ABSTRACT

In the present research was evaluated the efficiency of the process of adsorption using synthetic resins-aluminum to reduce chloride under different magnitudes of pH. Held nine samples required by the second order factorial experimental design; Chloride concentrations were above the maximum permissible limits 250 mg/L for water for human consumption established by DIGESA. The concentration of chloride and pH combinations were as follows: sample 1 (514.074 mg/L) pH (7.5) - 4repeticiones, sample 2 (351.424 mg/L) pH (6.5), shows 3 (657.89 mg/L) pH (8.5), shows 4 (326.125 mg/L) pH (8.5), shows 5 (624.806 mg/L) pH (6.5), shows 6 (497.749 mg/L) pH (4.4), shows 7 (479.584 mg/L) pH (10.6) , 8 sample (289.254 mg/L) pH (7.5), shows 9 (689.25 mg/L) pH (7.5). The development of this research was carried out in the laboratories of the Universidad Cesar Vallejo. I know used 3 PVC pipes (40cm), inside each tube was stands for synthetic resin and aluminum; 1st tube contained aluminum, 2nd resin cation (LEWATIT S-106) and 3rd (LEWATIT M-600) anion resin to assess the reduction of chloride in water by adsorption. The process was assessed in continuous flow to 0.33 L/min, for a period of 1 hour; Once completed processes was obtained the following results: 0.860 mg/L, mg/L 0.860, &lt; 0.287 mg/L corresponding to 4 repeats mg/L, <0.2870.574; 5.428 mg/L, 2.531 mg/L, 4,998, 1.491 mg/L mg/L mg/L 5,928, 2,471 mg/L, mg/L 0.860 5.614. Finally, these results demonstrate that treatment used has an efficiency of 99.88% in a pH of 7.5 to as high as 514.074 chlorides concentration mg/L. The concentration of chlorides in the water treated finally reports 0.57 mg/L.

Key words: Adsorption, Chlorides, Continuous flow, pH, Synthetic Resin.

## I. INTRODUCCIÓN

Los iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) se encuentran en aguas superficiales y residuales, ya que son unos de los aniones inorgánicos principales. (Química General Y Tecnológica, 2010).

El exceso de cloruro afecta principalmente a la flora, ocasionándoles toxicidad y con ello impiden la absorción de nitrógeno y fósforo, que son los principales macronutrientes para las plantas. El agua es una fuente primordial ya sea para consumo humano o para riego, si contiene un exceso de cloruros afectaría la producción agrícola y ganadera, un alto % de las aguas son usadas para el sector agrícola.

Uno de los casos encontrados sobre exceso de cloruros es en el departamento de Moquegua que en el 2014 el programa de Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) realizó un estudio, registrando que el Río Capillune CAP-2 contenía 578.7mg/l de cloruros (Pronaturaleza, 2014), comparándolo con el ECA 004-2017-MINAM para categoría A1 es 250mg/L en términos de cloruros al igual que para categoría 3 D1 riego de vegetales de tallo alto y bajo es 500mg/L de cloruros, donde el río Capillune excede los estándares de calidad ambiental en términos de cloruros. Como es sabido si esta fuente de agua se trata para consumo humano la cantidad de cloruros en la entrada y en la descarga del proceso es la misma, debido a la alta solubilidad de cloruro, esto indica que no se podría cumplir los estándares de calidad ambiental y por lo tanto el agua no sería usada.

Según Shanmugasundaram & Sudalaimani (2012), demuestran que el cloruro se puede separar usando Amberlita, pero no lograron optimizar su proceso variando simultáneamente el pH y la concentración de cloruros.

En este proyecto se usa Resinas Sintéticas – Aluminio para encontrar las condiciones óptimas de pH y concentración, en la cual la presencia de aluminio polariza su superficie atrayendo la concentración de cloruros a la superficie de la resina sintética (LEWATIT) para que permita una máxima separación de cloruros

del agua en fuentes superficiales y con ello lograr un tratamiento eficiente de agua con exceso de cloruros.

### **1.1. Realidad Problemática**

La concentración de cloruros (Cl<sup>-</sup>) proviene del contacto con suelos y rocas que en forma natural contienen altos niveles de sal y por su naturaleza la sal se disuelve fácilmente en el agua. BARRENECHEA (s.f) afirma que las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, pero existe aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas que puede alterar las concentración del recurso acuático.

En el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM el estándar de calidad ambiental para categoría A1 es 250mg/L de cloruros, toda fuente superficial que exceda el ECA no pueden ser destinadas como abastecimiento de agua para consumo humano.

En el caso de Moquegua en el 2014 el programa de Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) realizó un estudio, registrando que el Rio Capilluna CAP-2 contenía 578.7mg/L de cloruros (PRONATURALEZA, 2014), comparándolo con el ECA 004-2017-MINAM supera los valores máximos recomendados para Categoría A1 donde la fuente se destina para consumo humano que es 250mg/L, incluyendo a la categoría 3 D1 donde la fuente se destina para riego de vegetales que es 500mg/L de cloruros.

Siendo así perjudicial no solo para el humano sino también para la flora, respaldado por el informe técnico de DIGESA(s.f) expresando que el cloruro es peligroso en altas concentraciones porque ocasiona toxicidad en las plantas observándose en estas quemaduras en las hojas principalmente en el ápice, también afecta en la absorción de nitrógeno y fosforo.

Si la agricultura usa esas aguas con alto contenido de cloruros su producción es reducida generando pérdidas económicas, por otro lado el riego con estas aguas salinizaran los suelos, bajo este escenario donde el ecosistema se ve amenazado

,esta investigación busca reducir los altos contenidos de cloruros en el agua mediante el proceso de adsorción de cloruros usando Resinas Sintéticas-Aluminio, asimismo esta técnica definirá las condiciones óptimas para el uso de Resinas Sintéticas-Aluminio , resultando beneficioso esta agua superficial destinada como agua potable y para riego de vegetales para la comunidad ,de tal forma que cumpla con los estándares de calidad ambiental categoría A1 y categoría 3 D1 en términos de cloruros .

## 1.2. Trabajos previos

GROSSO, SANCHEZ, AVEDAÑO & RESTREPO (2000), evaluo el proceso del mecanismo de fitorremediación, en la cual se utilizaron 2 tipos de especies de manglares las cuales son *Rhizophora mangle* y *Avicennia Germinans* las cuales están expuestas a aguas generadas en el proceso de extracción de hidrocarburos. Utilizaron una área 800m<sup>2</sup> la cual fue denominada su piscina de oxidación con una profundidad de 3 m , en cual sus paredes están hechas de material de concreto , ubicándolas ahí un sistema de aspersion siendo utilizada para bajar las temperaturas de agua también hay 2 motores de inyección de aire la cual sirve para oxigenar a la misma vez genera una dinámica hídrica en la masa del agua , una vez realizado esto colocan las especies en una canasta hidropónicas pero para ello se coloca como sustrato de sostén cascarillas de arroz y aserrín .Estas especies fueron regadas 2 veces al día con agua dulce , una vez determinado todo este procedimiento, realizaron un seguimiento durante 308 días mediante monitoreo biológicos , monitoreo de sustrato y monitoreo de biocumulacion para los análisis de cloruros se utilizó el método Argentométrico número 4500-Cl-1B. Se obtuvo los siguientes resultados en 50 días la especie *Rhizophora mangle* acumulo 36mg.Kg-1 de ion de cloruros en cambió la especie *Avicennia Germinans* registro 54 mg.kg-1 de ion de cloruros. Pero teniendo en cuenta que *R. mangle* es una especie excluidora de sal, los resultados de los análisis demuestra que esta especie iguala a la *A. Germinans*, siendo una de las hipótesis que se debe a la baja concentración de sales contenida en el agua de proceso, dando como conclusión que ambas especies son acumuladoras de cloruros, bario y cromo. Se tiene en cuenta que la especie *A. Germinans* es más

efectiva en la biocumulación de iones de cloruros por ser una especie no excluidora de sal. Estas 2 especies realizan los mecanismos de fitorremediación.

MANUEL, C. R. (2015-2016), validaron la concentración de los nitratos, cloruros y cianuro en muestras de aguas naturales y residuales, pero para determinación de cloruros destacaron los métodos volumétricos y potenciómetros, en el presente método experimental añaden cromato de potasio que actúa como indicador demostrando que la solución adquiera inicialmente un color amarillo y se le agrega nitrato de plata. En esta investigación no se observa claramente el cambio de color es por ello que se le añade una cierta cantidad de  $\text{AgNO}_3$  M, antes de que sea detecte el punto final de la valoración. Se realizara una valoración en blanco para poder cuantificar dicho exceso y eliminar fuente de error teniendo el volumen exacto de nitrato de plata para la valoración. El electrodo selectivo para cloruro está diseñado para medir actividad y concentraciones del ion de cloruro, se colocó la membrana en la parte inferior del electrodo. Este es un electrodo indicador que necesita trabajar junto a una referencia. El método de electrodos selectivos usados en el laboratorio de CEQA cumple con los parámetros de desempeño linealidad, sensibilidad, límite de detección (LD), límite de cuantificación (LC) y precisión de los iones que estudia. En los resultados se reportó que las muestras de agua procedentes de la UEB Pieles Centro no cumplían con los parámetros de cloruro, la cual excede las normas cubanas.

QUIÑONES, MOUTHON & BARBOSA (2007), evaluaron el comportamiento de las propiedades texturales de membranas elastómericas termoplásticas en la remoción de compuestos binarios en relación a cloruro, selenato, borato de sodio y soluciones acuosas de glucosa. En la parte experimental se utilizó membranas de naturales orgánica, en las cuales las clasificaron como elastómericas termoplásticas siendo fabricada con esteres tipo copoliéster de naturaleza hidrofílica siendo altamente resistente a sustancias químicas. Los resultados indica que las membranas tienen capacidad hidrofílica alta absorbiendo gran cantidad de agua y removiendo las sales. Este método es aplicable para métodos de desalinización.

REISANCHO (2009), Validó los procedimientos de análisis de muestras de aguas claras y residuales en términos de cloruros. En la parte analítica se utilizó el método Argentométrico para determinar cloruros. El método se usa de 5 a 100 mg/l de cloruros en agua y se titula con nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), con indicador de cromato de potasio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) e un volumen de mezcla de 50 mL. Este método es aceptado para la determinación de cloruros en el agua.

SHANMUGASUNDARAM & SUDALAIMANI (2012), estudió la capacidad de adsorción de *E. Crassipes* (Jacinto de agua) y resina sintética (Amberlite) para eliminar cloruros en el agua, el método utilizado para determinar cloruros fue argentométrica de nitrato de plata para precipitar formando cloruro de plata, en cual se añade el indicador de cromato de potasio, para observar un color rojo que significa que los iones cloruro se agotan. Una vez que se ha identificado la presencia de cloruros, se utilizó los 2 adsorbentes para cada muestra con el fin de comparar cuál de las 2 son más eficiente. Para la planta del Jacinto se realizó muchos procesos para convertir en carbón activado, el carbón activado tenía diferentes condiciones para absorber la concentración de cloruros (150 ppm), en un pH (2-14), el tiempo de contacto de 1 a 6 horas, dosis constante (4 g). A diferencia de la Amberlite que fue sometida a diferentes concentraciones (30 ppm a 300 ppm), dosis constante de (3g), pH (2 a 14), en un tiempo de contacto de 1 a 6 horas. Una vez que el experimento se llevó a cabo, utilizó el modelo de adsorción de Langmuir para cuantificar lo adsorbido sobre un adsorbente por medio de una temperatura determinada para tener un  $RL > 1$ , desfavorable,  $RL = 1$ , lineal,  $RL$  se encuentra de 0 y 1, Favorable,  $RL = 0$ , Irreversible. La conclusión es que con la Amberlite se obtuvo una adsorción de 0.07 mediante el modelo de Langmuir la cual significa que es favorable, en cambio el Jacinto de agua obtuvo un resultado de 2.91 siendo mayor que 1 la cual significa que es desfavorable.

SOSA, A. & CARBALLO, S (2010). Determinaron cloruros ya que estos iones estaban presentes en el agua de riego de la zona estudiada, afectando a su cultivos con gran frecuencia de clorosis foliares en las partes más iluminadas que pueden provocar una degeneración en necrosis de los bordes foliares. En la parte experimental utilizaron el método volumétrico para determinar cloruros en el

cual se agregó 4 gotas de cromato de potasio, finalmente en la titulación se utilizó nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), presenciándose un indicador de color rojo que significa que los cloruros han sido agotados. Concluyendo que este ion de cloruros asociado con el ion de sodio son los principales responsables de la CE porque sus contracciones están desde los 22.0 a los 30.0 meq  $\text{L}^{-1}$ , pero la concentración de  $\text{Cl}^-$  es estable en contraste con el sodio que es incrementativo, el exceso de sal de la fuente de agua destinada para riego no solo se deba al NaCl sino que posiblemente cuando el agua del subsuelo es arrastrada en el proceso de extracción, esta pase por una fuente de roca rica en sodio ( $\text{Na}^+$ ), provocando el incremento de este catión sodio ( $\text{Na}^+$ ), desequilibrando el comportamiento de los iones de cloruros ( $\text{Cl}^-$ ). Finalmente esta fuente de agua no es recomendable por su alta concentración de cloruros, pero por las características existentes en el suelo, solo limita a cultivos altamente susceptibles a cloruros.

VICTOR, M., OCHANDA, M. & al etc. (2015), evaluaron la eliminación de iones de cloruros usando una resina aniónica de base de débil, Amberlite IRA-67, en la cual evaluó la influencia de pH en el intercambio iónico, se tomaron 4 valores diferentes de pH (1.0, 3.0, 5.0 y 8.0). Dando como resultado que la eliminación de cloruros depende del pH obtenido. Esta investigación dio como conclusión final que cuando el pH es menor a 1 la eliminación de cloruros es más alto (90%), si el pH aumenta de la disolución inicial la adsorción de cloruro es reducida notablemente como se muestra en el pH 8.0 la eliminación de cloruros es la más baja (20%), afirmando que el tipo de resina Amberlite IRA-67 es eficiente en la eliminación de cloruros cuando el pH es inferior a 1.

ZAMORANO G, H.(2006), determinó la concentración de cloruros en 5 muestras de agua pozos situado en el pueblo Yaqui, usando el método basado a la valoración con nitrato de plata, requiere un indicador de cromato de potasio, una vez que reacciona la plata los cloruros precipitan - formando un color blanco, al agotarse el ion de cloruro empieza la precipitación del cromato, esta formación de cromato de plata puede ser identificado por el cambio aun color anaranjado – rojizo, una vez observado esto se da por terminado la valoración. Además se utilizó para la precisión método estadístico de desviación estándar para

determinar sus concentraciones promedio para ello utilizaron el programa STATGRAPHICS que dio como resultado que las muestras de agua de pozo se encontraban en un rango de 2.05-6.98mg/l, el pueblo yaqui1 registro el valor más alto 6.89mg/l, pero está debajo del rango de referencia APHA 1992 que es 10.12 mg/l.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **Proceso de Adsorción por Intercambio**

Este proceso consiste que el soluto y el adsorbente se atraen por fuerzas electrostáticas, implica que los iones del soluto se concentran en la superficie del sorbente, en la cual este cargada eléctricamente con signo contrario a los iones del soluto. Si se tiene 2 adsorbatos iónicos iguales en diferentes factores, pero con la diferencia de que uno tenga mayor carga que el otro, siendo así que el de menor carga será el que sea adsorbido. (GONSALEZ, 2010).

#### **Compuestos Iónicos**

Estos compuestos son formados por la interacción de un metal con no metal, siendo que los átomos de los elementos metálicos tienen a perder electrones en la cual los elementos no metálicos ganan electrones. Cuando pierde electrones un metal forma una especie llamada catión, siendo estos electrones ganados por el elemento no metálico formando una especie llamada Anión. Son las fuerzas electrostáticas que atraen los cationes y aniones formando un compuesto iónico. (FERNANDEZ, 2012)

#### **Intercambio Iónico**

Es un proceso que consiste en pasar el fluido sobre un intercambiador catiónico y/o aniónico sólido, reemplazando los cationes y/o aniones por el ion hidrógeno (H+) y/o el ion hidroxilo (OH-) respectivamente (citado en Manahan, 2007 por, GILARRANZ, 2006)".



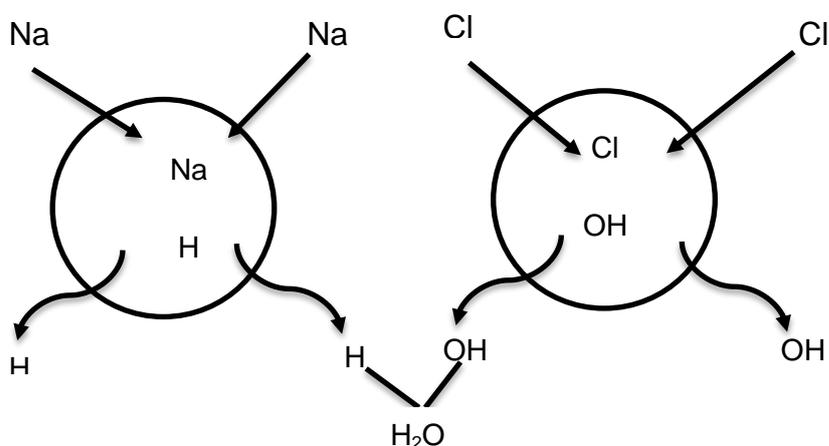
La ecuación 1 nos representa la separación de proton de hidrogeno y la adsorción de iones sodio en la resina catiónica , recordando que el sodio es un cation .



La ecuación 2 es el mecanismo de la separación de iones de hidróxido y la adsorción de cloruros en la resina aniónica, recordando que el cloruro es un anión. El esquema visual de este mecanismo se puede apreciar en la figura N°1



La separación de ambos iones hidrogeno e hidróxido forman agua, según la ecuación 3 de forma que el pH no se modifica.



Fuente: Modificado de François de Dardel ,2017

Figura N° 01 Esquema del mecanismo de adsorción de cloruros en un Intercambio Iónico en el agua.

### **Descripción general de las resinas sintéticas**

Las resinas sintéticas son sustancias solidas o semisólidas obtenidas por reacción química de materias primas resinosas y no resinosas que poseen propiedades físicas y análogas a las resinas naturales.

Lewatit® MonoPlus S 108 H es una resina de intercambio catiónico, geliforme, fuertemente ácido, con una distribución granulométrica uniforme, el copolímero base es estireno divinilbenceno. Su forma de suministro es en catión sodio (Na+) con

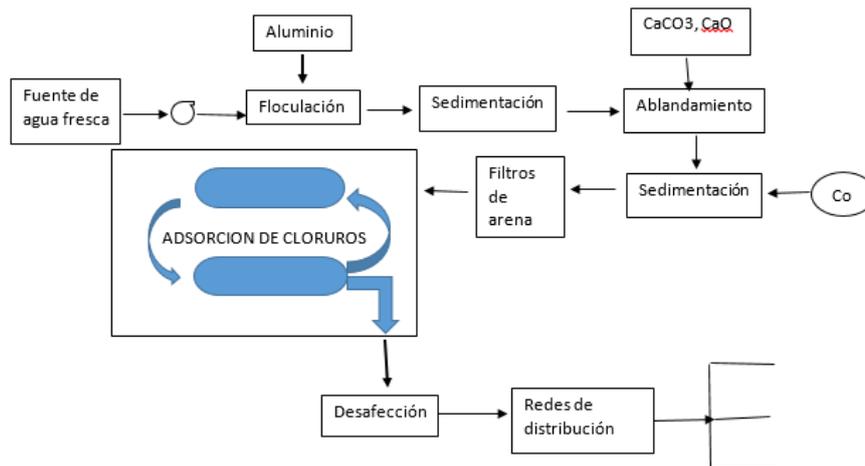
grupo funcional de ácido sulfónico, sujeto a poliestireno reticulado, tiene un aspecto negro-pardo. La densidad aparente de la resina catiónica es 0.84g/mL, el diámetro promedio de la partícula es 0.62mm. El periodo de almacenaje es de 2 años máximo, mantenida a una temperatura -20 °C a 40 °C. La regeneración de la resina catiónica es usando ácido sulfúrico en 80gr/L. (LANXESS, 2012, provista por HYDROTECH PERU IMPORT)

La Lewatit® MonoPlus M 600 es una resina intercambiadora de aniones, geliforme, fuertemente básica, con una distribución granulométrica uniforme, la base de soporte es el copolímero de estireno divinilbenceno, diseñada para todas las aplicaciones de desmineralización. Las partículas son química y mecánicamente estables. La forma de suministro es en cloruros (Cl<sup>-</sup>), adherido a un grupo funcional Anima cuaternaria, todo esto sobre una matriz de poliestireno reticulado, su aspecto es de color blanco translucido. El diámetro medio de la partícula es 0.62mm con una densidad aparente de 680g/L. El periodo de almacenaje es de 2 años como máximo, mantenida a una temperatura -20 °C a 40 °C. La regeneración de la resina aniónica es usando hidróxido de sodio 40gr/L. Como medida de precaución, existe información que el ácido nítrico en contacto con ambas resinas pueden provocar reacciones violentas. (LANXESS, 2012, provista por HYDROTECH PERU IMPORT)

### **Tratamiento de agua**

El tratamiento de agua son operaciones unitarias de tipo físico, químico y biológico, con el objetivo de eliminar o reducir los contaminantes presentes en el agua sin tratar. (AGUASISTEC, 2017).

La calidad de agua está regulado por MINAM bajo el D.S 004-2017. Todas las plantas de tratamiento de agua tienen que proveer a la comunidad la calidad de agua según mencionado. A continuación se muestra un esquema de una planta convencional de tratamiento de agua según sugiere SPENAGROUP, en la cual se adiciona el proceso de adsorción de cloruros.



Fuente: Modificado de SPENAGROUP, 2017

Figura N° 02 Diagrama de flujo de una Planta de tratamiento convencional

### Tratamiento de agua para la eliminación de cloruros

La separación de cloruro de agua para caudales pequeños es a través de membranas, que también se considera como una desalinización ya que incluye la separación de sodio y metales asociados con cloruros, este procedimiento puede realizarse por 2 procesos principales:

**Electrodiálisis:** se realiza mediante membranas especiales y bajo corriente eléctrica, el agua a tratar se divide en 2 partes: una solución salina concentrada y otro lado un agua parcialmente desmineralizada. Este procedimiento solo se aplica para agua poco salobre, porque la capacidad del caudal de las membranas disminuye, cuando incrementa la salinidad en el agua que se debe tratar. Cuanta menos salina sea el agua, el consumo de energía eléctrica es mayor, esto se debe al incremento de la resistividad del agua desmineralizada. Este procedimiento apenas se utiliza para aguas con salinidad inferior a 0.5g/L es por ello que este proceso. (ORELLANA, 2005)

La Osmosis inversa es la segunda operación unitaria utilizada en desalinización de agua y complementa la operación de la electrodiálisis. El agua que fluye a través de las membranas es bajo la acción de una presión superior a la presión

osmótica. En la membrana se divide 2 flujos, el rechazo con alto contenido de sal y el retentado se obtiene libre de sales. (ORELLANA, 2005)

## **Cloruros**

El cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) es el principal anión inorgánico presentes en el aguas, este anión resulta mediante la combinación de cloro con una sustancia simple o compuesta, excepto el hidrogeno u oxígeno. Son altamente solubles, es por ello que contaminan fácilmente el agua. El incremento de cloruros en el agua trae como consecuencia corrosividad al recurso. (MINEM)

El cloruros  $\text{Cl}^-$ , puede formar sales generalmente muy solubles, que pueden ir asociadas con sodio ( $\text{Na}^+$ ), especialmente en cuerpos de agua muy salinas. En cambio las aguas dulces contienen aproximadamente entre 10 y 250 ppm de cloruros, algunas veces se puede encontrar valores muchos más altos. En el caso del agua de mar se puede encontrar alrededor de 20.000ppm de cloruros. (ROS, 2011)

## **Formación de Cloruros**



## **Fuentes de 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. (BARRENECHEA, S.F.)

La presencia de cloruros en las aguas naturales se atribuye a la disolución de depósitos de sal gema, contaminación proveniente de los diversos efluentes de la actividad industrial, aguas excedentarias de riegos agrícolas y sobre todo de las minas de sales potasitas. A veces se puede presentar un incremento esporádico del contenido en cloruros como consecuencia de contaminantes domésticos, en particular de la orina del hombre y de los animales. El cloruro, en forma de ion ( $\text{Cl}^-$ )

es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. (DIGESA, s.f.)

### **Calidad de Agua**

En el Perú la calidad del agua está reglamentada mediante el DS 031-2010-SA, en la que establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población. (DIGESA, 2011).

Calidad de agua para consumo humano para la concentración de cloruros el límite máximo permisible establecida en este reglamento es 250mg/L.

Calidad de agua para categoría A1 aguas que pueden ser potabilizadas por desinfección es 250mg/L en términos de cloruros emitido por el D.S. 004-2017-MINAM

Calidad de agua para categoría 3 Riego de vegetales y bebida para animales la concentración de cloruros su estándar de calidad ambiental es 500mg/L emitido por el DS. 004-2017-MINAM.

### ***Parámetros físicos***

La Turbiedad es una medida de la cantidad de materia en suspensión que interfiera con el paso de un haz a través del agua. Se expresa en unidades de nefelometrías de turbiedad (UNT) y se mide en un turbidímetro (citado en OMS, 1998)".

La temperatura es una medida del grado de calor de un cuerpo, se expresa en unidades de grado centígrado, el instrumento que mide este parámetro es el termómetro. ( $^{\circ}\text{C}$ ) (ZHEN, 2009)

El pH es aquella que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en las cuales se encuentra en una escala que varía entre 0 y 14. El instrumento de medida para este parámetro es el Potenciómetro. (GOYONELA, 2007)

La Conductividad Eléctrica determina el contenido sales cuya disolución es generada por los iones positivos o negativos que son capaz de transportar corriente eléctrica .Este parámetro puede ser medido con el Multiparametro. (OEFA, 2016).

### ***Parámetros Químicos***

Cloruros son los principales aniones inorgánicos en el agua. Estos compuestos resultan de la combinación del cloro con una sustancia simple o compuesta (excepto hidrógeno u oxígeno). (MINEM)

**Proceso de Adsorción:** proceso en la cual los átomos o moléculas de una sustancia se encuentran en una fase determinada, y son retenidos en la superficie de otra sustancia que se encuentra en una diferente fase que la anterior. Como resultado de este proceso, se forma una capa de líquido o gas en la superficie de una sustancia sólida o líquida. (GONSALEZ, 2010)

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA) :** es la medida que establece el nivel de contracción o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (OEFA, 2016).

D.S.004-2017-MINAM el ECA para categoría A1 aguas que pueden ser potabilizadas por desinfección es 250mg/L en términos de cloruros y para categoría 3 D1 aguas para riego de vegetales es 500mg/L en términos de cloruros.

**Límite Máximo Permisible (LMP) :** es un instrumento de gestión ambiental que regula la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.(MINAM, 2012)

Límite Máximo Permisible (LMP) valores máximos permisibles para consumo humano es 250mg/L de los parámetros de calidad del agua. (MINSAs, 2014).

**Calidad de Agua:** es la Condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente así como la salud de las personas(MINAM,2012)

**Marco Legal:** Son los estándares establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) según el D.S.004-2017-MINAM para aguas que pueden ser potabilizadas por desinfección categoría A1 la concentración de cloruros es 250mg/L y para categoría 3 D1 Riego de vegetales la concentración de cloruros es 500mg/L.

El reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Los límites máximos permisibles son 250mg/L en términos de cloruros.

#### **1.4. Formulación del problema**

##### **Problema general**

¿Cuánto es la eficiencia del proceso de adsorción de cloruros usando Resinas Sintéticas -Aluminio expuesta a diferentes concentraciones de cloruros y pH?

##### **Problemas específicos**

¿Cuáles son las concentraciones de cloruros y pH en las aguas superficiales?

¿El uso de resinas sintéticas –Aluminio reducen la concentración de cloruros por debajo del ECA categoría A1?

#### **1.5. Justificación del estudio**

Esta investigación tiene como fin el disminuir los cloruros en el agua superficial presente en el departamento de Moquegua, ya que en el 2014 el programa de Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) realizo un estudio, registrando que el Rio Capillune CAP-2 contenía 578.7mg/L de cloruros excediendo el ECA categoría A1 250mg/L de cloruros y categoría 3 D1 500mg/L de cloruros.

Esta problemática se repite en muchas fuentes de agua del sur del Perú, la cual va inhabilitándola para riego y consumo humano. Ante esa situación, se busca determinar el grado de reducción de los niveles de cloruros en el agua, verificando si las resinas sintéticas -aluminio tienen capacidad para reducir los cloruros por debajo de los estándares de calidad ambiental categoría A1.

Existe contaminación de forma natural y antrópica; en el caso del sur del Perú es natural ya que proviene de la roca madre por la erupción volcánica, aguas que con el tiempo pierden su calidad para consumo o riego. Al encontrar respuesta al presente estudio, se estaría dando solución al problema con ello reducir el nivel de vulnerabilidad ambiental de la producción agrícola y ganadera.

Por otro lado, Los agricultores de sur del Perú, usan las aguas superficiales para fines agrícolas, que al contener altas concentraciones de cloruros intoxican las plantas, produciéndolas quemaduras apicales, florales y en los botones, además el exceso de cloruros en el agua evita que las plantas tengan la capacidad de absorber nitrógeno y fósforo lo cual produce el mayor uso de agroquímicos. Con esta investigación se prevé la reducción de esos agroquímicos que tienen efectos colaterales en la salud de las personas.

También busca reducir los cloruros en fuente de agua, para habilitar estas fuentes en consumo humano, ya sea en riego o agua potable. El impacto positivo de este proyecto es multiplicador porque tiene relación socioeconómica (producción agrícola de suelo y producción de agua potable). Los resultados podrían ser utilizados por el Gobierno regional y local donde existen estos problemas de contaminación por altas concentraciones de cloruros.

Será beneficioso porque provee información sobre la reducción de cloruros en aguas, además será un aporte de información y a la misma vez aporte técnico en cuanto a definir las condiciones de factores que optimicen el uso de las Resinas Sintéticas-Aluminio.

## **1.6. Hipótesis**

### **Hipótesis general**

H<sub>0</sub>: El proceso de adsorción de cloruros usando resinas sintéticas -aluminio no es eficiente expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros.

H<sub>1</sub>: El proceso de adsorción de cloruros usando resinas sintéticas -aluminio es eficiente expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros.

### **Hipótesis específica**

H<sub>0</sub> específica 1: La concentración de cloruros y pH en aguas superficiales no sobrepasan los ECA categoría A1.

H<sub>1</sub> específica 1: La concentración de cloruros y pH en aguas superficiales sobrepasan los ECA categoría A1.

H<sub>0</sub> específica 2: las resinas sintéticas-aluminio no reduce la concentración cloruros por debajo del ECA categoría A1.

H<sub>1</sub> específica 2: las resinas sintéticas-aluminio reducen la concentración cloruros por debajo del ECA categoría A1.

## **1.7. Objetivos**

### **Objetivo general:**

Cuantificar la eficiencia del proceso de adsorción de cloruros en las resinas sintéticas-Aluminio expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros.

### **Objetivos específicos:**

Determinar la concentración de cloruros y pH en aguas superficiales en relación al ECA categoría A1.

Determinar la reducción usando resinas sintéticas -Aluminio para reducir la concentración de cloruros por debajo del ECA categoría A1.

## II. METODO.

### 2.1 Diseño de investigación

**Tipo:** El tipo de investigación se realizó de forma aplicada, ya que se utilizara conocimiento teórico y posteriormente se realizara un estudio de análisis.

**Nivel:** La investigación es experimental, ya que se manipularan las variables.

**Diseño:** El diseño de estudio es experimental, porque se manipulo las variables independientes, mediante un estudio pre-experimental de pre-test y post-test, la cual se representa mediante el siguiente esquema.

E:  $O_1 - X - O_2$

$O_1$ : Medición pre-experimental del pH y concentración de Cloruros

$X$ : Proceso de Adsorción utilizando Resinas Sintéticas –Aluminio

$O_2$ : Medición Post- experimental de la concentración de cloruros

## 2.2 Variables, operacionalización

Tabla N° 01 Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>Dependiente</b> Eficiencia del proceso de adsorción usando resinas sintéticas- aluminio.	El proceso de adsorción consiste que el soluto y el adsorbente se atraen por fuerzas electrostáticas, implica que los iones del soluto se concentran en la superficie del sorbente, en la cual este cargada eléctricamente con signo contrario a los iones del soluto, el aluminio se oxida con la presencia de cloruros formando $AlCl_3$ (GONSALEZ, 2010). El uso de resinas sintéticas consiste en pasar el fluido sobre un intercambiador catiónico y/o aniónico sólido, reemplazando los cationes y/o aniones por el ion hidrógeno ( $H^+$ ) y/o el ion hidroxilo ( $OH^-$ ) y/o el ion hidroxilo ( $OH^-$ ) respectivamente (citado en Manahan, 2007 por, GILARRANZ, 2006).	La eficiencia del proceso de adsorción se calcula conociendo las concentraciones de cloruros antes y después de poner en contacto el agua con las resinas sintéticas- aluminio, donde las masas son 20gr R. Catiónica ,20gr R.Anionica y 10gr Aluminio.	Eficiencia	$\frac{[(\text{Cloruro Inicial} - \text{Cloruro final}) / \text{cloruro inicial}] * 100}{100}$	Razón
			Cloruros	Concentración inicial de cloruros mg/L. Concentración final de cloruros mg/L. ECA de cloruros en el agua.	
			Resina Sintética- Aluminio	10gr de Aluminio 20gr de Resina Catiónica 20gr de Resina Aniónica	Razón

<p><b>Independiente</b></p> <p>Magnitud de pH</p>	<p>El Agua (H<sub>2</sub>O), tiene iones libres de Hidrogeno. Ese conjunto de iones tiene una concentración muy baja, y para caracterizarlo se usa el término de pH determinado por <math>-\log</math> [concentración de H<sup>+</sup>].</p> <p>El pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia (GONZALEZ, 2011).</p>	<p>El pH se mide directamente de la lectura digital del instrumento , la escala de medición del pH en el agua estará de 4.4 a 10.6</p>	<p>pH</p>	<p>pH mayor a 7 básico en el agua pH menor a 7 acido en el agua</p>	<p>Razón</p>
<p><b>Independiente</b></p> <p>Diferentes Concentraciones de cloruros</p>	<p>El ion cloruro es uno aniones más abundantes presentes en el agua, esto se atribuye a la alta solubilidad de las sales en los recursos de agua. En altas concentraciones, el cloruro imparte sabor salino al agua. (SEVERRICHE,CASTILLO Y ACEVEDO,2013)</p>	<p>La concentración de cloruros en el agua es medida antes de ponerse en contacto con las resinas sintéticas- Aluminio, usando la cromatografía iónica y donde los niveles se trabajan en 289 a 689mg/L de cloruros.</p>	<p>Cloruros</p>	<p>Cloruros (mg/L)&gt;ECA</p>	<p>Razón</p>

Fuente: Propia, 2017

### 2.3 Población y muestra

Población: Aguas superficiales cuyas concentraciones de cloruros se encuentran en el rango de 289-689 mg/L.

Muestra: 24 L de agua con presencia de cloruros en el rango de 289-689mg/L.

Muestreo no probabilístico: Las muestras de agua fueron preparadas para obtener diferentes concentraciones de cloruros.

### 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

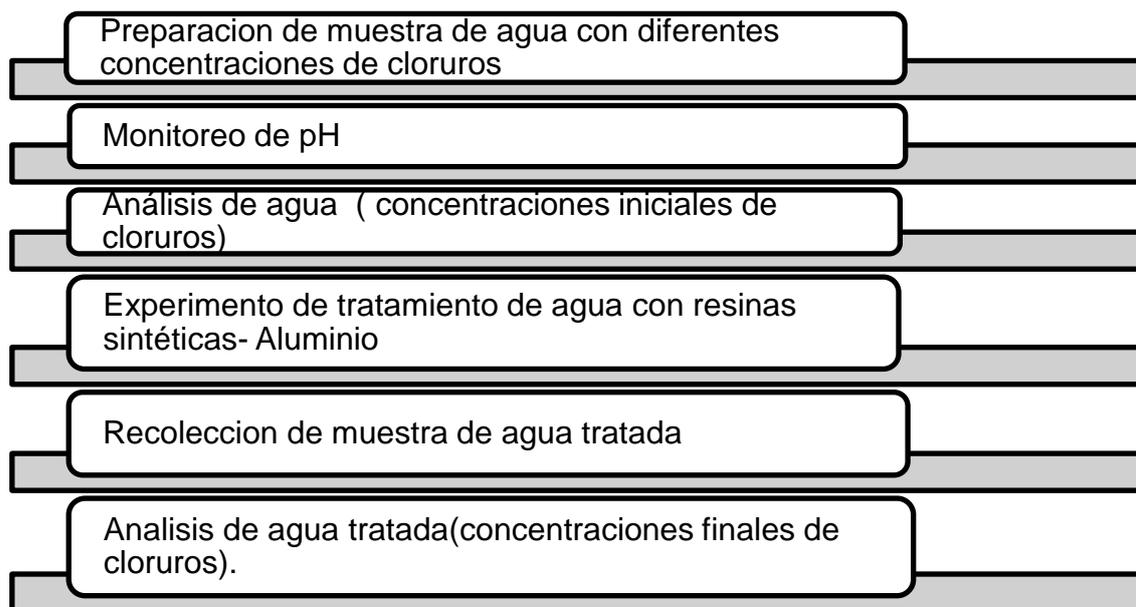
La investigación empleo la técnica de observación científica. La observación científica es la tendencia a ser cuantitativa, usándose números como parte de la descripción, siempre que sea posible. El uso de medidas numéricas permite una descripción más precisa y hace factible la aplicación de las matemáticas. (CABALLERO, 1975).

Tabla N° 02 Instrumento de recolección de datos

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Preparación de muestra	Laboratorio	Observación científica	Ficha de Investigación	Numero de muestra.
Medición de pH	Laboratorio	Observación científica	Ficha de Investigación	Valores de pH
Medición de la concentración de cloruros.	Laboratorio	Observación científica	Ficha de Investigación	Valores de concentración de cloruros
Tratamiento de H <sub>2</sub> O con resinas sintéticas-aluminio	Laboratorio	Observación científica	Ficha de investigación	Reporte de concentraciones de cloruros en agua tratada.

Fuente: Propia, 2017

El procedimiento empleado en la investigación se muestra en la siguiente figura.

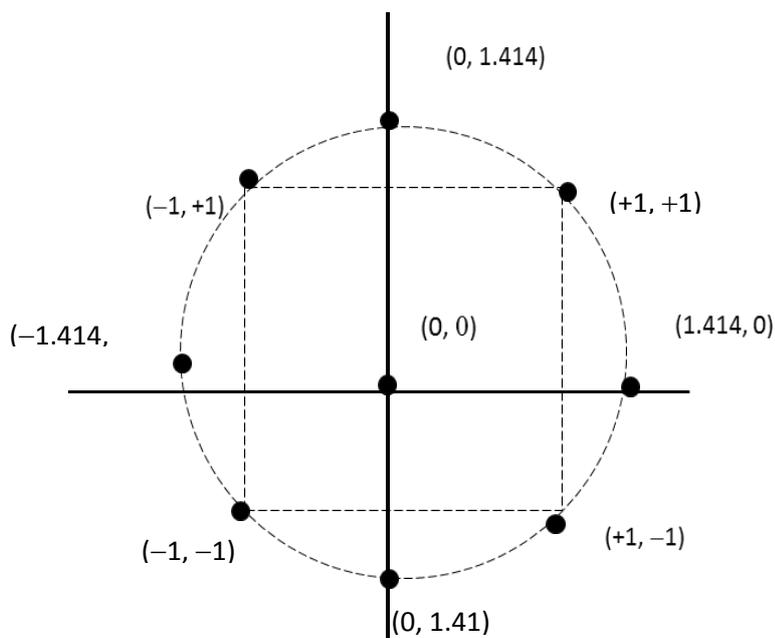


Fuente: Propia, 2017

Figura N° 03 Procedimiento de la investigación

### Preparación de muestra de agua con diferentes concentraciones de cloruro

Se preparó 9 muestras de agua según la combinación de variables (Cloruro antes del proceso, pH), según se muestra en la siguiente Figura N° 04



Fuente: propia ,2017

Figura N° 04 Diseño experimental factorial centrada

En la recolección de datos, las variables se encuentran codificadas, con -1, 0,+1, entonces las variables naturales se construirá en las columnas que corresponda. Siendo 0 el punto centro, -1 el valor mínimo, y +1 valor máximo, tanto horizontal como vertical, tal como se muestra en la siguiente tabla N° 03.

Tabla N° 03 Variables codificadas

Cl(X <sub>1</sub> )	pH(X <sub>2</sub> )	Y
-1	-1	
1	-1	
1	1	
-1	1	
0	0	
0	0	
0	0	
0	0	
0	0	
-1.4	0	
0	-1.4	
1.4	0	
0	1.4	

X<sub>1</sub>= Concentración Inicial de cloruros (Cl<sup>-</sup>) en el agua.

X<sub>2</sub>= Potencial de hidrógenos (pH)

Y= Concentración final de cloruros (Cl<sup>-</sup>) en el agua.

Fuente: propia, 2017

### Monitoreo de pH

El pH fue medido en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo usando el equipo el potenciómetro modelo STARTED 300 que mide digitalmente el valor de pH. Esta medición se llevó a cabo para las 9 muestras de agua y las 3 muestras de agua adicionales.

### Análisis de contenido de cloruros inicial

Las 9 muestras fueron enviados al laboratorio Typsa acreditados por INACAL para la caracterización del Agua en términos de concentración de cloruros, determinado a través de cromatografía iónica.

3 experimentos extras fueron realizados en el laboratorio de la Universidad de la Cesar Vallejo, incluyendo las mediciones de cloruros. La determinación de cloruros fue realizada usando el método volumétrico empleando cromato de potasio, titulado con nitrato de plata.

### **Experimento de tratamiento de agua con resinas sintéticas- Aluminio**

El experimento se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad Cesar vallejo, empleando las siguientes fases:

#### Fase 1: Ensamblaje del equipo

Se utilizó 3 tubos de PVC con un diámetro de 0.05 m externa y 0.40 m de altura, en la parte interna se instaló una varilla de acero de 0.006 m de diámetro, un soporte para la resina hecho en PVC, para evitar la pérdida de la resina se usaron 2 mallas fina de 100. La posición de los soportes se fijaron usando bocinas de 0.013m de diámetro externo. Para el control del flujo se instaló una válvula para cada tubo de PVC, tal como se muestra en la siguiente figura.



Fuente: Propia, 2017

Figura N°05 Equipo para el experimento.

Fase 2: Masa medida de las sustancias del estudio

Se procede a medir el cloruro de sodio, Resina aniónica, Resina Catiónica y el aluminio como se muestra en la siguiente tabla N°03.

Tabla N° 04 Masas medidas de las muestras

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>MASA DE CLORURO DE SODIO (gr)</b>	<b>MASA DE ALUMINIO (gr)</b>	<b>MASA DE LEWATIT S-108 (Resina Catiónica) (gr)</b>	<b>MASA DE LEWATIT M-600 (Resina aniónica ) (gr)</b>
Muestra 1	0,86	10	20	20
Muestra 1.1	0,86	10	20	20
Muestra 1.2	0,86	10	20	20
Muestra 1.3	0,86	10	20	20
Muestra 2	0.57	10	20	20
Muestra 3	1.22	10	20	20
Muestra 4	0,57	10	20	20
Muestra 5	1,22	10	20	20
Muestra 6	0,86	10	20	20
Muestra 7	0,86	10	20	20
Muestra 8	0,501	10	20	20
Muestra 9	1,288	10	20	20
Muestra 10	0,86	10	20	20
Muestra 11	0,86	10	20	20
Muestra 12	0,86	10	20	20

Fuente: Propia, 2017

Finalmente cada uno de las masas de cloruros de sodio se disolvió en 1L de agua de proceso, fue llevado al agitador magnético para que las muestras sean homogéneas.

La resina cationica fue activado con ácido sulfúrico 80gr/L y la resina aniónica fue activado con soda caustica 40gr/L (hidróxido de sodio).

### Fase 3: Desarrollo del experimento

Se utilizó los siguientes recipientes probeta 1000mL, vaso precipitado 2000mL, bagueta, luna de reloj, espátula, agitador magnético, balanza eléctrica. Los materiales utilizados para regular el pH fueron ácido acético 0.01M e Hidróxido de sodio 0.01M.

La barra de aluminio fue maquinado en un torno, convirtiéndose en viruta de aluminio. Las virutas de aluminio quedaron sumergidas en alcohol isopropílico durante 6 horas para remover grasas y aceites. Posteriormente la viruta fue secada en el horno durante 1 hora a temperatura de 70°C para evitar su oxidación.

Se ubicó dentro del 1<sup>er</sup> tubo de PVC 10gr de viruta de Aluminio.

El volumen interior del 2<sup>do</sup> tubo fue parcialmente llenado de resina catiónica (LEWATIT S-108) previamente activada.

El volumen interior del 3<sup>er</sup> tubo se llenó parcialmente con la resina aniónica (LEWATIT M 600) previamente activada.

Un juego de camadas de adsorción fueron instaladas en serie para ponerse en contacto individualmente con cada muestra de agua tal como se muestra en la figura N°04, según el diseño de experimento detalladas anteriormente, mostrado en la siguiente figura N°02.

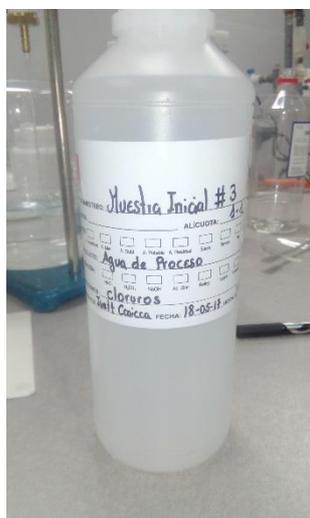


Fuente: propia, 2017

Figura N°06: Proceso de adsorción entre el contacto de la resina sintética-aluminio con la muestra de agua

## Recolección de muestra de agua tratada

Una vez vertido el agua por los 3 tubos de PVC en el tiempo de 1 hora se procedió a tomar la muestra tratada (1L), El envase rotulado donde se indica los parámetros a analizar, tal como se muestra en la siguiente Figura N°07.



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 07 Muestra tratada para su posterior análisis

## Análisis de agua tratada

Las muestras de agua tratadas se enviaron al laboratorio Typsa. El laboratorio llevó a cabo el análisis de cloruros usando el método de cromatografía iónica. El informe enviado por el laboratorio se encuentra reportados en el Anexo X

Se analizaron 3 experimentos que no estaban incluidos en el diseño experimental. Estos son

Tratamiento de agua usando resina catiónica.

Tratamiento de agua usando resina aniónica.

Tratamiento de agua usando Aluminio.

Las muestras tratadas fueron caracterizadas en términos de cloruros usando el método volumétrico que consiste en titulación de nitrato de plata, esta caracterización se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad de Cesar Vallejo mediante la supervisión del responsable del laboratorio.

El método consiste en usar como indicador cromato de potasio para posteriormente titular con nitrato de plata. Primero se usa 10ml de muestra al cual se agrega 40ml de agua destilada, que es vertida al matraz, donde se le agrega cromato de potasio 1ml, de tal forma que la solución torna a un color amarillo transparente, finalmente se titula con nitrato de plata hasta alcanzar el punto de valoración donde la mezcla se torna a un color rojizo-anaranjado. Y se anota el volumen consumido de nitrato de plata.

#### 2.4.1 Validez y confiabilidad de los instrumentos

##### Validez del instrumento

El contenido del instrumento del Anexo II fue sometido a una previa evaluación al juicio de 3 expertos, en la cual se procedió a realizar diferentes modificaciones según recomendaciones. Los Instrumentos fueron validados por los siguientes Ingenieros.

Lorgio Valdiviezo Gonzales (Ingeniero Metalúrgico – CIP N° 77088)

Cinthy Farje Jurado (Ingeniera Química – CIP N°143463)

Verónica Tello Mendivil (Ingeniera Química – CIP N ° 98633)

##### Confiabilidad de los instrumentos

Tabla N° 05 Validez de los instrumentos

**Resumen de procesamiento de casos**

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,848	11

Fuente: Propia, 2017

La confiabilidad se determinó mediante el Alfa de Cronbach, mostrando un resultado de 0.848, queriendo decir que el instrumento está validado en un 85%.

## Método de análisis de datos

El diseño factorial centrado llevado a cabo en esta investigación requiere el desarrollo de un modelo de regresión múltiple de Segundo Orden. Este modelo matemático de regresión se representa por

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1^2 + \beta_4 X_2^2 + \beta_5 X_1 X_2 \quad (1)$$

Donde los parámetros  $\beta_i$ , son determinados de tal forma que el error, al usar el modelo y comparado con lo medido experimentalmente se reduce a un valor mínimo.

El análisis de varianza es la representación numérica de los errores obtenidos en los experimentos para determinar la respuesta, y el error al utilizar el modelo para predecir la respuesta. En este análisis de varianza se utiliza como referencia el valor crítico representando por  $qF(1 - \alpha, GLN, GLD)$ ; donde  $\alpha$  es la significancia tomada arbitrariamente como 0.05 y el nivel de significancia  $1 - \alpha$  es el grado de significancia que representa el 95% de confianza para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

GLN se conoce como los grados de libertad relacionados con el error del modelo y se calcula como  $m - 1$ , donde  $m$  es el número de coeficiente determinados para el modelo.

GLD representan los grados de libertad del denominador que relaciona el error experimental y se calcula como  $m - n$ , donde  $n$  son los números de experimentos.

La razón  $F$  se compara con el valor crítico  $qF$ , la hipótesis nula se rechaza para todo  $F$  mayor que  $qF$ ; si  $F$  es igual 1 no hay evidencia estadística para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

La variabilidad de los datos obtenidos requiere de comparar la variabilidad del modelo respecto de la variabilidad del error experimental tal como se muestra en la tabla N° 03 requerido por ANOVA. Los cálculos de las ecuaciones mostradas están reportadas en el Anexo VII

Tabla N°06 Análisis de varianza

Fuente	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Media de los cuadrados	Razón F	Probabilidad
Modelo de regresión	m-1	SSreg	$\frac{SSreg}{m-1}$	$\frac{SSreg/m-1}{SSE/(n-m)}$	qF( $\alpha, m-1, n-m$ )
Error	n-m	SSE	$\frac{SSE}{n-m}$		
Total	n-1	SST			

Fuente: Mongoberi, 2012

Las hipótesis Nula y Alternativa son:

H<sub>0</sub>: Los parámetros  $\beta_i = 0$  para  $i = (1, 5)$

H<sub>1</sub>:  $\beta_1 \neq 0$ , o  $\beta_2 \neq 0$ , o  $\beta_3 \neq 0$ , o  $\beta_4 \neq 0$ , o  $\beta_5 \neq 0$

La hipótesis Nula (H<sub>0</sub>) indica que todos los parámetros  $\beta$  son igual 0, indicando que el modelo de 2do Orden no es satisfactorio y que la variable dependiente no es función de las independientes. Esto indica que cualquier valor que adopte las variables independientes, la variable dependiente siempre será una constante.

La hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>) indica que todos los parámetros  $\beta$  son diferente a 0, esto indica que el modelo de 2do Orden es satisfactorio y que la variable dependiente esta función de las independientes.

El análisis de varianza se define como la caracterización de los componentes incluidos en el error de la variabilidad de los datos, estos componentes son los siguientes:

1. Fuente de error envuelto en el modelo de regresión (SSreg)
2. Fuente de error experimental (SSE)
3. Fuente de error total (SST)

En la segunda columna de la tabla N°06 se muestran los grados de libertad, los cuales están se calculan usando las variables m y n, donde m es el número de parámetros  $\beta$  calculado por el método de mínimos cuadrados y son 6. La variable

n representa el número de muestras según lo establecido en el diseño experimental que son 12.

En la columna de la tabla N°06, se muestra la magnitud numérica de los errores y se obtienen los cálculos mediante las siguientes ecuaciones:

$$SS_{reg} := \sum_{i=0}^{11} (y_{teorico_i} - \text{mean}(Y))^2 \quad (2)$$

$$SSE := SST - SS_{reg} \quad (3)$$

$$SST := \sum_{i=0}^{11} (Y_i - \text{mean}(Y))^2 \quad (4)$$

## Procesamiento de información

Los datos de los resultados están estructurados de acuerdo al diseño experimental factorial. Finalmente se utilizó estadística para validar la hipótesis a través de un análisis de varianza. Los resultados se obtienen mediante el programa MATHCAD 2015, se presenta en tablas estadísticas N°10.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico consiste en cuantificar las fuentes de error, para esta metodología se utilizó la distribución de Fisher, en la cual se compara 2 varianzas; las relaciones matemáticas de estas varianzas están resumidas en la tabla de ANOVA, Finalmente los resultados de ANOVA ayudan a rechazar la hipótesis nula, luego de comparar la magnitudes de error, y este rechazo es bajo un 95% de confianza.

### 2.5 Aspectos Éticos

Esta investigación es íntegramente de mi autoría y no es copia de trabajo realizado por otro autor. Además las fuentes existentes en la parte teoría y que

apoyaron la parte experimental están debidamente registradas en las referencias bibliográficas.

### III. RESULTADOS

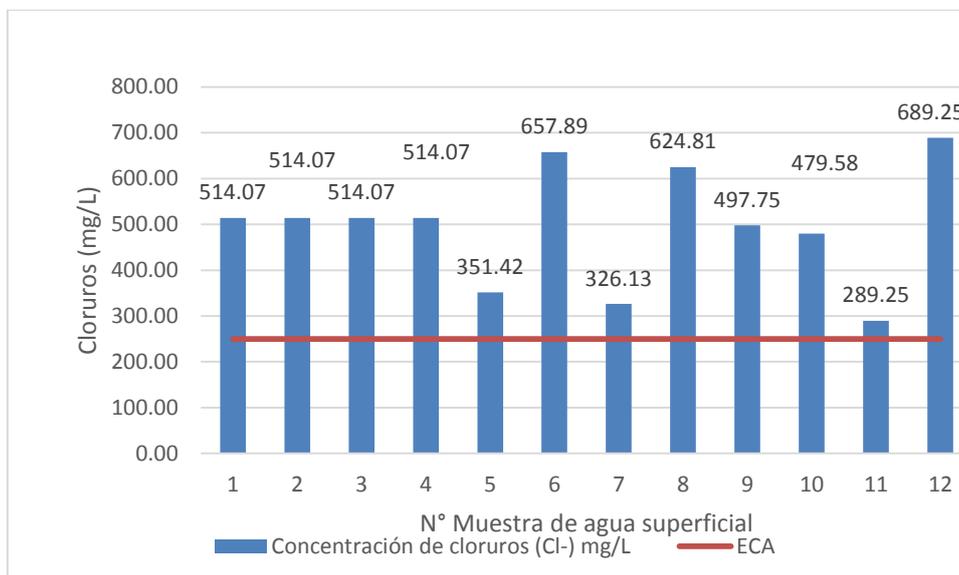
#### 3.1 Determinación de cloruros y pH

Las muestras de agua con contenido de cloruros enviados al Laboratorio Tysa a fin de determinar cloruros por el método de Cromatografía iónica. Los valores de pH fueron medidos en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo. Obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la tabla N° 07:

Tabla N° 07. Contenido de cloruros y pH en aguas superficiales

Numero de muestra	Repeticiones	pH	Concentración de cloruros (Cl-) mg/L
1	1	7.5	514.07
1	2	7.5	514.04
1	3	7.5	514.04
1	4	7.5	514.04
2	1	6.5	351.42
3	1	8.5	657.89
4	1	8.5	326.13
5	1	6.5	624.81
6	1	4.4	497.75
7	1	10.6	479.58
8	1	7.5	289.25
9	1	7.5	689.25

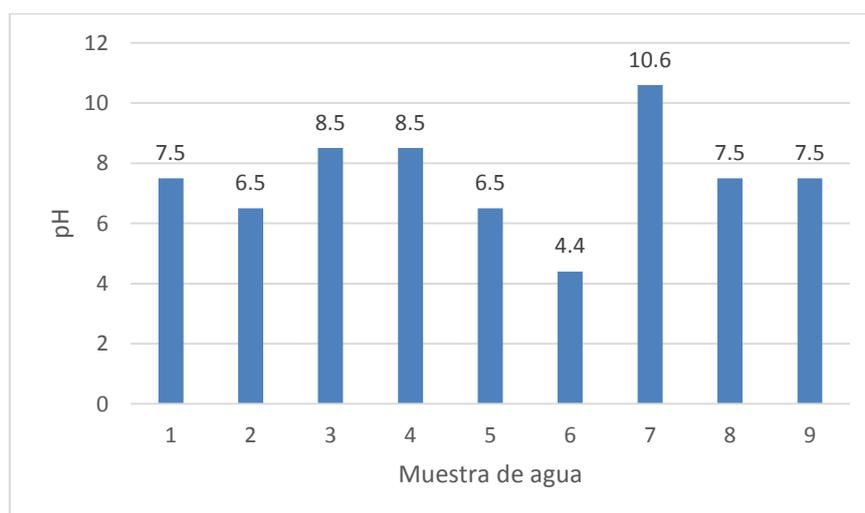
Fuente: Propia, 2017



Fuente: Propia, 2017

Grafico N°01: Contenido de cloruros en las aguas superficiales

En tabla N°07 y el grafico N°01 se observa que el contenido inicial de cloruro en las muestras de aguas superficiales se encuentran en el rango de 289.25 a 689.25 mg/L; siendo valores superiores al Estándar de calidad ambiental (250 mg/L).



Fuente: Propia ,2017

Grafico N°02 magnitudes de pH en el agua

De la Tabla N°07 y el Gráfico N°02 se observa que las 9 muestras de agua se encuentran en diferentes magnitudes de pH. Las muestras de agua

números 1,2,3,4,5,6,7,8 ,presentan un pH 7.5 , 6.5 , 8.5 , 8.5, 6.5 ,4.4 ,10.6, 7.5 , 7.5 .En donde se observa que tenemos un pH bajo y alto en las muestras 6 y 7 que son 4.4 y 10.6.

Los valores de pH se encuentran en el rango aceptable de agua para consumo humano y riego, solo el pH 4.4 y 10.6 se tomaron para ver la eficiencia en aguas acidas y básicas respectivamente.

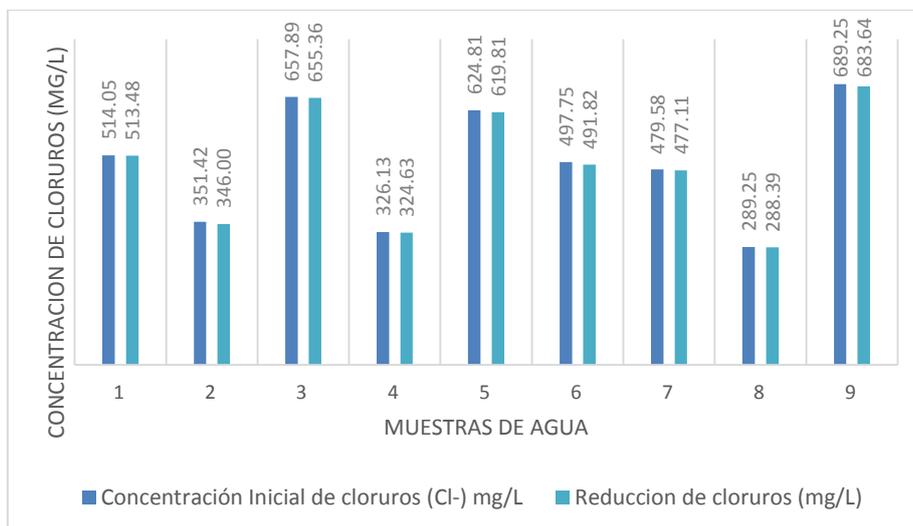
Se rechaza la  $H_0$  específica 1: La concentración de cloruros y pH en aguas superficiales no sobrepasan los estándares de calidad ambiental categoría A1, y se acepta la  $H_1$  específica 1: La concentración de cloruros y pH en aguas superficiales sobrepasan los estándares de calidad ambiental categoría A1 en vista que el valor mínimo de contenido de cloruros de las aguas en estudio es de 289.25 y se observa un pH 10.6.

### 3.2 Reducción de cloruros usando resina sintética – aluminio

Tabla N°08 Reducción de cloruros

Numero de muestra	Repeticiones	pH	Concentración Inicial de cloruros (Cl-) mg/L	Concentración Final de cloruros (Cl-) mg/L	Reducción de cloruros (mg/L)
1	1	7.5	514.05	0.57	513.48
2	1	6.5	351.42	5.43	346.00
3	1	8.5	657.89	2.53	655.36
4	1	8.5	326.13	1.49	324.63
5	1	6.5	624.81	5.00	619.81
6	1	4.4	497.75	5.93	491.82
7	1	10.6	479.58	2.47	477.11
8	1	7.5	289.25	0.86	288.39
9	1	7.5	689.25	5.61	683.64

Fuente: Propia, 2017



Fuente: Propia, 2017

Gráfico N°03: Reducción de cloruros.

De la Tabla N°08 y del Gráfico N°03 se observa que en las 9 muestras de agua se ha reducido considerablemente el cloruro. Las muestras de agua números 1, 8, 3 y 4 presentan las mayores reducciones de cloruros, 513.48, 288.39, 655.36 y 324.63 mg/L respectivamente, que fueron adsorbidos en las resinas sintéticas-Aluminio. La menor reducción se presenta en la muestra de agua N° 4 con reducción de 491.82mg/L de cloruro.

Se rechaza la  $H_0$  específica 2: Las resinas sintéticas-aluminio no reduce la concentración de cloruros por debajo del ECA categoría A1, y se acepta la  $H_1$  específica 2: Las resinas sintéticas- aluminio reducen la concentración de cloruros, en vista que el valor mayor de la reducciones de cloruros en las aguas de estudio es 513.48mg/L.

### 3.3 Eficiencia del proceso de adsorción usando resina sintética – aluminio a diferentes pH y concentración de cloruros

La determinación de la eficiencia fue calculada usando la siguiente fórmula:

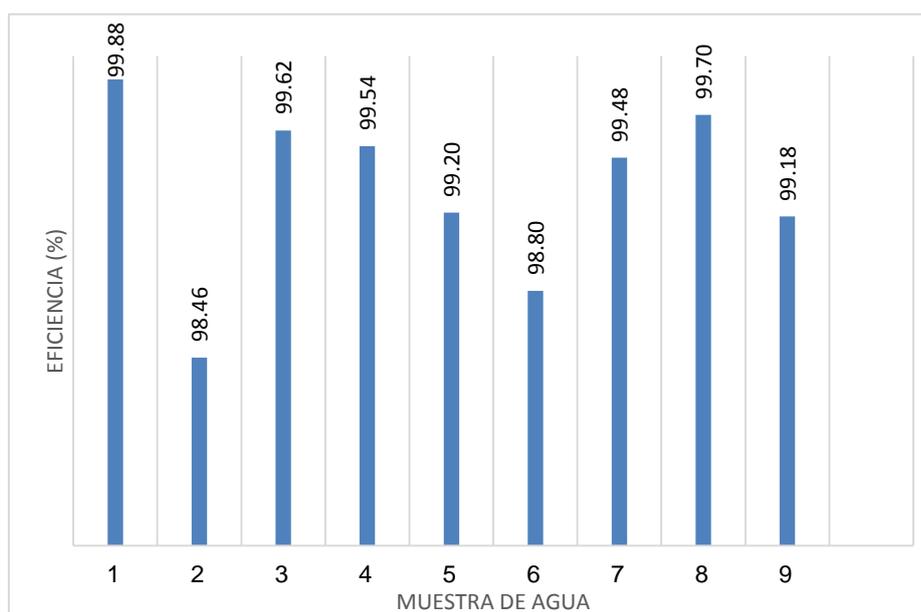
$$EFICIENCIA = \frac{\text{cloruros inicial} - \text{cloruros final}}{\text{cloruros iniciales}} \times 100$$

Los datos obtenidos se muestran en la tabla N°09

Tabla N° 09 Eficiencia del proceso de adsorción

N° de Muestra	pH	Concentración Inicial de cloruros (Cl-) mg/L	Concentración Final de cloruros (Cl-) mg/L	Eficiencia (%)
1	7.5	514.074	0.574	99.88
2	6.5	351.424	5.428	98.46
3	8.5	657.89	2.531	99.62
4	8.5	326.125	1.491	99.54
5	6.5	624.806	4.998	99.20
6	4.4	497.746	5.928	98.80
7	10.6	479.584	2.471	99.48
8	7.5	289.254	0.860	99.70
9	7.5	689.251	5.614	99.18

Fuente: Propia ,2017



Fuente: Propia, 2017

Gráfico N° 04 Eficiencia del proceso de adsorción

En la tabla N°09 y en el gráfico N°04 se observa la eficiencia del proceso de adsorción de cloruros usando resinas sintéticas –aluminio en las muestras de agua, se encuentran en el rango de 98.46 a 99.88 %. Las

muestras de agua números 1, 8, 3 presentan las mayores eficiencias, 99.88, 99.70 y 99.62 respectivamente. La menor eficiencia se presenta en la muestra de agua números 2 y 6 con 98.46 y 98.80 %.

Se rechaza la  $H_0$ : El proceso de adsorción de cloruros usando resinas sintéticas -aluminio no es eficiente expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros, y se acepta la  $H_1$ : El proceso de adsorción de cloruros usando resinas sintéticas -aluminio es eficiente expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros, en vista que el valor mínimo de eficiencia es 98.46%.

### Modelo de análisis de varianza

A fin de realizar el análisis de varianza del modelo de segundo orden donde Y es la concentración final de cloruros en el agua procesada, X1 es la concentración inicial de cloruros en el agua sin tratar, X2 la magnitud de pH del agua sin tratar y el yteórico son datos obtenidos usando el modelo de regresión de 2do Orden.

Los datos dentro de los vectores están mostrados según el orden establecidos en el diseño experimental.

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{l}
 x1 := \\
 \begin{pmatrix}
 351 \\
 326 \\
 657 \\
 625 \\
 514 \\
 514 \\
 514 \\
 514 \\
 498 \\
 289 \\
 480 \\
 689
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 x2 := \\
 \begin{pmatrix}
 6.5 \\
 8.5 \\
 8.5 \\
 6.5 \\
 7.5 \\
 7.5 \\
 7.5 \\
 7.5 \\
 4.4 \\
 7.5 \\
 10.6 \\
 7.5
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 Y := \\
 \begin{pmatrix}
 5.4 \\
 1.5 \\
 2.5 \\
 5 \\
 0.9 \\
 0.9 \\
 0.3 \\
 0.3 \\
 5.9 \\
 0.9 \\
 2.4 \\
 5.6
 \end{pmatrix}
 \end{array}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 yteorico := \\
 \begin{pmatrix}
 2.746 \\
 1.595 \\
 3.735 \\
 4.377 \\
 1.264 \\
 1.264 \\
 1.264 \\
 1.264 \\
 6.821 \\
 2.794 \\
 1.894 \\
 5.233
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Usando algebra de matrices donde se incluye la inversa de una matriz se determina el modelo de segundo orden dado por:

$$\beta = X^{-1} \cdot y \quad (5)$$

En la ecuación (5),  $\beta$  representa el vector que contiene los coeficientes de la regresión que están representados en la ecuación (6).  $X$  representa los coeficientes de 6 ecuaciones linealmente independientes que son requeridas para obtener los parámetros  $\beta$ , esta matriz esta reportadas en el Anexo VII y en la ecuación 5 se representa su inversa. La "y" es el vector que contiene los valores puramente numéricos de cada uno de las 6 ecuaciones mencionadas anteriormente.

Finalmente la regresión de Segundo Orden se representa mediante ecuación (6)

$$Y = 40.779 - 0.066 x_1 - 5.907 x_2 + 7.372 \times 10^{-5} x_1^2 + 0.342 x_2^2 - 6.641 \times 10^{-8} x_1 x_2 \quad (6)$$

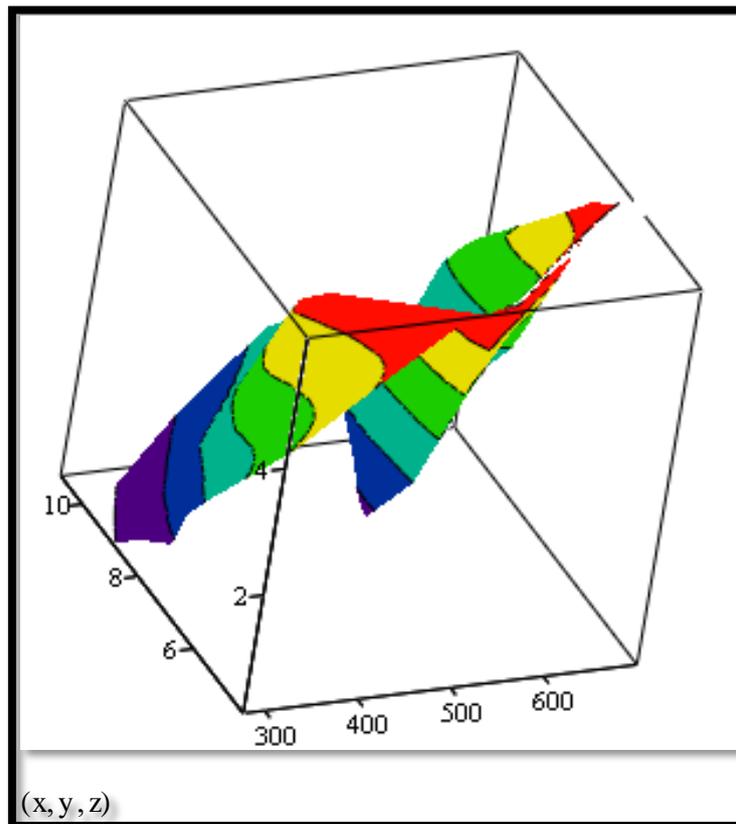
Donde

Y representa la concentración final de cloruros en el agua tratada.

X1 es la concentración inicial de cloruros en el agua sin tratar

X2 la magnitud de pH del agua sin tratar

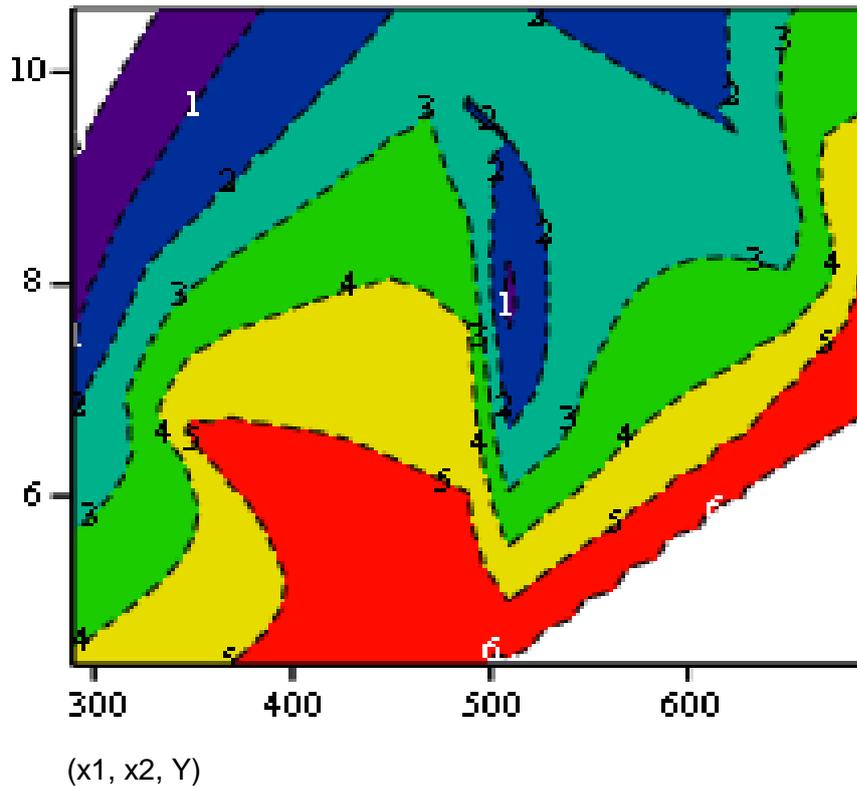
A continuación se muestra los resultados experimentales en forma de graficas en las 3 dimensiones y 2 dimensiones respecto a contenido final de cloruros luego de procesarse las muestras de agua.



Fuente: Propia, 2017

Grafico N° 05: Efecto del pH y la concentración inicial de cloruros en la calidad del agua tratada en tres dimensiones.

El grafico N°05 se observa que en el eje Z se encuentra la concentración final de cloruros, en el eje X la concentración inicial de cloruros, y en él Y los diversos pH. Siendo así que en el grafico N°1 muestra que a una concentración inicial de cloruros 512mg/L en un pH de 7.5 se observa una concentración final de >1mg/L y en una concentración >300 a un pH de 7.5 con una concentración final de cloruros >1mg/L



Fuente: Propia, 2017

Grafico N°06 Efecto del pH y la concentración inicial de cloruros en la calidad del agua tratada en 2 dimensiones.

En el grafico N° 06 se muestran que los bordes de superficies para las concentraciones de cloruros en el agua tratada en donde  $x_1$  es la concentración inicial,  $x_2$  pH e  $Y$  concentración final, se observa que en un pH de 4.4 con una concentración inicial de cloruros 497mg/L una vez procesada por la resina sintética- aluminio se obtiene una concentración final de cloruros 5.9mg/L. En un pH de 6.5 con concentraciones iniciales de cloruros 351 mg/L y 624mg/L, siendo sus concentraciones finales de cloruros e mg/L y 4.9mg/L, en un pH de 7.5 con concentraciones iniciales de cloruros 289mg/L, 514mg/L y 689mg/L, teniendo concentraciones finales de cloruros 1.9mg/L, 0.9mg/L, 5.9mg/L, en el pH 8.5 tiene concentraciones iniciales de cloruros 326mg/L y 657mg/L. Según el grafico mostrado se observa que las mayores reducciones se obtienen en el rango de pH 7.5 a 8.5 en las concentraciones iniciales de cloruros de 289mg/L ,329mg/L y

514mg/L en el agua sin tratar. Tal como se muestra en la figura anterior, no obstante este enfoque cualitativo se cuantifica usando calculo tal como se describe en la siguiente sección.

### Condiciones Óptimas en la reducción de Cloruros

Según los principios de cálculo si las segundas derivadas de una función son positivas cuando se igualan a 0, entonces la función adopta un valor mínimo.

Como en este trabajo se busca reducir a un mínimo el valor de cloruros, evaluamos la segunda derivada del modelo de la ecuación N°6, y si el resultado de la derivadas son positivas entonces se encuentra las concentraciones más bajas de cloruros en el agua tratada para los valores de pH y concentraciones de cloruros de entrada las consideramos óptimas. En donde X1 es la concentración inicial de cloruros y X2 es el pH.

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial X_1^2} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial X_2^2} = 0 \quad (8)$$

Evaluando las derivadas se obtiene los valores siguientes:

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial X_1^2} = 0.684$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial X_2^2} = 0.00015$$

Tal como se muestra en los resultados anteriores las 2da derivadas resultan mayores que cero indicando que la función adopta un valor mínimo para un valor particular de X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub> y estos valores se obtienen usando la siguiente expresión

$$\frac{d}{dx_1} y_1(X_1, X_2) \rightarrow 0.00014744X_1 + -6.641e^{-8} * X_2 - 0.066$$

$$\frac{d}{dx_2} y_1(X_1, X_2) \rightarrow -6.641e^{-8} * X_1 + 0.684 * X_2 - 5.907$$

Estas expresiones iguales a 0 determinan los valores óptimos de  $X_1$  y  $X_2$

$$-6.641e^{-8} * X_1 + 0.684 * X_2 - 5.907 = 0$$

$$0.00014744X_1 + -6.641e^{-8} * X_2 - 0.066 = 0$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{447.644}{8.636}$$

Teóricamente el valor óptimo del pH es 8.6 y el valor óptimo de la concentración de cloruros alimentado es 448 mg/L.

Tabla N°10 Cálculos para análisis de Varianza

<b>Fuente De error</b>	<b>Grado de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media de los cuadrados</b>	<b>Razón F</b>	<b>qF Valor critico</b>
Modelo de regresión	6-1	37.712	7.542	2.781	0.214
Error	12-6	16.274	2.712		
Total	6-1	53.987			

Fuente: propia, 2017

En la Tabla N°10 el análisis de varianza su valor crítico es 0.202 y la razón F es 2.824, siendo la razón F mayor al valor critico por lo tanto se rechaza la hipótesis  $H_0$ : Los parámetros  $\beta_i = 0$  para  $i = (1, 5)$  y se acepta  $H_1$ :  $\beta_1 \neq 0$ , o  $\beta_2 \neq 0$ , o  $\beta_3 \neq 0$ , o  $\beta_4 \neq 0$ , o  $\beta_5 \neq 0$ , indicando la dependencia entre la variable dependiente (Concentración final de cloruros) en función de las independientes (Concentración inicial de cloruros y pH).

### **Coefficiente de Correlación**

$$\frac{SS_{reg}}{SST} = 0.702$$

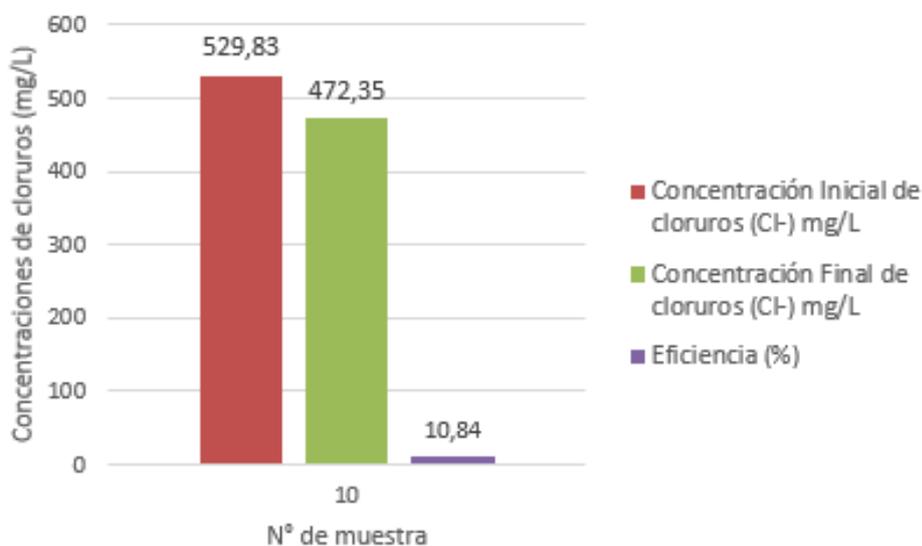
Lo cual indica que el 70% de los puntos de experimentos están bien representados por la regresión.

### 3.4 Eficiencia de cada Material Utilizado en el proceso de adsorción de cloruros.

Tabla N° 11 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Catiónica.

N° de Muestra	Concentración Inicial de cloruros (Cl-) mg/L	Concentración Final de cloruros (Cl-) mg/L	Eficiencia (%)
10	529.83	472.35	10.84

Fuente: Propia, 2017



Fuente: Propia, 2017

Gráfico N° 07 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Catiónica.

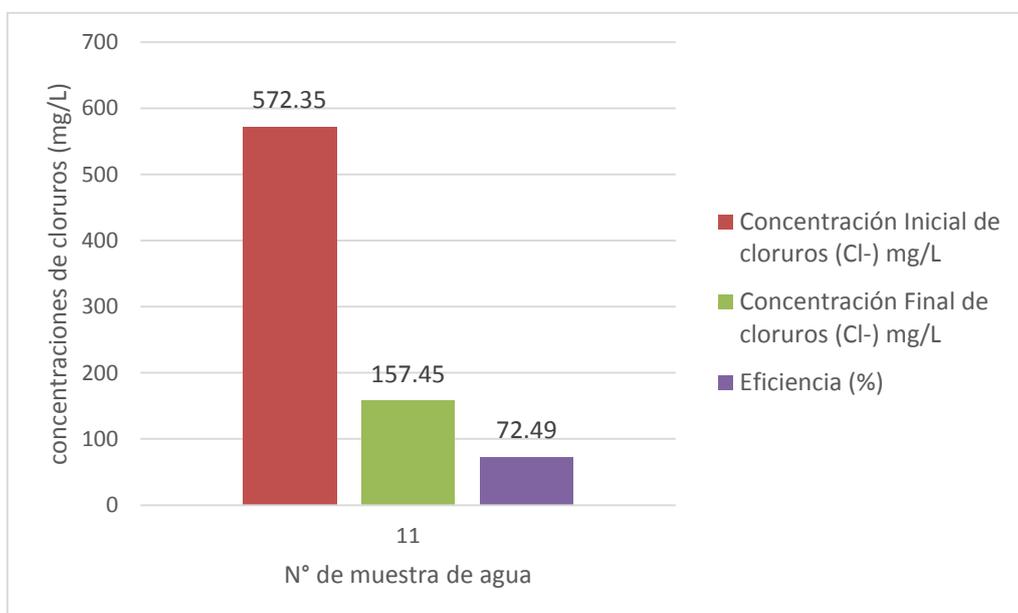
De la Tabla N°11 y del Gráfico N°07 se observa que la muestra de agua N° 10 presenta una concentración inicial de cloruros(mg/L) 529.83 , concentración final

de cloruros (mg/L) 472.35 , con una eficiencia de adsorción de cloruros de 10.84%.

Tabla N° 12 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Aniónica.

N° de Muestra	Concentración Inicial de cloruros (Cl-) mg/L	Concentración Final de cloruros (Cl-) mg/L	Eficiencia (%)
11	572,35	157,45	72,49

Fuente: Propia, 2017



Fuente: Propia, 2017

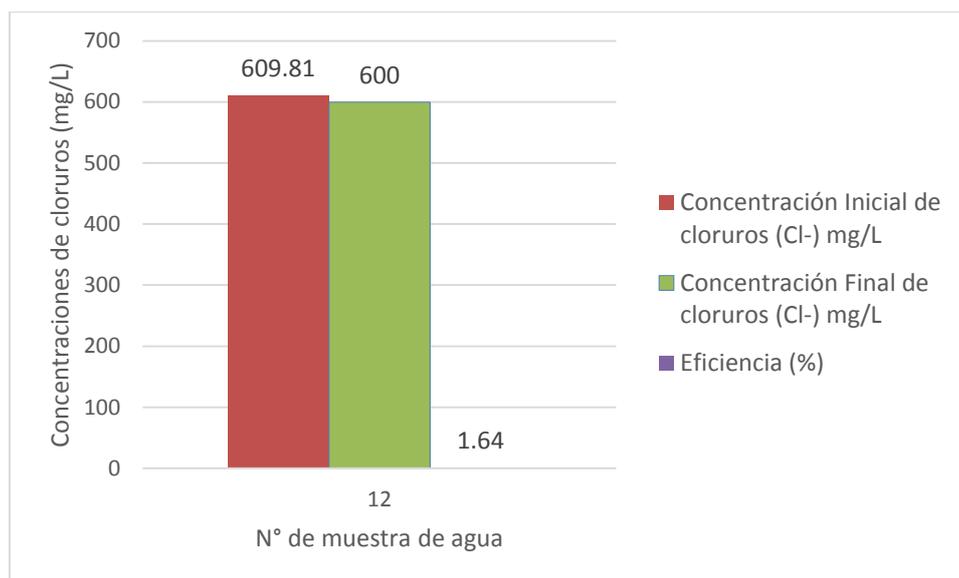
Grafico N° 08 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Resina Aniónica.

De la Tabla N°12 y del Gráfico N°08 se observa que la muestra de agua N° 11 tiene una concentración inicial de cloruros(mg/L)572.35, una concentración final de cloruros (mg/L) 157.45 , con una eficiencia de adsorción de cloruros de 72.49%.

Tabla N° 13 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Aluminio

Muestra	Concentración Inicial de cloruros (Cl-) mg/L	Concentración Final de cloruros (Cl-) mg/L	Eficiencia (%)
12	609,81	600	1,64

Fuente: Propia ,2017



Fuente: Propia, 2017

Gráfico N°09 Eficiencia del proceso adsorción de cloruros usando Aluminio

De la Tabla N°13 y del Gráfico N°09 se observa que la muestra de agua N° 12 presenta una concentración inicial de cloruros(mg/L) 609.81, una concentración final de cloruros (mg/L) 600, con una eficiencia de adsorción de cloruros de 1.64%.

#### IV. DISCUSIONES

En la presente investigación las concentraciones de cloruros se encuentran en el rango de 289 -689mg/L mientras que los valores de pH están en el rango de 4.4 – 10.6, donde sobrepasan los estándares de calidad ambiental para fuente de agua categoría A1 es 250mg/L en términos de cloruros. En el estudio realizado por Victor et al. (2015) las concentraciones estudiadas son superiores a 250mg/L de cloruros, de tal forma que sus muestras de agua se encuentran en un rango de pH de 1-8. Con el fin de identificar la condiciones óptimas de pH para la remoción de cloruros en el agua, ambas investigaciones se trabajaron en aguas acidas y básicas.

Las mayores reducciones de cloruros encuentran se encuentran en el rango de 513.48, 288.39, 655.36 y 324.63 mg/L, en las cuales su concentración inicial de cloruros es 514.05 ,289.25 657.89 y 326.13mg/L, donde sus concentraciones finales es 0.57, 0.86 ,2.53 ,1.49 mg/L.

En el trabajo de investigación del grupo de Victor et al. (2015), Demostró que usando resina sintética (Amberlite IRA-67), en un pH dentro del rango de 1- 8, su mayor eficiencia es 90% en el pH 1 y su menor eficiencia es 20% en el pH 8; a diferencia del proceso desarrollado en este trabajo usando resina sintética- Aluminio la mayor eficiencia de adsorción de cloruros es 99.88% en pH 7.5 y su menor eficiencia es 98.46% en pH 6.5. Demostrando que el proceso propuesto es competitiva y además opera en un rango de pH similar a la de aguas superficiales lo cual no requiere una etapa de proceso para ajuste de pH. Las mejores condiciones de adsorción de cloruros ocurre cuando la muestra de agua se encuentra en un pH de 7.5 y concentraciones alrededor de 514 mg/L en el agua sin tratar, resulta con una eficiencia de remoción de cloruros 99.88%. En el rango de pH ácidos la resina sintética- Aluminio se reduce la eficiencia del proceso a 98.80%, el pH reportado es 4.4 y el cloruro remanente en el agua tratada es de 5.4mg/L.

El grupo de estudio técnico ambiental Digesa en el 2004 propuso su estándar de calidad en términos de cloruro, afirmando que los métodos convencionales de

tratamiento de agua no contemplan la eliminación de cloruros en cantidades significativas, de tal forma como sucede en Ecuador y Honduras. En la presente investigación se alcanzó reducir la concentración de cloruros por debajo de los estándares de calidad ambiental categoría A1 (250mg/L), con un rango de eficiencia de 98 – 99% en un pH de 4.4 – 10.6, demostrando de tal forma que el uso de resinas sintéticas- Aluminio es eficiente en la eliminación de cloruros en el agua.

Este proceso tiene enorme capacidad para procesar grandes cantidades de cloruros en el agua que de acuerdo a los resultados experimentales de este trabajo la concentración de cloruros se encuentran alrededor de 700mg/L lo cual es mucho mayor a los 500mg/L que se encuentran convencionalmente en fuentes naturales con concentraciones dramáticamente altas; no existe literatura que indique que las aguas superficiales transporten más de 500mg/L de cloruros, si así fuese el caso la resina sintética – aluminio tendrá suficiente capacidad para remover cloruros. A modo de referencia el estudio realizado en el 2012 al río Capillune registro una concentración de cloruros 578.7mg/L, confirmando que los valores de las concentraciones de cloruros en aguas superficiales está por debajo de 250mg/L.

Los experimentos para camadas individuales no resultan eficiente como el proceso interconectados en series; el agua tratada con aluminio metálico en forma de viruta tiene baja eficiencia de absorción equivalente a 1.64%; la resina catiónica demostró que tiene capacidad de adsorción de cloruros en un 10.84%; el uso de la resina aniónica tiene una eficiencia de 72.49%, dejando como residuo en el agua tratada 157.45mg/L.

## V. CONCLUSIONES

En la presente investigación las nueve muestras de agua tenían concentraciones iniciales de cloruros que estuvieron dentro del rango de 289 -689mg/L, mientras que el rango del pH fue 4.4 -10.6, en ambos casos estas variables sobrepasaron los estándares de calidad ambiental en términos de cloruros es 250mg/L, y para pH es 6.5-8.5, considerando la fuente superficial como categoría A1.

En la muestras de agua 1, 3, 4 y 8 se observaron las mayores reducciones de concentración de cloruros, las concentraciones iniciales fueron de 514 – 657mg/L y las concentraciones finales de cloruros se reportaron como 0.57 a 5.43mg/L; este resultado muestra una drástica reducción y resultan por debajo de los estándares de calidad ambiental en categoría A1 en términos de cloruros es 250mg/L.

En la presente investigación se demuestra que el uso de la resina sintética-aluminio pueden remover altas concentraciones de cloruros en una eficiencia de 99.88%, cuando el proceso opera en condiciones óptimas de pH de 7.5 y una concentración inicial de cloruros 514 mg/L.

Considerando la variación de pH, para el rango ácido 4.4 la eficiencia de la resina sintética-aluminio para remover cloruros es 98.80%, esta eficiencia se incrementa ligeramente cuando el pH es 10.6 reportando 99.48% de eficiencia.

Basada en el análisis de varianza se Rechaza  $H_0$ , aceptan la Hipótesis  $H_1$  que consiste en: El uso de Resinas Sintéticas-Aluminio adsorbe cloruros expuesta a diferentes concentraciones de cloruros y de pH.

El análisis de varianza confirma que el modelo de segundo orden que relaciona el cloruro eliminado está relacionado con el pH y la cantidad de cloruro alimentado al agua sin procesar. Este análisis de varianza requiere de un valor crítico representado por la probabilidad que ocurre en un evento (0.202) y resulta mucho menor que la razón de varianza del modelo y el error experimento ( $F= 2.824$ ) y ayuda a rechazar la hipótesis  $H_0$  indicando la dependencia entre la variable

dependiente (Concentración final de cloruros) en función de las independientes (Concentración inicial de cloruros y pH).

Para realizar el análisis de varianza es necesario encontrar el modelo de segundo orden, la cual es de extrema importancia para encontrar los valores óptimos de las variables independientes (Concentración inicial de cloruros 447.64; pH = 8.6).

La presencia de ácido en el agua reduce drásticamente el pH, 4 gotas de ácido acético 0.01M agregado al agua con pH neutro reduce al pH 4.4; mientras que para incrementar el pH se agrega hidróxido de sodio 0.01 M con 3 gotas permitía alcanzar un pH de 10.6 en un litro de muestra de agua.

El estándar de calidad ambiental para categoría A1 es 250mg/L en términos de cloruros, en este proyecto las nueve muestras de agua mediante el proceso de adsorción usando resinas sintéticas – aluminio las concentraciones de cloruros en el agua tratada se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental.

## VI. RECOMENDACIONES

Antes de poner en contacto las resinas sintéticas con el agua deben activarse:

(1) La resina catiónica requiere de la activación de una solución acuosa de ácido sulfúrico 80g/L; (2) la resina aniónica requiere de la activación usando una solución acuosa de hidróxido de sodio 40g/L.

Las soluciones regeneradoras de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en contacto con el agua deben alcanzar temperaturas ambiente antes de ponerlas en contacto con las resinas sintéticas, para evitar su oxidación o reducción química.

El proceso de regeneración debe llevarse a cabo 20 min en un flujo de reciclado continuo. Posteriormente se enjuaga con agua destilada durante 10min.

Solicitar al proveedor de la resina LEWATIT que el tamaño de la partícula debe tener un diámetro mínimo de 0.5mm de modo que los sólidos puedan usar soportes en forma de mallas convencionales; las partículas más finas se pierden fácilmente por el empuje del flujo de agua provocando taponamiento en las válvulas y tuberías.

Una escala a nivel piloto debe ser evaluada antes de emitir una recomendación para tratamiento a nivel de escala industrial.

Futuros trabajos de investigación debe influir la evaluación de la vida útil de la resina. Y comparar con lo recomendado por el proveedor.

En estos experimentos no se evaluaron los efectos de cloro alimentado como desinfectante, por tanto este método de separación de cloruro es recomendable instalarlo antes del proceso de desinfección en una planta de PTAP, si se quiere cumplir con los Estándares de calidad Ambiental establecidos por MINAM D.S. 004-2017.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

BENITEZ, Jaime, RODRIGUEZ, Abraham Y SUÁREZ, Alejandro. Optimization technique for sewage sludge conditioning with polymer and skeleton builders. *Elsevier Science Ltd Printed in Great Britain*, (28): 2067-2073, January 1994.

CANEPA, Lidia, MALDONADO, Víctor, BARRENECHEA, Ada, y AURAZO, Margarita. Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. . Manual I: Teoría Tomo I [en línea].Lima: CEPIS, 2004 [fecha de consulta: 16 Septiembre 2016].Capitulo 1. Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua.

Disponible en:

<http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5657/BIV00012.pdf>

CABALLERO, Wilfredo. Introducción a la estadística [en línea]. IICA, 1975[fecha de consulta 15 Julio 2017].Capitulo 1. Estadística: Una nueva ciencia.

Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=8y9sSY\\_89vYC&pg=PA5&lpg=PA5&dq=observacion+definicion+estadistica&source=bl&ots=I7LVFwsDwB&sig=1ZFehOTA8u0qEOYDy5XJNSEFzM0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiunb-P0obVAhXFeSYKHWTVDag4ChDoAQgsMAI#v=onepage&q=observacion%20definicion%20estadistica&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=8y9sSY_89vYC&pg=PA5&lpg=PA5&dq=observacion+definicion+estadistica&source=bl&ots=I7LVFwsDwB&sig=1ZFehOTA8u0qEOYDy5XJNSEFzM0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiunb-P0obVAhXFeSYKHWTVDag4ChDoAQgsMAI#v=onepage&q=observacion%20definicion%20estadistica&f=false)

ISBN 929039014X

DIGESA.Estándares de calidad ambiental de agua grupo n° 3: riego de vegetales y bebida de animales [En línea]. Lima: [s.n] [Fecha de consulta: 5 Noviembre 2016].

Disponible en:

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf)

FERNANDEZ, German. Compuestos iónicos y moleculares. En: Base de datos FISICOQUIMICA.Contenido [en línea].Oviedo: FISICOQUIMICA, 2012 [fecha de consulta: 4 Diciembre 2016].

Disponible

<http://www.quimicafisica.com/compuestos-ionicos-y-moleculares.html>, login 'bn'

François de Dardel, ¡La desmineralización en una sola imagen! [En Línea]. [Imagen]. 2016. [Fecha de consulta 5 Noviembre 2016]. Disponible en: [http://dardel.info/IX/IX\\_Intro\\_ES.html](http://dardel.info/IX/IX_Intro_ES.html)

GILARRANZ. Capítulo 3 intercambio iónico [En línea]. [S.I.]: 2006 [fecha de consulta 4 Noviembre 2016].

Disponible en:

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22193/Capitulo3.pdf>

GOYENOLA, Guillermo. Determinación del pH [En línea]. [S.I.]: RED MAPSA, 2007 [fecha de consulta 2 Noviembre 2016].

Disponible en:

[http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf)

GONZALES, Monica. Adsorción. *En base de datos: La Guía. Química* [en línea]. [S.I.]: La Guía, 2010 [fecha de consulta: 4 Diciembre 2016].

Disponible en:

<http://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/adsorcion>

GONZALES, Carmen. Monitoreo de calidad de agua .5 [en línea]. Puerto Rico: Servicio de extensión agrícola, 2011. [Fecha de consulta de 4 junio 2017]

Disponible en:

<http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>

MINAM .Glosario de términos para la gestión ambiental peruana [En línea]. Lima, Perú, 2012. 84-85p. [Fecha de consulta: 10 Octubre 2016].

Disponible en:

<http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Glosario-de-Terminos.pdf>

MINAM. Estandar de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones generales D.S. 004-2017-MINAM. [En línea]. Lima, Perú: El peruano, 2017. 10p. [Fecha de consulta 21 Julio 2017].

Disponible en:

<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

MINEM. Calidad de agua [En línea]. Lima: Perú, [s.f]. [Fecha de consulta 10 Octubre 2016].

Disponible en:

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20hidrocarburos/EIA/EIA%20LOTE%20138/VOL%20II%20LINEA%20BASE/COMPONENTE%20ABI%20C3%9>

MINSA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-S.A [En línea]. Lima, Perú: [s.n.] ,2011. 46p. [Fecha de consulta 6 Octubre 2016].

Disponible en:

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento\\_calidad\\_agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf)

N° 650-2014/MINSA. Resolución ministerial de la República del Perú [En línea]. Lima, Perú, 26 Agosto del 2014. [Fecha de consulta 6 Octubre 2016].

Disponible en:

<http://anepssaperu.pe/admin/upload/files/2%20-%20Directiva%20Sanitaria%20No.%20055-2014-MINSA%20-%20PAS.pdf>

OEFA, Instrumento básicos para la fiscalización ambiental [En línea]. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-02857, 2016. 29p. [Fecha de consulta 15 Octubre 2016].

Disponible en:

[https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13978](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978)

ORELLANA, Jorge, Unidad temática N°6 Tratamientos de aguas [en línea]. Universidad Tecnológica Nacional, Ingeniería Sanitaria, 2005. 123 p. [Fecha de consulta 15 Julio 2017].

Disponible en:

[https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing\\_sanitaria/Ingenieria\\_Sanitaria\\_A4\\_Capitulo\\_06\\_Tratamiento\\_de\\_Aguas.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf)

Planta de tratamiento de agua convencional (Potabilizadoras). *En*: base de datos SPENAGROUP. Web Master [En línea]. Perú: SPENAGROUP, 2017 [fecha de consulta: 15 de julio de 2017].

Disponible en:

<http://spenagroup.com/planta-tratamiento-convencional-potabilizadoras/>

Planta de tratamiento de agua potable PTAD. *En*: base de datos AGUASISTEC. Web Master [En línea]. Perú: AGUASISTEC, 2017 [fecha de consulta: 17 de julio de 2017].

Disponible en:

<http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>

Química General Y Tecnología. Volumetría de precipitación [En línea]. [S.l.], 2010. [Fecha de consulta 15 Octubre 2016].

Disponible en:

<http://ing.unne.edu.ar/pub/quimica/ab2/TP4.pdf>

QUIÑONES, Edgar, MOUTHON, Javier y BARBOSA, Liliana. Estudio del comportamiento, con relación a las propiedades texturales, de membranas hidrofílicas semipermeables en la remoción de sales. *Scientia Et Technica* [En línea]. Septiembre 2007, no.36. [Fecha de consulta: 20 octubre 2016].

Disponible en:

<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4943/2701>

ISSN 0122-1701

REISANCHO, Lidia. Implementación de sistema de validación de métodos fisicoquímicos para análisis: aceites y grasas, cloruros, fosforo total y nitratos en muestras de agua [En línea]. TITULO PROFESIONAL. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de ingeniería Química y Agroindustria, 2009. [Fecha de consulta: 20 de Noviembre 2016]

Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1793/1/CD-2379.pdf>

Retención de cloruros, bario y cromo en dos especies de Mangle *Avicennia Germinans* y *Rhizophora* Mangle desarrolladas en aguas de producción de la industria petrolera mediante la técnica la técnica de cultivo hidropónico por Jorge Grosso [et al]. CT&E – Ciencia, Tecnología Y Futuro [en línea]. Diciembre 2000, vol. 2, no. 1. [Fecha de consulta: 13 enero 2017].

Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5537791>

ISSN -e 0122-5383

ROS, Antonio. El agua. Calidad y contaminación [En Línea]. [S.l]: Mailxmail.com ,2011. [Fecha de consulta: 10 Noviembre 2016].Capitulo 11: Parámetros químicos de calidad de las aguas. Cloruros y Sulfatos.

Disponible en:

<http://www.mailxmail.com/curso-agua-calidad-contaminacion-1-2/parametros-quimicos-calidad-aguas-cloruros-sulfatos>

RUJAIMES Cruzata, Manuel. Determinación de iones nitrato, cloruro y cianuro en aguas naturales y residuales empleando electrodos selectivos [En línea]. Trabajo de Diploma. Santa Clara, Cuba: Universidad Central “Martha Abreli “de las Villas, Facultad de Química –Farmacia, 2016.130p. [Fecha de consulta: 16 Septiembre 2016]

Disponible en:

[http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6483/Tesis%20de%20Rujaimes%20Cruzata%20Manuel\\_\\_Versi%C3%B3n%20final%20ok.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6483/Tesis%20de%20Rujaimes%20Cruzata%20Manuel__Versi%C3%B3n%20final%20ok.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SHANMUGASUNDARAM, Mr.M. y SUDALAIMANI, Dr.K. A study on natural adsorbents for the removal of chloride ion in water. *Revista Internacional de Investigación en Ingeniería y Tecnología* [En línea]. Vol.1, no 5 ,2012. [Fecha de consulta: 7 Noviembre 2016].

Disponible en:

<https://www.ijert.org/view-pdf/503/a-study-on-natural-adsorbents-for-the-removal-of-chloride-ion-in->

SOSA, R. y CARBALLO, S. Caracterización agronómica del agua de riego del Campo agrícola experimental de la universidad Autónoma de baja california sur [En línea]. La Paz, México: Universidad Autónoma De Baja California Sur, 2010. . [Fecha de consulta: 7 Noviembre 2016].

Disponible en:

<http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE%202339.pdf>

VICTOR, María, OCHANDO, Javier y al etc., Efecto del pH en la adsorción de cloruro en Amberlite IRA-67 para la depuración de agua residual pretratada procedente de almazaras [En línea].Sevilla, España: Universidad de Pablo de Olavide, 2015. [Fecha de consulta: 12 Noviembre 2016].

Disponible en:

<http://www.aguasresiduales.info/revista/articulos/efecto-del-ph-en-la-adsorcion-de-cloruro-en-amberlite-ira-67-para-la-depuracion-de-agua-residual-pretratada-procedente-de-almazaras>

VISITACION Figueroa, Lizardo y DE LA CADENA, Michael . Informe de resultados de segunda campaña de monitoreo de agua superficial y subterránea marzo abril 2014 validación de línea base ambiental de agua superficial época húmeda [en línea]. Proyecto. Moquegua, Perú: PRONATURALEZA – Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, 2014.121p. [Fecha de consulta: 25 Octubre 2016].

Disponible en:

[http://regionmoquegua.gob.pe/transparencia/Mesadedialogo/Info\\_de\\_res\\_y\\_val\\_2da\\_cam\\_MAP.pdf](http://regionmoquegua.gob.pe/transparencia/Mesadedialogo/Info_de_res_y_val_2da_cam_MAP.pdf)

ZAMORANO G, H. Determinar la precisión y exactitud de los análisis fisicoquímicos de aguas [En línea]. Sonoro, México: Instituto Tecnológico de sonoro, 2006. [Fecha de consulta: 15 Noviembre 2016].

Disponible en: [http://biblioteca.itson.mx/dac\\_new/tesis/80\\_helga\\_garcia.pdf](http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/80_helga_garcia.pdf)

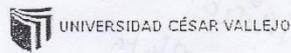
ZHEN Wu, Bi Yun .Calidad físico-químico y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curunbande, Guanacasteño hidrológico 2007-2008 [En línea]. (Magister en Química). Universidad Estatal a distancia, 2009. [Fecha de consulta: 15 Noviembre 2016].

Disponible en:

[http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2012/06/Tesis\\_BiYun\\_Zhen.pdf](http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2012/06/Tesis_BiYun_Zhen.pdf)

# ANEXOS

## Anexo I: Validación de Instrumento



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valdivia Gonzales Lazo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Investigación
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Cecilia Castillo Tzetz

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 2016

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No... 903225 Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: FARJE JURADO CINTHYA  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV - ING. AMBIENTAL  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Investigación  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Cecilia Castillo Ivett

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 2016

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 40336082 Telf: .....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Varonica Fallo Mandujal  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Directora - Ing. Ambiental  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Cooperca Castillo Ivett

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 2016

Varonica Fallo Mandujal  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf.:.....

**Anexo II: Instrumento de Investigación**

FICHA DE INVESTIGACION						
Alumna: Ccoicca Castillo Ivett						
Asesora: Mg Ing. Suarez Alvites , Haydee						
TEMA: "Eficiencia de un proceso de adsorción en Amberlita expuesto a diferentes magnitudes de pH y concentración de cloruros como alternativa a tratamiento de agua que transporta altas concentraciones de cloruros"						
N° de muestra	Hora	pH	Volumen de agua (L)	Concentración inicial de cloruros (Cl-) mg/L	Cantidad de Amberlita (gr)	Concentración final de cloruros (Cl-) mg/L

*[Signature]*  
 Lorena Blandino  
 CIP 77038

*[Signature]*  
 CINTHYA FARSE J  
 CIP: 143463

*[Signature]*  
 Veronica Tello Mendivil  
 CIP 98633

Anexo III: Matriz de consistencia

Tabla N°14 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJECTIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA
<p><b>P.G:</b> ¿Cuánto es la eficiencia del proceso de adsorción de cloruros usando Resinas Sintéticas - Aluminio expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros?</p>	<p><b>O.G:</b> Cuantificar la eficiencia del proceso de adsorción de cloruros en las resinas sintéticas- Aluminio expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros.</p>	<p><b>HG:</b> H<sub>0</sub>: El proceso de adsorción de cloruros usando resinas sintéticas - aluminio no es eficiente expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros.  H<sub>1</sub>: El proceso</p>	<p><b>V.D</b> Eficiencia del proceso de absorción usando resinas sintéticas- aluminio</p>	<p>El proceso de adsorción consiste que el soluto y el adsorbente se atraen por fuerzas (GONSALEZ, 2010).El uso de resinas sintéticas consiste en pasar el fluido sobre un intercambiador catiónico y/o aniónico sólido, reemplazando los cationes y/o aniones por el ion hidrógeno (H+) y/o el ion hidroxilo (OH-)</p>	<p>La eficiencia del proceso de adsorción se calcula conociendo las concentraciones de cloruros antes y después de poner en contacto el agua con las resinas sintéticas- aluminio, donde las masas son 20gr R. Catiónica ,20gr R.Anionica y 10gr Aluminio.</p>	<p>Eficiencia</p> <p>Cloruros</p> <p>Resina sintética- Aluminio</p>	<p>[(Cloruro Inicial –Cloruro final) / cloruro inicial] * 100</p> <p>Concentración inicial de cloruros mg/L.</p> <p>Concentración final de cloruros mg/L.</p> <p>ECA de cloruros en el agua.</p> <p>10gr de aluminio</p> <p>20gr de resina catiónica</p>	<p>Razón</p>	<p><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel:</b> Experimental</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental</p>

		de adsorción de cloruros usando resinas sintéticas - aluminio es eficiente expuesta a diferentes magnitudes de pH y concentraciones de cloruros.		respectivamente (citado en Manahan, 2007 por, GILARRANZ, 2006).			20gr de resina aniónica.		
<b>P.E.1</b> Determinar la concentración de cloruros y pH en aguas superficiales en relación al ECA categoría A1.	<b>O.E.1 :</b> Determinar la concentración de cloruros y pH en aguas superficiales en relación al estándar de calidad ambiental.	<b>H.E.1:</b> H <sub>0</sub> : La concentración de cloruros y pH en aguas superficiales es no sobrepasa los estándares de calidad ambiental.	<b>V.I</b> Magnitud de pH	El Agua (H <sub>2</sub> O), tiene iones libres de Hidrogeno. Ese conjunto de iones tiene una concentración muy baja, y para caracterizarlo se usa el término de pH determinado por $-\log$	La concentración de cloruros en el agua es medida antes de ponerse en contacto con las resinas sintéticas- Aluminio, usando la cromatografía iónica y donde los niveles se	pH  Cloruros	pH mayor a 7 básico en el agua pH menor a 7 ácido en el agua  Cloruros (mg/L) sobre el ECA	Razón	<b>Enfoque</b> Cuantitativo  <b>Nivel:</b> Experimental  <b>Diseño:</b> Experimental

		H <sub>1</sub> : La concentración de cloruros y pH en aguas superficiales sobrepasan los estándares de calidad ambiental		[concentración de H <sup>+</sup> ]. El pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia (GONZALEZ, 2011).	trabajan en 289 a 689mg/L de cloruros				
<b>P.E.2</b> ¿El uso de resinas sintéticas – Aluminio reducen la concentración de cloruros por debajo del ECA categoría A1?	<b>O.E.2 :</b> Determinar la reducción usando resinas sintéticas - Aluminio para reducir la concentración de cloruros por debajo del ECA categoría A1.	<b>H.E: 2</b> H <sub>0</sub> Las resinas sintéticas-aluminio no reducen la concentración de cloruros por debajo del ECA categoría A1.	<b>VI</b> Diferentes Concentraciones de cloruros	El ion cloruro es uno aniones más abundantes presentes en el agua, esto se atribuye a la alta solubilidad de las sales en los recursos de agua. En altas concentraciones, el cloruro imparte sabor salino al agua. (SEVERRICHE,	La concentración de cloruros en el agua es medida antes de ponerse en contacto con las resinas sintéticas-Aluminio, usando la cromatografía iónica y donde los niveles se trabajan en 289 a 689mg/L	Cloruros	Cloruros (mg/L) por debajo del ECA		<b>Enfoque</b> Cuantitativo  <b>Nivel:</b> Experimental  <b>Diseño:</b> Experimental

		H <sub>1</sub> Las resinas sintéticas-aluminio reducen la concentración cloruros por debajo al LMP.		CASTILLO Y ACEVEDO,2013)	de cloruros				
--	--	--	--	--------------------------	-------------	--	--	--	--

Fuente: Propia, 2017

## Anexo IV: Estándares de Calidad Ambiental categoría 1

### Categoría 1: Poblacional y Recreacional

#### Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico

Fuente: MINAM, 2017

Figura N°08 Estándar de calidad ambiental para categoría A1

**Anexo V: Estándar de calidad ambiental categoría 3**

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	100		100

Fuente MINAM, 2017

Figura N°09 Estándar de calidad ambiental de agua para categoría 3

## ANEXO VI : CALCULOS PARA LA REGRESION DEL MODELO

$$X := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=0}^{11} x_{1i} & \sum_{i=0}^{11} x_{2i} & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i})^2 & \sum_{i=0}^{11} (x_{2i})^2 & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i} \cdot x_{2i}) \\ \sum_{i=0}^{11} x_{1i} & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i})^2 & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i})^3 & \sum_{i=0}^{11} [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] \\ \sum_{i=0}^{11} x_{2i} & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_{i=0}^{11} (x_{2i})^2 & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_{i=0}^{11} (x_{2i})^3 & \sum_{i=0}^{11} [x_{1i} \cdot (x_{2i})] \\ \sum_{i=0}^{11} (x_{1i})^2 & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i})^3 & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i})^4 & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] \\ \sum_{i=0}^{11} (x_{2i})^2 & \sum_{i=0}^{11} [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_{i=0}^{11} (x_{2i})^3 & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] & \sum_{i=0}^{11} (x_{2i})^4 & \sum_{i=0}^{11} [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] \\ \sum_{i=0}^{11} (x_{1i} \cdot x_{2i}) & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot x_{2i}] & \sum_{i=0}^{11} [x_{1i} \cdot (x_{2i})^2] & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^3 \cdot x_{2i}] & \sum_{i=0}^{11} [x_{1i} \cdot (x_{2i})^3] & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot (x_{2i})^2] \end{bmatrix}$$

$$y := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{11} Y_i & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i} \cdot Y_i) & \sum_{i=0}^{11} (x_{2i} \cdot Y_i) & \sum_{i=0}^{11} [(x_{1i})^2 \cdot Y_i] & \sum_{i=0}^{11} [(x_{2i})^2 \cdot Y_i] & \sum_{i=0}^{11} (x_{1i} \cdot x_{2i} \cdot Y_i) \end{bmatrix}$$

$$\beta := X^{-1} \cdot y^T$$

$$\beta = \begin{pmatrix} 40.779 \\ -0.066 \\ -5.907 \\ 7.372 \times 10^{-5} \\ 0.342 \\ 6.641 \times 10^{-7} \end{pmatrix}$$

## ANEXO VII: CALCULOS PARA EL ANALISIS DE VARIANZA

### 1. Suma de los errores de la regresión elevado al cuadrado

$$SS_{reg} := \sum_{i=0}^{11} \left( y_{teorico_i} - \text{mean}(Y) \right)^2 = 37.712$$

### 2. Suma total de los errores al cuadrado

$$SST := \sum_{i=0}^{11} \left( Y_i - \text{mean}(Y) \right)^2 = 53.987$$

### 3. Suma de los cuadrados de los errores experimentales

$$SSE := SST - SS_{reg} = 16.274$$

### 4. Medio de los Cuadrados

$$\frac{SS_{reg}}{6 - 1} = 7.542$$

$$\frac{SSE}{12 - 6} = 2.712$$

### 5. Razón de Fisher

$$\frac{SS_{reg}/(m-1)}{SSE/(n-m)}$$

$$\frac{7.542}{2.712} = 2.781$$

### 6. Probabilidad

$$qF(\alpha, m-1, n-m)$$

$$qF(0.05, 5, 12) = 0.214$$

### 7. Coeficiente de Correlación

$$\text{Coeficiente de C.} = \frac{SS_{reg}}{SST}$$
$$0.702$$

Siendo el 70% de los puntos de experimentos están bien representados por la regresión.

## ANEXO VIII: PROCEDIMIENTO DEL EXPERIMENTO

1<sup>er</sup> Paso Se empezó a colocar los 3 tubos de PVC en el soporte universal, la cual estuvo reforzada con cinta aislante, para evitar que se caigan los tubos de PVC.



Fuente: Propia, 2017

Figura N°10: Los 3 tubos de PVC son colocados en el soporte universal

2<sup>do</sup> Paso: Se colocó el vaso precipitado que contiene viruta de aluminio, en el horno eléctrico a una temperatura de 70 °C



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 11 Colocación de viruta de Aluminio en el horno eléctrico a 70 °C

3<sup>er</sup> Paso: Se pesó 10 gr de aluminio en la balanza eléctrica



Fuente: Propia, 2017

Figura N°12: Los 10gr de la viruta de aluminio

4<sup>To</sup> Paso: Se pesó 20gr de resina catiónica en la balanza eléctrica



Fuente: Propia, 2017

Figura N°13: Los 20gr de Resina Catiónica

5<sup>o</sup> Paso: Se pesó 20gr de resina Aniónica en la balanza eléctrica



Fuente: Propia ,2017

Figura N° 14: Los 20gr de Resina Aniónica

6<sup>o</sup> Paso: Se procedió a colocar el aluminio, resina catiónica y la resina aniónica individualmente en cada tubo de PVC.



Fuente: Propia, 2017

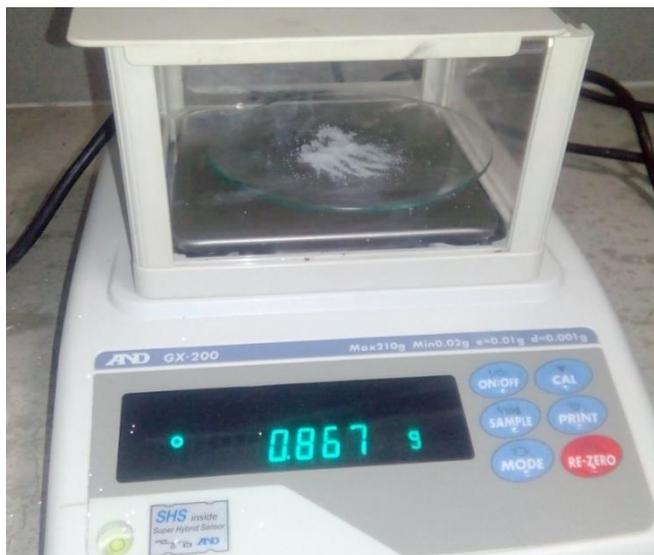
Figura N° 15: Cada material en su tubo de PVC respectivo

7<sup>mo</sup> Paso: Se pesó 0.506 gr de cloruro de sodio en la balanza eléctrica.



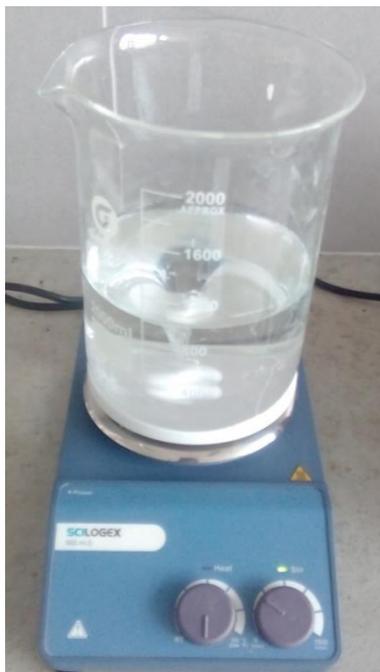
Fuente: Propia, 2017  
Figura N° 16 Masa de 0.50gr de NaC

8<sup>vo</sup> Paso: Se pesó 0.867 gr de cloruro de sodio en la balanza eléctrica.



Fuente: Propia, 2017  
Figura N° 17 Masa de 0.867 gr de NaCl

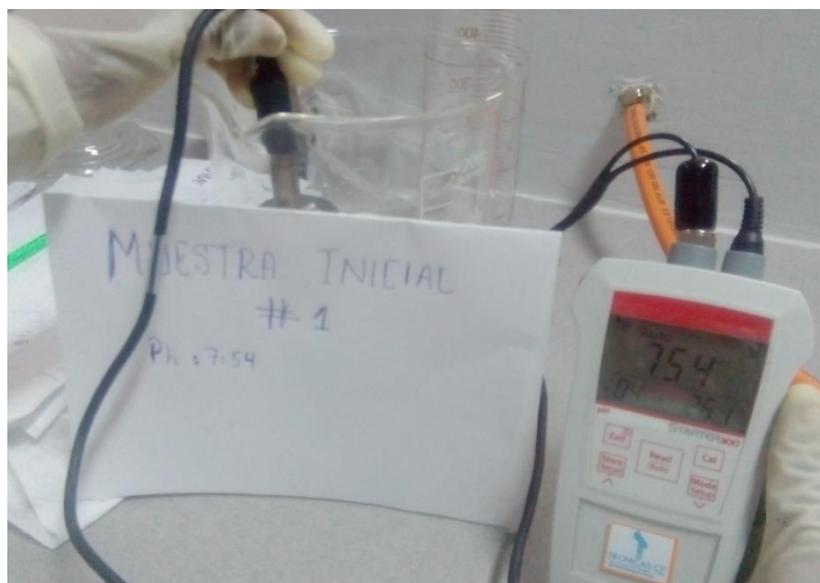
9<sup>no</sup> Paso: En el vaso precipitado de 2000mL se le agrego un 1L agua destilada + 0.506 gr de cloruros de sodio, para homogenizar la muestra de agua se colocó el vaso precipitado en el agitador magnético.



Fuente: Propia, 2017

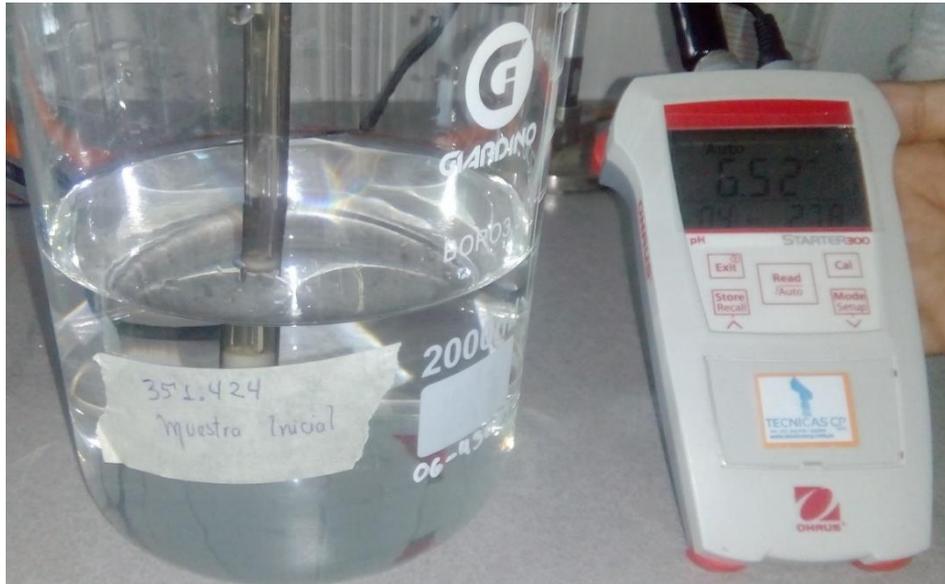
Figura N° 18 Homogenización de la muestra

10<sup>mo</sup> Paso: Se procede a Medir el pH en la muestra de agua N° 1,2 y 3 donde sus concentraciones de cloruros son 514.074, 351.424 y 657.89mg/L CL



Fuente: Propia ,2017

Figura N°19: pH de 7.5 en la muestra de agua N° 1



Fuente: Propia, 2017

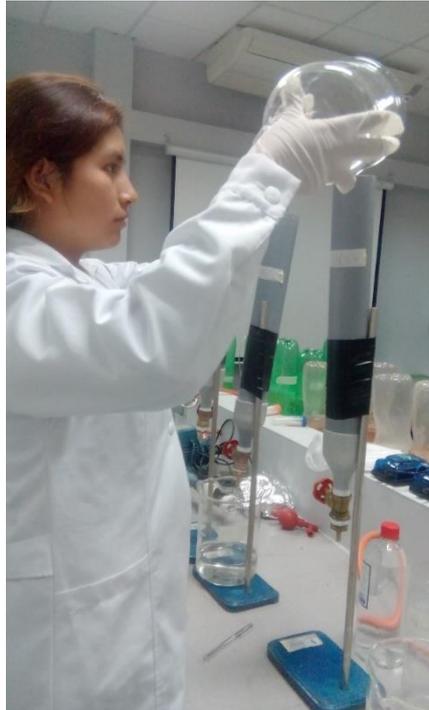
Figura N° 20: pH de 6.5 en la muestra de agua N°2



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 21: pH de 8.5 en la muestra de agua N° 3

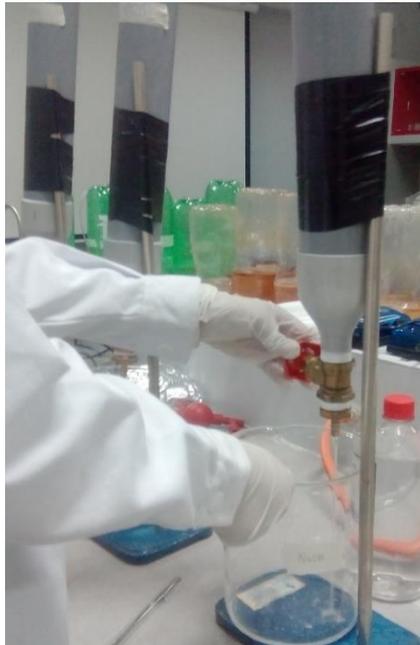
11<sup>vo</sup> Paso: Se vierte la muestra inicial en los tubos de PVC



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 22: Vertimiento de la muestra de agua

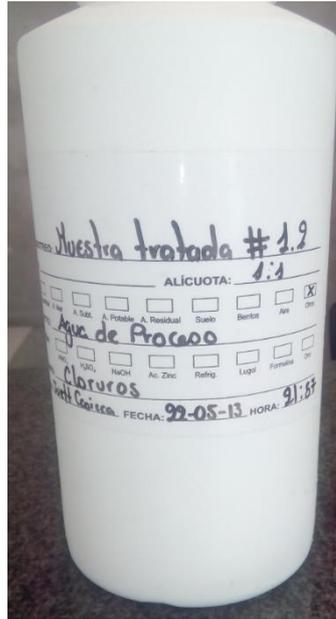
12<sup>vo</sup> Paso Se abre la llave de paso para que la muestra empieza a filtrar, todo el proceso se mantuvo durante 1 hora.



Fuente: Propia ,2017

Figura N° 23: Filtración de la muestra de agua

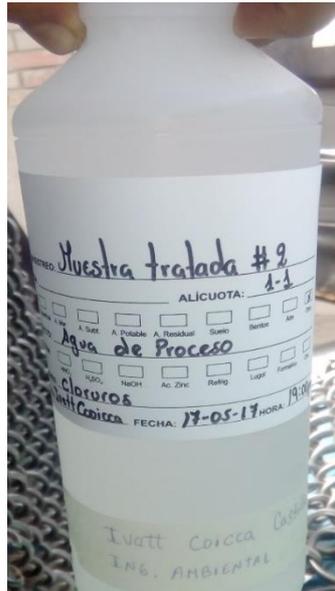
13<sup>vo</sup> Paso: Se recolecto la muestra tratada en un envase de Plástico 1L, para su posterior análisis de cloruros en el laboratorio TYPASA.



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 24 Muestra tratada # 1.2

14<sup>vo</sup> Paso: Se recolecta la muestra tratada N° 2 en un envase de plástico 1L, para su posterior análisis en el laboratorio TYPASA.



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 25 Muestra tratada # 2

15<sup>vo</sup> Paso Se recolecta la muestra tratada N° 3 en un envase de plástico 1L para su posterior análisis de cloruros en el laboratorio TYP SA



Fuente: Propia, 2017

Figura N°26 Muestra Tratada #3

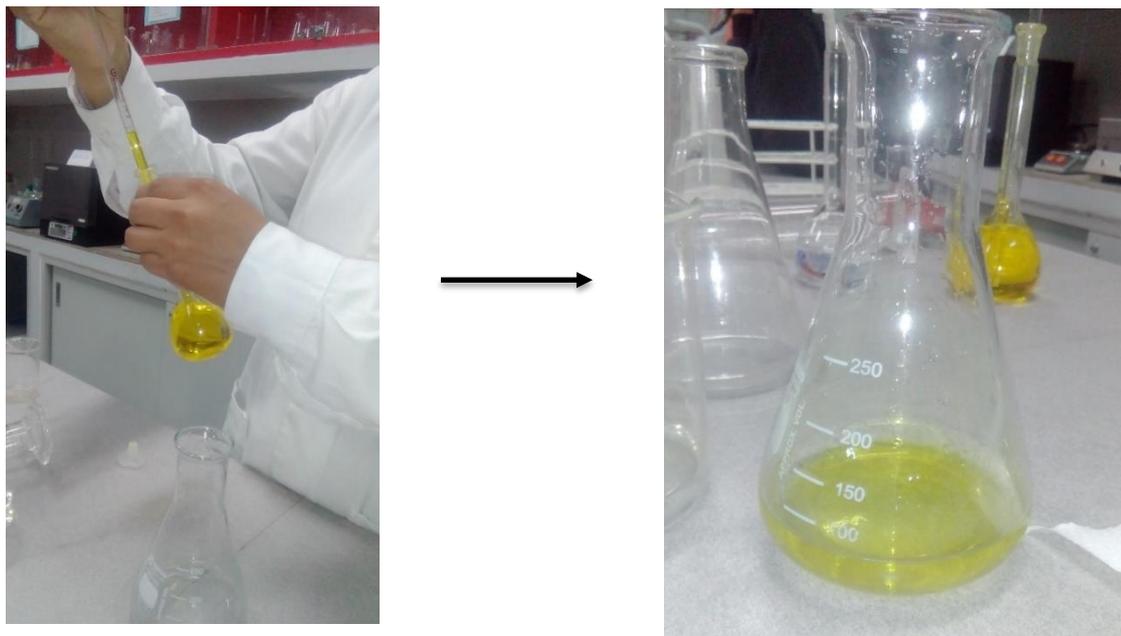
16<sup>vo</sup> Paso: Se realizó el método volumétrico usando Cromato de potasio y nitrato de plata en las 3 muestras adicionales.



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 27: Reactivos para la titulación de cloruros.

Se analizó la muestra #10 en la cual se vertió 10ml de muestra en el matraz, se le agregó 50ml de agua destilada y 1ml de cromato de potasio.



Fuente: Propia

Figura N°28: Vertimiento del Indicador de cromato de potasio en la muestra

Se empieza a titular con nitrato de plata hasta que la muestra se torne a un color rojizo-anaranjado.



Fuente: Propia, 2017

Figura N° 29 Titulación de nitrato de plata en la muestra de agua.

## ANEXO IX: Resultados de la Ficha de investigación

Tabla N°15 Resultado de la tabla de Investigación

Numero de muestra	Hora	pH	Volumen de Agua (L)	Concentración Inicial de cloruros (Cl-) mg/L	Aluminio (gr)	Cantidad de (Resina Sintética)		Concentración Final de cloruros (Cl-) mg/L
						Resina catiónica (gr)	Resina Aniónica (gr)	
1	7:10 pm	7.5	1	514.074	10	20	20	0.860
1.1	1:25 pm	7.5	1	514.04	10	20	20	0.860
1.2	9:57pm	7.5	1	514.04	10	20	20	<0.287
1.3	9:57pm	7.5	1	514.04	10	20	20	<0.287
2	10:20 pm	6.5	1	351.424	10	20	20	5.428
3	7:00pm	8.5	1	657.89	10	20	20	2.531
4	2:21 pm	8.5	1	326.125	10	20	20	1.491
5	1:19 pm	6.5	1	624.806	10	20	20	4.998
6	7:55pm	4.4	1	497.746	10	20	20	5.928
7	1:48pm	10.6	1	479.584	10	20	20	2.471
8	9:27 pm	7.5	1	289.254	10	20	20	0.860
9	10:28pm	7.5	1	689.251	10	20	20	5.614

Fuente: Propia, 2017

# ANEXO X: Resultados del laboratorio TYP SA



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-099**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE - 099

---

**INFORME DE ENSAYO N° 000006727**

CLIENTE:	CCOICCA CASTILLO IVETT
DOMICILIO LEGAL:	Mz. Y Lote. 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )
REFERENCIA CLIENTE:	Muestra inicial - 1
CÓDIGO TYP SA:	000006123
MATRIZ:	Agua de proceso. Agua purificada
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:	Tomada por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:	
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:	
FECHA DE TOMA:	17/05/2017 07:10:00 p.m.
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/05/2017
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	18/05/2017 - 22/05/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	514.074	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 22 de mayo de 2017



**Fdo. Vanessa León Legua**  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**  
 NOTA:  
 Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYP SA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
 LABORATORIO TYP SA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9783 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)  
 MC2301-1 1/1

Fuente: Propia, 2017  
 Figura N°30 Muestra inicial 1

**INFORME DE ENSAYO N° 000006796**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA TRATADA # 1  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006164  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 18/05/2017 09:10:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 20/05/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 20/05/2017 - 23/05/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg C/L	0.860	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 23 de mayo de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-8736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°31 Muestra tratada 1

**INFORME DE ENSAYO N° 000006797**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA TRATADA # 1.1  
**CÓDIGO TYP SA:** 000006195  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L. de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 21/05/2017 01:25:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 22/05/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 22/05/2017 - 23/05/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	0.860	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 23 de mayo de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
 Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
 CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYP SA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYP SA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 268. Callao. Telf 511-711-9738/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
 Figura N°32 Muestra tratada 1.1

**INFORME DE ENSAYO N° 000006798**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA TRATADA # 1.2  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006214  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 22/05/2017 09:57:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 23/05/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 23/05/2017 - 23/05/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	< 0.287	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 23 de mayo de 2017



Fdo. Valhessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia  
CQP N° 927

: Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
 Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

TA:  
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo  
 de conservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°33 Muestra tratada 1.2

**INFORME DE ENSAYO N° 000006595**

CLIENTE: CCOICCA CASTILLO IVETT  
DOMICILIO LEGAL: Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
REFERENCIA CLIENTE: MUESTRA INICIAL # 2  
CÓDIGO TYPSA: 000005949  
MATRIZ: Agua de proceso. Agua purificada  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 11/05/2017 10:20:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/05/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/05/2017 - 17/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	351.424	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 17 de mayo de 2017



Fdc. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia  
CQP N° 927

: Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

ITA:  
Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo  
pericibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°34 Muestra Inicial 2

**INFORME DE ENSAYO N° 000006728**

CLIENTE: CCOICCA CASTILLO IVETT  
DOMICILIO LEGAL: Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
REFERENCIA CLIENTE: Muestra Tratada - 2  
CÓDIGO TYPSA: 000006124  
MATRIZ: Agua de proceso. Agua purificada  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 17/05/2017 07:00:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 18/05/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 18/05/2017 - 22/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	5.248	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 22 de mayo de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

DTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de conservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

BORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telef 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°35 Muestra tratada 2

**INFORME DE ENSAYO N° 00006770**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote. 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA INICIAL # 3  
**CÓDIGO TYPESA:** 000006142  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 18/05/2017 07:00:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 19/05/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 19/05/2017 - 23/05/2017

**RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	657.829	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 23 de mayo de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
 Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
 CQP N° 927

Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
 Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

TA:  
 Es prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de conservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typesa.com](mailto:labperu@typesa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
 Figura N°36 Muestra Inicial 3

**INFORME DE ENSAYO N° 00006771**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA TRATADA # 3  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006143  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 18/05/2017 08:00:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 19/05/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 19/05/2017 - 23/05/2017

**RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	2.531	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 23 de mayo de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°37 Muestra tratada 3

**INFORME DE ENSAYO N° 000007043**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote. 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** Muestra Inicial # 4  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006382  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 31/05/2017 06:49:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 01/06/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 01/06/2017 - 06/06/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	326.125	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 6 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

OTA:

está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-8736/711-8753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°38 Muestra Inicial 4

**INFORME DE ENSAYO N° 000007167**

CLIENTE: CCOICCA CASTILLO IVETT  
 DOMICILIO LEGAL: Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
 REFERENCIA CLIENTE: MUESTRA TRATADA # 4  
 CÓDIGO TYPSA: 000006483  
 MATRIZ: Agua de proceso. Agua purificada  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
 CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
 FECHA DE TOMA: 03/06/2017 02:21:00 p.m.  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 05/06/2017  
 FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/06/2017 - 09/06/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	1.491	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 9 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
 Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia  
 CQP N° 927

..C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
 \*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:  
 Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
 LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000007087**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA INICIAL # 6  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006424  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L. de Muestra (Agua de Proceso ).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 02/06/2017 09:10:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 03/06/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 03/06/2017 - 07/06/2017

**RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	497.746	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 7 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
 Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
 CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de percibibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°40 Muestra Inicial 6

**INFORME DE ENSAYO N° 00007171**

CLIENTE: CCOICCA CASTILLO IVETT  
DOMICILIO LEGAL: Mz. Y Lote 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
REFERENCIA CLIENTE: MUESTRA TRATADA # 6  
CÓDIGO TYPSA: 00006526  
MATRIZ: Agua de proceso. Agua purificada  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 05/06/2017 07:55:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 06/06/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 06/06/2017 - 09/06/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	5.928	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 9 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

..C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°41 Muestra Tratada 6

**INFORME DE ENSAYO N° 000007088**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA INICIAL # 7  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006425  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 02/06/2017 08:35:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 03/06/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 03/06/2017 - 07/06/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	479.584	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 7 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
} Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

**NOTA:**  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
**LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)**

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°42 Muestra Inicial 7

**INFORME DE ENSAYO N° 000007169**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote. 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA TRATADA # 7  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006485  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 04/06/2017 01:48:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 05/06/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 05/06/2017 - 09/06/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	2.471	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 9 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia  
CQP N° 927

.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao. C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°43 Muestra Tratada 7

**INFORME DE ENSAYO N° 000007170**

CLIENTE: CCOICCA CASTILLO IVETT  
DOMICILIO LEGAL: Mz. Y Lote.18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
REFERENCIA CLIENTE: MUESTRA INICIAL # 8  
CÓDIGO TYPSA: 000006486  
MATRIZ: Agua de proceso. Agua purificada  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1 L. de Muestra (Agua de Proceso).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 03/06/2017 03:29:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 05/06/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 05/06/2017 - 09/06/2017

**RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	289.254	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 9 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

**INFORME DE ENSAYO N° 000007173**

**CLIENTE:** CCOICCA CASTILLO IVETT  
**DOMICILIO LEGAL:** Mz. Y Lote. 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
**REFERENCIA CLIENTE:** MUESTRA TRATADA # 8  
**CÓDIGO TYPSA:** 000006540  
**MATRIZ:** Agua de proceso. Agua purificada  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** Tomada por el cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:**  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:**  
**FECHA DE TOMA:** 06/06/2017 09:27:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 07/06/2017  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 07/06/2017 - 09/06/2017

**RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	0.860	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 9 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

OTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°45 Muestra Tratada 8

**INFORME DE ENSAYO N° 000007090**

CLIENTE: CCOICCA CASTILLO IVETT  
DOMICILIO LEGAL: Mz. Y Lote 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
REFERENCIA CLIENTE: MUESTRA INICIAL # 9  
CÓDIGO TYPSA: 000006427  
MATRIZ: Agua de proceso. Agua purificada  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 02/06/2017 08:38:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 03/06/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 03/06/2017 - 07/06/2017

RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	689.251	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 7 de junio de 2017



Fdc. Valhessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao. C/ Delta, 269. Callao. Tel 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

1/1

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°46 Muestra Inicial 9

**INFORME DE ENSAYO N° 000007172**

CLIENTE: CCOICCA CASTILLO IVETT  
DOMICILIO LEGAL: Mz. Y Lote 18 Lomas de Zapallal (alt. del paradero fundición) Lima-Lima-Puente P ( )  
REFERENCIA CLIENTE: MUESTRA TRATADA # 9  
CÓDIGO TYPSA: 000006527  
MATRIZ: Agua de proceso. Agua purificada  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aproximadamente 1 L de Muestra (Agua de Proceso).  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: Tomada por el cliente  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:  
FECHA DE TOMA: 05/06/2017 10:28:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 06/06/2017  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 06/06/2017 - 09/06/2017

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	5.614	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287

Callao, 9 de junio de 2017



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao. C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9738/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

Fuente: Propia, 2017  
Figura N°47 Muestra Tratada 9

## ANEXO XI: Resultados del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo



ALUMNA: Ivett Ccoicca Castillo

ASESORA: Mg. Ing. Haydee Suarez Alvites

PROFESOR DE LABORATORIO: Qco. Alexander Quintana Paetán

APOYO TECNICO:

- Hitler Román Pérez

TESIS:

"EFICIENCIA DEL PROCESO DE ADSORCION USANDO RESINAS SINTÉTICAS -ALUMINIO EXPUESTO A DIFERENTES MAGNITUDES DE pH Y CONCENTRACION DE CLORUROS COMO ALTERNATIVA A TRATAMIENTO DE AGUA QUE TRANSPORTA ALTAS CONCENTRACIONES DE CLORUROS"

### MATERIALES

- Vaso precipitado 2000mL
- Pipeta - Propipeta
- Espátula
- Bureta
- Soporte Universal
- Vaso Precipitado 100mL
- Fiola 100mL
- Matraz 250mL
- Luna de Reloj
- Probeta 1000mL

### EQUIPOS

- Balanza Analítica
- Phmetro
- Agitador Magnético
- Horno eléctrico
- Desecador

ENSAYOS: CONCENTRACION DE CLORUROS /ANALISIS VOLUMETRICO/ MEDICIÓN DE pH

- PESOS DE CLORUROS DE SODIO - VOLUMEN DE AGUA-MEDICION DE pH

N° DE MUESTRA	VOLUMEN (mL)	MASA (gr)	pH
Muestra# 1	1000	0,86	7.5
Muestra# 1.1	1000	0,86	7.5
Muestra# 1.2	1000	0,86	7.5
Muestra# 1.3	1000	0,86	7.5
Muestra# 2	1000	0,57	6.5
Muestra# 3	1000	1,22	8.5
Muestra# 4	1000	0,57	8.5
Muestra# 5	1000	1,22	6.5
Muestra# 6	1000	0,86	4.4

Muestra# 7	1000	0,86	10.6
Muestra# 8	1000	0,501	7.5
Muestra# 9	1000	1,288	7.5
Muestra# 10	1000	0,86	7.5
Muestra# 11	1000	0,86	7.5
Muestra# 12	1000	0,86	7.5

• ANALISIS DE CLORUROS

N° DE MUESTRA	ANALISIS	CONCENTRACION INICIAL (mg/L)	CONCENTRACION FINAL (mg/L)
Muestra #5	METODO VOLUMETRICO	624.806	4.998
Muestra#10	METODO VOLUMETRICO	529.83	472.35
Muestra#11	METODO VOLUMETRICO	572.35	157.45
Muestra#12	METODO VOLUMETRICO	609.81	599.814

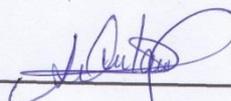
❖ ANÁLISIS VOLUMÉTRICO

- Indicador Cromato de Potasio  $K_2CrO_4$
- Valoración Nitrato de plata  $AgNO_3$




---

Hitler Román Pérez  
Encargado de laboratorio




---

Qco. Alexander Quintana Paetán  
Profesor de Laboratorio

Fuente: Propia, 2017

Figura N°48 Ensayo de Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo