



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

“ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA REDUCIR FLUORUROS EN AGUAS DE CONSUMO”

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: ISRAEL SANTIAGO RODRÍGUEZ MALES

DIRECTOR: Dr. FABIAN ERNESTO ARIAS ARIAS

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Israel Santiago Rodríguez Males

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo Israel Santiago Rodríguez Males soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Yo, Israel Santiago Rodríguez Males, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de marzo de 2020

Israel Santiago Rodríguez Males
230064155-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico: **ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CARBÓN ACTIVO A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA LA REDUCCIÓN DE FLUORUROS EN AGUAS DE CONSUMO**, realizado por el señor **ISRAEL SANTIAGO RODRÍGUEZ MALES**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal de trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos y legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Dr. Edmundo Caluña Sánchez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

_____ 2020/07/14 _____

Dr. Fabián Arias Arias

DIRECTOR DEL TRABAJO

DE TITULACIÓN

_____ 2020/07/14 _____

Ing. Juan Carlos González

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

_____ 2020/07/14 _____

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en el proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que hoy soy. Es un orgullo y un privilegio ser su hijo.

A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo incondicional que me brindó a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mis amigos, por acompañarme y ayudarme a salir adelante durante mi formación profesional, amistad que perdurará más allá del tiempo y la distancia.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que han contribuido al proceso y conclusión de este trabajo. En primer lugar, quiero agradecer a Dr. Fabián Arias, director de esta tesis, él fue el primero que creyó en este proyecto, me apoyó de manera profesional e institucional, y me alentó para que concluyera esta investigación.

Doy gracias a Dios por permitirme tener tan grata experiencia dentro de mi Politécnica, gracias a la ESPOCH por convertirme en un profesional, en la carrera que tanto me apasiona, gracias a cada maestro que fue parte integral de mi formación.

Agradezco infinitamente a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto que me planteo, y por permitirme culminar con excelencia el desarrollo de este proyecto de titulación.

Este es un momento muy especial, que espero perdure en el tiempo, no solo en la mente de las personas que agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para revisar mi proyecto de titulación, les agradezco infinitamente.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xviii
TABLA DE ANEXOS.....	xx
RESUMEN	xxi
SUMMARY	xxii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1.	Planteamiento del Problema	3
1.1.1.	<i>Formulación del Problema</i>	4
1.1.2.	<i>Delimitación del Problema</i>	4
1.1.2.1.	<i>Delimitación Geográfica</i>	4
1.2.	Justificación	5
1.2.1.	<i>Justificación Teórica</i>	5
1.2.2.	<i>Justificación Práctica</i>	5
1.2.3.	<i>Justificación Metodológica</i>	6
1.3.	Objetivos	6
1.3.1.	<i>Objetivo General</i>	6

1.3.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	6
--------	------------------------------------	---

CAPITULO II

2.	REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	8
2.1.	Antecedentes	8
2.2.	Residuos Agroindustriales	8
2.2.1.	<i>Residuos lignocelulósicos</i>	9
2.2.2.	<i>Yuyo de papa</i>	10
2.3.	Carbón Activo	10
2.3.1.	<i>Propiedades del Carbón Activo</i>	11
2.3.2.	<i>Características físico-químicas</i>	11
2.3.2.1.	<i>Composición química</i>	11
2.3.2.2.	<i>Estructura física</i>	12
2.3.3.	<i>Procesos de activación</i>	13
2.3.3.1.	<i>Activación Térmica</i>	13
2.3.3.2.	<i>Activación Química</i>	16
2.3.4.	<i>Aplicaciones del carbón activo</i>	17
2.3.4.1.	<i>Aplicaciones del carbón activo en soluciones acuosas: purificación de aguas</i>	18
2.4.	Adsorción	18
2.4.1.	<i>Equilibrio de adsorción</i>	20
2.4.1.1.	<i>Isoterma de Freundlich</i>	20
2.4.1.2.	<i>Isoterma de Langmuir</i>	20

2.4.2.	<i>Cinética Química</i>	22
2.4.2.1.	<i>Ley de rapidez</i>	22
2.4.2.2.	<i>Reacciones de pseudo-primer orden</i>	22
2.4.2.3.	<i>Reacciones de pseudo-segundo orden</i>	23
2.4.3.	<i>Adsorción en soluciones acuosas</i>	24
2.4.3.1.	<i>Adsorción de compuestos presentes en el agua</i>	25
2.5.	Espectrofotometría	27
2.5.1.	<i>Transmitancia y absorbancia</i>	28
2.5.2.	<i>Espectrometría Infrarroja</i>	28
2.5.2.1.	<i>Espectrofotómetro de transformada de Fourier</i>	29
2.5.2.2.	<i>Componentes del espectrofotómetro</i>	30
2.5.2.3.	<i>Espectrofotómetro Infrarrojo JASCP FTIR-4100</i>	30
2.5.2.4.	<i>Spectra Manager II</i>	31
2.6.	La microscopía electrónica de barrido SEM	31
2.6.1.	<i>Microscopio electrónico de barrido (SEM) JSM-IT200</i>	31

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	33
3.1.	Análisis físico-químico del Agua	33
3.1.1.	<i>Toma de muestras</i>	33
3.1.2.	<i>Sellado de recipientes</i>	33
3.1.3.	<i>Entrega de muestras al laboratorio</i>	33

3.1.4.	<i>Determinación de Parámetros</i>	33
3.1.4.1.	<i>Sólidos</i>	33
3.1.4.2.	<i>Temperatura</i>	34
3.1.4.3.	<i>Color</i>	34
3.1.4.4.	<i>Oxígeno disuelto (OD)</i>	34
3.1.4.5.	<i>Conductividad (Ao)</i>	34
3.1.4.6.	<i>Dureza</i>	35
3.1.4.7.	<i>Cloruro (Cl)</i>	35
3.1.4.8.	<i>Nitritos (NO₂) Y Nitratos (NO₃)</i>	35
3.1.4.9.	<i>Turbiedad</i>	35
3.1.4.10.	<i>Sulfatos</i>	35
3.1.4.11.	<i>Fosfatos</i>	35
3.2.	Trabajo de Campo	36
3.2.1.	<i>Recolección de la muestra</i>	37
3.3.	Caracterización de material precursor	37
3.3.1.	<i>Preparación de la muestra</i>	37
3.3.2.	<i>Porcentaje de humedad</i>	37
3.3.3.	<i>Contenido de Ceniza (%C)</i>	38
3.3.4.	<i>Porcentaje de Material Volátil</i>	38
3.3.5.	<i>Porcentaje de carbón fijo</i>	39
3.3.6.	<i>Cálculo de la densidad aparente</i>	39
3.4.	Preparación de carbón activo	39
3.4.1.	<i>Preparación de la muestra</i>	39

3.4.2.	<i>Carbonización</i>	40
3.4.3.	<i>Activación Química</i>	40
3.5.	Caracterización de los Carbones Activados	41
3.5.1.	<i>Análisis estadístico</i>	41
3.5.2.	<i>Pruebas FT-IR</i>	41
3.5.3.	<i>Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM)</i>	42
3.6.	Cinética de Adsorción	42
3.6.1.	<i>Preparación de muestras para el mecanismo de cinética de adsorción</i>	42
3.6.2.	<i>Mecanismo de cinética de adsorción</i>	42
3.6.3.	<i>Efecto del pH sobre la adsorción</i>	43
3.7.	Cinética Química	44
3.7.1.	<i>Pseudo-primer orden</i>	44
3.7.2.	<i>Pseudo-segundo orden</i>	44

CAPITULO IV

4.	RESULTADOS	45
4.1.	Análisis de Calidad del Agua de las comunidades de Puruhaypamba y Pungalapamba	45
4.2.	Pruebas de caracterización	53
4.2.1.	<i>Pruebas de caracterización del material precursor (yuyo de papa)</i>	53
4.2.1.1.	<i>Porcentaje de Humedad (%H)</i>	53
4.2.1.2.	<i>Contenido de Ceniza (%C)</i>	53

4.2.1.3.	<i>Porcentaje de Material Volátil (%M.V.)</i>	54
4.2.1.4.	<i>Porcentaje de carbón fijo (%C.F.)</i>	54
4.2.1.5.	<i>Densidad aparente</i>	54
4.2.2.	<i>Pruebas de caracterización Carbón</i>	54
4.2.2.1.	<i>Porcentaje de Humedad (%H)</i>	54
4.2.2.2.	<i>Contenido de Ceniza (%C)</i>	55
4.2.2.3.	<i>Porcentaje de Material Volátil (%M.V.)</i>	55
4.2.2.4.	<i>Porcentaje de carbón fijo (%C.F.)</i>	56
4.2.2.5.	<i>Calculo de la densidad aparente</i>	56
4.2.2.6.	<i>Rendimiento de carbón activado en base seca</i>	56
4.3.	Análisis Estadístico	57
4.3.1.	ANOVA	57
4.3.1.1.	<i>Análisis de varianza de un factor (ANOVA) en datos de la prueba de adsorción</i> ...	57
4.4.	Pruebas FT-IR	58
4.5.	Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM)	65
4.5.1.	<i>Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) del carbón activado obtenido mediante activación física</i>	66
4.5.2.	<i>Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) de los carbones activados obtenidos mediante activación química</i>	67
4.5.3.	<i>Análisis elemental en la superficie (EDS) de los carbones activados</i>	71
4.6.	Adsorción	73
4.6.1.	<i>Capacidad de Adsorción (q_e) y Eficiencia de Eliminación (%RE)</i>	74
4.6.2.	<i>Efecto del pH sobre la adsorción</i>	77

4.7.	Cinética química.....	78
4.7.1.	<i>Pseudo-primer orden.....</i>	79
4.7.2.	<i>Pseudo-segundo orden.....</i>	79
	CONCLUSIONES.....	81
	RECOMENDACIONES.....	85
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Compuestos con muy alta probabilidad de ser eliminados por el carbón activo:	25
Tabla 2-2:	Compuestos con alta probabilidad de ser eliminados por el carbón activo:	26
Tabla 3-2:	Compuestos con probabilidad moderada de ser eliminados por el carbón:	26
Tabla 4-2:	Compuestos cuya eliminación no es probable con el carbón activo:	26
Tabla 1-3:	Equipos utilizados para la determinación de los parámetros físico-químicos.	36
Tabla 2-3:	Codificación de la Materia Prima y Carbón Activo según su activador químico...41	
Tabla 1-4:	Análisis del Oxígeno Disuelto (O.D.) por semana de la muestra "CASA-1"	45
Tabla 2-4:	Análisis del Oxígeno Disuelto (O.D.) por semana de la muestra "CASA-2"	46
Tabla 3-4:	Análisis de NaCl por semana de la muestra "CASA-1"	46
Tabla 4-4:	Análisis de NaCl por semana de la muestra "CASA-2"	46
Tabla 5-4:	Análisis del pH por semana de la muestra "CASA-1"	46
Tabla 6-4:	Análisis del pH por semana de la muestra "CASA-2"	47
Tabla 7-4:	Análisis del Solidos Suspendidos por semana de la muestra "CASA-1"	47
Tabla 8-4:	Análisis del Solidos Suspendidos por semana de la muestra "CASA-2"	47
Tabla 9-4:	Análisis de Fluoruros por semana de la muestra "CASA-1"	47
Tabla 10-4:	Análisis de Fluoruros por semana de la muestra "CASA-2"	48
Tabla 11-4:	Análisis del parámetro turbidez por semana de la muestra "CASA-1"	48
Tabla 12-4:	Análisis del parámetro turbidez por semana de la muestra "CASA-2"	48
Tabla 13-4:	Análisis del Oxígeno Disuelto por semana de la muestra "TANQUE"	48
Tabla 14-4:	Resultados del parámetro NaCl por semana de la muestra "TANQUE"	49

Tabla 15-4: Análisis del parámetro pH por semana de la muestra “TANQUE”	49
Tabla 16-4: Resultados de los Solidos Suspendidos por semana de la muestra “TANQUE”	49
Tabla 17-4: Análisis del parámetro Fluoruros por semana de la muestra “TANQUE”	49
Tabla 18-4: Resultados del parámetro Turbidez por semana de la muestra “TANQUE”	50
Tabla 19-4: Análisis del parámetro OD por semana de la muestra “CAPTACIÓN”	50
Tabla 20-4: Resultados del parámetro NaCl por semana de la muestra "CAPTACIÓN"	50
Tabla 21-4: Análisis del parámetro pH por semana de la muestra “CAPTACIÓN”	50
Tabla 22-4: Análisis de los Solidos Suspendidos por semana de la muestra “CAPTACIÓN” ..	51
Tabla 23-4: Análisis del parámetro Fluoruros por semana de la muestra “CAPTACIÓN”	51
Tabla 24-4: Resultados del parámetro Turbidez por semana de la muestra “CAPTACIÓN” ...	51
Tabla 25-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra "CASA"	51
Tabla 26-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “TANQUE”	52
Tabla 27-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “CAPTACIÓN”	52
Tabla 28-4: Resultados del porcentaje de humedad del material precursor	53
Tabla 29-4: Resultados del contenido de ceniza del material precursor	53
Tabla 30-4: Resultados del porcentaje de material volátil del material precursor	54
Tabla 31-4: Resultados del porcentaje de carbón fijo del material precursor	54
Tabla 32-4: Resultados de la densidad aparente del material precursor	54
Tabla 33-4: Resultados del porcentaje de humedad de MP ₁ , MP _{KOH} , MP _{H₃PO₄} y MP _{ZnCl₂}	55
Tabla 34-4: Resultados del contenido de ceniza de MP ₁ , MP _{KOH} , MP _{H₃PO₄} y MP _{ZnCl₂}	55
Tabla 35-4: Resultados del porcentaje de material volátil de MP ₁ , MP _{KOH} , MP _{H₃PO₄} y MP _{ZnCl₂}	55
Tabla 36-4: Resultados del porcentaje de carbón fijo de MP ₁ , MP _{KOH} , MP _{H₃PO₄} y MP _{ZnCl₂}	56

Tabla 37-4: Resultados de la densidad aparente de MP_{KOH} , $MP_{H_3PO_4}$ y MP_{ZnCl_2}	56
Tabla 38-4: Resultados de los parámetros de caracterización: MP_1 , MP_{KOH} , $MP_{H_3PO_4}$ y MP_{ZnCl_2}	56
Tabla 39-4: Resultados del rendimiento de carbón activado en base seca.....	57
Tabla 40-4: Concentración de F^- en los tratamientos de carbón activado por activación química.....	57
Tabla 41-4: Resumen del análisis de varianza de un factor (ANOVA) del carbón activo.....	58
Tabla 42-4: Análisis de varianza de un factor (ANOVA) del carbón activo	58
Tabla 43-4: Resultados de la espectroscopía FTIR en MP_1 (materia seca).....	60
Tabla 44-4: Resultados de la espectroscopía FTIR en MP_1 (materia humedad)	61
Tabla 45-4: Resultados de la espectroscopía FT-IR en MP_{KOH}	62
Tabla 46-4: Resultados de la espectroscopía FT-IR en $MP_{H_3PO_4}$	64
Tabla 47-4: Resultados de la espectroscopía en FT-IR MP_{ZnCl_2}	65
Tabla 48-4: Resultados del análisis elemental en la superficie (SEM-EDS) del carbón activo (MP_{seco})	72
Tabla 49-4: Resultados del análisis elemental en superficie (SEM-EDS) del carbón activo (MP_{ZnCl_2})	73
Tabla 50-4: Concentración de F^- (mgL^{-1}) en función del tiempo de agitación.	73
Tabla 51-4: Resultados de la capacidad de adsorción y eficiencia de eliminación en MP_{KOH}	75
Tabla 52-4: Resultados de la capacidad de adsorción y eficiencia de eliminación en $MP_{H_3PO_4}$..	75
Tabla 53-4: Resultados de la capacidad de adsorción y eficiencia de eliminación en MP_{ZnCl_2} ...	76
Tabla 54-4: Resultados de la Concentración de F^- en función del pH en MP_{ZnCl_2}	77
Tabla 55-4: Resultados de la Cinética química en MP_{ZnCl_2}	78
Tabla 56-4: Análisis de la Cinética química en MP_{ZnCl_2}	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Composición típica de la materia lignocelulósica.....	10
Figura 2-2:	Tipos de red de Poros del Carbón Activado	13
Figura 3-2:	Espectros de absorción superpuestos.	28
Figura 4-2:	Esquema de un espectrofotómetro IR de transformada de Fourier	29
Figura 5-2:	Esquema de los componentes del espectrofotómetro.....	30
Figura 6-2:	Espectrómetro FT-IR por transformada de Fourier. FT/IR Jasco FTIR-4200 ...	31
Figura 7-2:	Microscopios Electrónicos de Barrido (SEM). JSM-IT200.....	32
Figura 1-4:	Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado (MP _{seco}).....	66
Figura 2-4:	Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado (MP _{seco}).....	66
Figura 3-4:	Micrografía SEM (x30) del carbón vegetal activado (MP _{KOH})	67
Figura 4-4:	Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado (MP _{KOH})	67
Figura 5-4:	Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado (MP _{KOH})	68
Figura 6-4:	Micrografía SEM (x33) del carbón vegetal activado (MP _{H3PO4}).....	68
Figura 7-4:	Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado (MP _{H3PO4}).....	69
Figura 8-4:	Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado (MP _{H3PO4}).....	69
Figura 9-4:	Micrografía SEM (x33) del carbón vegetal activado (MP _{ZnCl2})	70
Figura 10-4:	Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado (MP _{ZnCl2})	70
Figura 11-4:	Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado (MP _{ZnCl2})	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Pendiente ($k [B]$) de reacción de pseudo-primer orden	23
Gráfico 2-2:	Esquema general de un espectrofotómetro IR de transformada de Fourier.....	29
Gráfico 1-4:	Promedio de los análisis de parámetros de la muestra “CASA”	52
Gráfico 2-4:	Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “TANQUE”	52
Gráfico 3-4:	Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “CAPTACIÓN”	53
Gráfico 4-4:	Espectros de FT-IR en el carbón vegetal ($MP_{1 \text{ seco}}$).....	59
Gráfico 5-4:	Digitalización de los espectros FT-IR en el carbón vegetal ($MP_{1 \text{ seco}}$)	59
Gráfico 6-4:	Espectros de FT-IR en el carbón vegetal ($MP_{1 \text{ húmedo}}$).....	60
Gráfico 7-4:	Digitalización de los espectros FT-IR en el carbón vegetal ($MP_{1 \text{ húmedo}}$)	61
Gráfico 8-4:	Espectros de FT-IR en el carbón vegetal (MP_{KOH}).....	62
Gráfico 9-4:	Digitalización de los espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP_{KOH})	62
Gráfico 10-4:	Espectros de FT-IR en el carbón vegetal ($MP_{H_3PO_4}$).....	63
Gráfico 11-4:	Digitalización de espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP_{KOH})	63
Gráfico 12-4:	Espectros de FT-IR en el carbón vegetal (MP_{ZnCl_2}).....	64
Gráfico 13-4:	Digitalización de espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP_{ZnCl_2}).....	65
Gráfico 14-4:	Análisis elemental en la superficie (EDS) del carbón activo (MP_{seco})	72
Gráfico 15-4:	Análisis elemental en la superficie (EDS) del carbón activo (MP_{ZnCl_2})	73
Gráfico 16-4:	Concentración de F^- (mgL^{-1}) en función del tiempo de agitación.....	74
Gráfico 17-4:	Porcentaje de eficiencia de remoción de F^- en función del tiempo de agitación .	76
Gráfico 18-4:	Concentración de F^- bajo el efecto del pH.....	77

Gráfico 19-4: Capacidad de Adsorción de F- bajo el efecto del pH	78
Gráfico 20-4: Cinética de pseudo-primer orden de MP_{ZnCl_2}	79
Gráfico 21-4: Cinética de pseudo-segundo orden de MP_{ZnCl_2}	79

TABLA DE ANEXOS

- ANEXO A.** Preparación del material precursor del carbón activo “yuyo de papa”
- ANEXO B.** Molienda, tamizado y pesaje del material precursor del carbón activo
- ANEXO C.** Proceso de pirólisis
- ANEXO D.** Proceso de activación térmica: carbonización
- ANEXO E.** Proceso de activación química del carbón activo: preparación de soluciones
- ANEXO F.** Proceso de activación química del carbón activo: fase de contacto
- ANEXO G.** Pruebas de caracterización del carbón activado
- ANEXO H.** Pruebas de adsorción
- ANEXO I.** Efecto del pH sobre la adsorción: variación del pH y agitación
- ANEXO J.** Efecto del pH sobre la adsorción: análisis fotométrico
- ANEXO K.** II feria de proyectos de vinculación ESPOCH 2019
- ANEXO L.** Informes de adsorción de F^- por MP_{KOH}
- ANEXO M.** Informes de adsorción de F^- por $MP_{H_3PO_4}$
- ANEXO N.** Informes de adsorción de F^- por MP_{ZnCl_2}
- ANEXO Ñ.** Informes de adsorción de F^- por MP_{ZnCl_2} con variación del pH del medio

RESUMEN

Se elaboró y caracterizó muestras de carbón activado a partir del residuo lignocelulósico agroindustrial del yuyo de papa, para reducir la concentración de fluoruros en el agua de consumo de las comunidades de Pungalapamba y Puruhaypamba. El carbón activado se obtuvo en un sistema de pirólisis bajo atmósfera controlada de nitrógeno a una temperatura de 400°C durante treinta minutos y se potencializó en una mufla a 600°C en 40 minutos. La activación química del material carbonoso se realizó mediante tres compuestos activadores, ácido fosfórico al 20%, hidróxido de potasio al 10% y cloruro de zinc al 40%. La caracterización del material precursor del carbón activo se obtuvo determinando los parámetros de porcentaje de humedad en 15.08%, contenido de ceniza en 4.95%, carbono fijo en 21.06% y material volátil en 75.6%. La caracterización del carbón activado se estudió mediante los mismos parámetros de caracterización, a más de pruebas en espectroscopía FT-IR, que determinó que las 3 muestras de carbón a pesar en que difieren en el agente activante comparten algunos grupos funcionales, como amidas primarias, amidas secundarias, acetilenos y fosfinas. Las imágenes obtenidas con el microscopio electrónico de barrido revelaron la estructura porosa del carbón y el análisis elemental en la superficie reveló un aumento en las concentraciones de Al y Mg en el carbón tratado por activación química. El carbón activado tratado con $ZnCl_2$ fue el mayor adsorbente de F^- , y su comportamiento al variar su pH evidencia un aumento en su eficiencia de eliminación o remoción de contaminantes de 20.95% a 75% en medio ácido.

PALABRAS CLAVES

<INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <CARBÓN ACTIVADO> <PIRÓLISIS>
<RESIDUOS AGROINDUSTRIALES> <ESPECTROFOTÓMETRO> <ADSORCIÓN>
<POROSIDAD> <FLUORUROS>



04-08-2020
0173-DBRAI-UPT-2020

SUMMARY

Samples of activated carbon were prepared and characterized by the agroindustrial lignocellulosic residue of yuyo de papa, to reduce the concentration of fluorides in the drinking water of the communities Pungalapamba and Puruhaypamba. Activated carbon was obtained in a pyrolysis system under a controlled nitrogen atmosphere at a temperature of 400 ° C for thirty minutes and was potentiated in a muffle at 600 ° C in 40 minutes. The chemical activation of the carbonaceous material is carried out by employing three activating compounds, 20% phosphoric acid, 10% potassium hydroxide, and 40% zinc chloride. The characterization of the active carbon precursor material is determined by determining the parameters of humidity percentage at 15.08%, ash content at 4.95%, fixed carbon at 21.06%, and volatile material at 75.6%. The characterization of activated carbon was studied using the same characterization parameters, in addition to tests in FT-IR spectroscopy, which determined that the 3 carbon samples, although they differ in the activating agent, share some functional groups, such as primary amides, secondary amides, acetylenes and phosphines. Images obtained with the scanning electron microscope reveal the porous structure of the carbon and elemental analysis on the surface revealed an increase in Al and Mg variations in the carbon treated by chemical activation. The activated carbon treated with ZnCl₂ was the major adsorbent of F⁻, and its behavior when varying its pH evidences a change in its efficiency of removal or removal of contaminants from 20.95% to 75% in an acid medium.

KEYWORDS

<ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY>, <ACTIVATED CARBON>
<PYROLYSIS> <AGRO-INDUSTRIAL WASTE> <SPECTROPHOTOMETER>
<ADSORPTION> <POROSITY> <FLUORIDES>

INTRODUCCIÓN

El carbón activado es un material sólido oscuro, estratificado proveniente de residuos biomásicos resultado de actividades agrícolas o agroindustriales, que se ha sometidos a un tratamiento termoquímico. Las propiedades intrínsecas de cada carbón dependen del material precursor o materia prima. La principal característica del carbón activo es su capacidad de adsorción de compuestos químicos y/o biológicos, esto se debe a la estructura porosa interna de los carbones activados (Rodríguez, 2007, p.40) y a sus características en la química superficial específica.

Los procesos de obtención de carbón activado pueden ser físicos o químicos, un proceso físico o térmico es un tratamiento en el que se emplea una temperatura superior o igual a 600°C, el cual utiliza una corriente gaseosa de dióxido de carbono, nitrógeno, aire o vapor de agua como activante, en el segundo caso, proceso químico, también se emplea un aumento de temperatura, pero se utiliza como activante reactivos químicos como ácido fosfórico, hidróxido de potasio, cloruro de zinc, entre otros (Filippín et al., 2017, p.60).

El consumo de agua de buena calidad es un derecho humano y el desarrollo de nuevas tecnologías es primordial para conservar la salud de la población y garantizar la subsistencia de las nuevas generaciones (Ryder, 2017, p.2). El carbón activo es un tratamiento que se emplea como filtro final en el control para el tratamiento de aguas, ya que ofrece buenos resultados en la adsorción de contaminantes, como es el caso de los fluoruros, aunque en algunos casos estos procedimientos no alcanzan el grado de pureza que exige la ley o el requerido para el uso posterior del agua que se trata. Este hecho hace necesario tanto el desarrollo de nuevas tecnologías de purificación como la optimización de las ya existentes. Los fluoruros son compuestos químicos, sales del ácido fluorhídrico, cuya ingesta constante causa afecciones a la salud, como es el caso de la fluorosis dental y en casos más severos fluorosis esquelética debilitando la estructura ósea haciéndola susceptible, frágil y quebradiza.

El sistema de suministro de agua de consumo en Ecuador, generalmente cumple con las normas establecidas por las instituciones gubernamentales y los sistemas de estandarización internacionales, pero en los sectores rurales existe un déficit de este servicio, más específicamente, que cumpla con los parámetros de calidad establecidos, este es el caso de Pungalá, una parroquia rural perteneciente a la provincia de Chimborazo, quienes se abastecen del recurso hídrico de una vertiente natural denominada Ucsupñay, que corre aguas abajo hacia las comunidades de Puruhaypamba y Punagalapamaba. Los métodos de purificación que utilizan como materia prima

el carbón activo son muy eficaces, y económicamente viables, siendo esta una solución razonable para mitigar o disminuir la problemática de contaminantes físico-químicos en el agua, con un sistema de filtración en el tanque almacenamiento y en las llaves de paso de las viviendas.

El sector agroindustrial es el motor de la economía del país, y debido a su gran demanda cada vez es más grande la cantidad de residuos generados por los cultivos, convirtiéndose en una problemática ambiental a la cual poco se le ha dado solución, acompañado del uso de agentes fertilizantes que contaminan el suelo y los cuerpos de agua, uno de los métodos empleados en la actualidad es la valorización de los residuos, promoviendo la utilización de recursos renovables procedentes de residuos agrícolas o agroindustriales otorgándole un valor agregado o su valorización desde la perspectiva energética (Serrano & Rucalva, 2013 p.94), gracias a la versatilidad con la que el carbón activo se puede producir es innumerable la cantidad de materias primas que pueden llegar a ser útiles para su producción, y debido a que mucho del material lignocelulósico que la parroquia Pungalá produce es destinado a la incineración, principalmente el conocido “yuyo de papa”, este será el punto de partida para la investigación, poniendo a prueba su eficiencia como adsorbente y la capacidad de los agentes químicos activantes para elevar su poder de adsorción, modificando su química superficial.

CAPITULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La Asamblea General de la ONU, celebrada el 28 de julio del 2010, reconoce el derecho humano al agua, y exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a enfocarse en la capacitación e implementación de nuevas tecnologías para garantizar el abasto de agua saludable, limpia y accesible (ONU-DAES, 2010).

Ecuador goza de un abastecimiento de agua efímero, cuenta con los principales afluentes del río Amazonas por tanto posee altas concentraciones de ríos por milla cuadrada en el mundo. Según la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA, 2008) en Ecuador existe una disponibilidad de 22500 m³ por habitante al año, en apariencia, ninguno de 16'528.730 habitantes debería sufrir por falta de agua, inclusive tomando en cuenta el crecimiento poblacional anual con una tasa del 1.52% BID. Pero, debido a los desequilibrios por su distribución natural (11,5% en la vertiente del Pacífico y 88,5% en la vertiente Amazónica según SENAGUA, 2008), al cambio climático, la creciente contaminación, la falta de servicios como resultado de políticas públicas inadecuadas y de actividades extractivas de minería y petróleo el acceso a agua apta para el consumo humano no es una realidad (Vásconez & Durán, 2015, p.15).

Según el Foro de Recursos Hídricos un 30% de la población ecuatoriana reside en la zona rural, el proceso de urbanización avanza aceleradamente y ha generado centros poblados de entre 50000 a más habitantes, la oferta natural de agua hace pensar que el acceso equitativo al agua debería ser una condición ya alcanzada, pero la cobertura del recurso para riego y consumo humano dista mucho de ello (Sistema Iberoamericano de Información sobre el Agua, 2018). Existe gran diferencia entre la accesibilidad del recurso hídrico entre lo urbano (82% de cobertura) y lo rural (39%), y del total de la población nacional el 67% goza de este derecho dentro de los parámetros de buena calidad (French, 2012, p.30).

Pungalapamba y Puruhaypamba son comunidades pertenecientes a la parroquia rural Pungalá de la provincia de Chimborazo que presentan un inadecuado abastecimiento de agua potable para su población, ya que no se lo realiza bajo directrices técnicas. El recurso hídrico es ocupado en varias actividades como la cría de animales, la agricultura y para el consumo humano. El tratamiento

que se da al agua es una desinfección clorada, pero presenta concentraciones que supera los límites permisibles (NTE INEN 1108, 2013) en compuestos químicos como fosfatos y fluoruros, al no poseer un sistema de tratamiento físico-químico adecuado, el agua que surge de las cabeceras río abajo no se encuentra dentro de los parámetros de calidad requeridos para el consumo humano.

1.1.1. Formulación del Problema

El no tener implementado un tratamiento físico-químico conlleva a afecciones en la salud, bioabsorción de compuestos químicos en cultivos, entre otras consecuencias (Orlove & Caton, 2010). Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de Estados Unidos (ATSDR por sus siglas en inglés) la presencia de flúor en el agua provoca fluorosis dental o del esmalte, esta es una condición que produce pequeñas manchas amarillentas en los dientes, pero una fluorosis severa puede producir marcas de color café y dañar la superficie del diente dando una apariencia áspera y picada, afección que resalta a la vista en las comunidades. La constante exposición a fluoruros puede provocar una condición médica conocida como fluorosis esquelética, esta provoca cambios en la estructura de los huesos haciéndolos frágiles y quebradizos (Hidalgo-Gato et al., 2007, p.4).

Las comunidades pagan un pequeño rubro por el consumo del agua, pero no todos los pobladores lo cancelan, lo que provoca un desequilibrio y abuso de este recurso, ya que, al no existir el pago de todos los pobladores, no se puede generar el suficiente capital para invertir en programas para la mejora del sistema de agua potable de las comunas.

El presente proyecto de titulación pretende dar solución a la problemática expuesta, en colaboración con el CONAGOPARE Chimborazo, para brindar a la población de la parroquia Pungalá métodos alternativos de bajo costo que mejoren la calidad del agua de consumo.

1.1.2. Delimitación del Problema

1.1.2.1. Delimitación Geográfica

El presente proyecto se realizó en la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Rural Pungalá, en las comunidades de Pungalapamba y Puruhaypamba; para realizar un levantamiento de información, conocer el sector y a sus moradores, dialogar acerca del proyecto con sus dirigentes, planificar visitas, recolectar muestras de residuos agrícolas producto de sus actividades agroindustriales y demás datos referentes para la elaboración de una línea base del proyecto técnico.

La fase de experimentación del proyecto se realizó en la Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, en el sector Panamericana Sur Km 1 ½, en la Facultad de Ciencias de la Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo, en los Laboratorios de Química Instrumental, Investigación, Procesos Industriales, Operaciones Unitarias y Calidad del Agua.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación Teórica

En la actualidad contamos con un proceso de abastecimiento de agua potable en todas las ciudades de nuestro país, la cual cumple con todas las normas requeridas por los organismos gubernamentales del estado, pero muchas de las comunidades, parroquias y recintos rurales del país carecen de este servicio por lo que enfatizar en estos sectores de la población es prioridad de todos los actores sociales y políticos. El siguiente proyecto de titulación, se justifica teóricamente por poner a debate diversas técnicas y procedimientos otorgados durante los años de carrera, además de otorgar a las comunidades de Puruhaypamaba y Pungalapamaba una posible solución al problema de contaminantes físico-químicos como la presencia de fluoruros.

1.2.2. Justificación Práctica

En el estudio de métodos de purificación de agua potable se han determinado que los purificadores de agua que utilizan como materia prima el carbón activo son muy eficaces, ya que la porosidad permite una mejor adsorción de las impurezas (Grisales y Rojas, 2016, p.10). Sus propiedades fisicoquímicas dependen de la materia prima y del proceso de activación que se utilice. El carbón activado puede elaborarse a partir de una gran variedad de materias primas carbonizables, siendo entre ellas las principales: carbón mineral, residuos agroindustriales, madera, lignito, entre otras (Prias et al., 2011, pp. 157-166).

Las propiedades intrínsecas del carbón activo dependen de la fuente de materia prima, por tal motivo es de suma importancia la búsqueda de nuevas fuentes de producción de carbón que permitan sostener la alta demanda de este producto.

La agricultura es la mayor actividad económica del Ecuador se destaca por su producción de banano, flores, cacao, café, arroz, papas, caña de azúcar y una industria forestal con ejemplares como eucalipto, ceibo, cedros y guayacán (Montoya, 2018). La producción de residuos vegetales es inmensurable, razón por la cual la incorporación de biomasa vegetal utilizada como materia prima para la producción de carbón activo con el fin de darle un valor agregado a este material de desecho, es un estudio innovador que llega a satisfacer una necesidad primordial del ser humano, la cual es ingerir agua de buena calidad.

1.2.3. Justificación Metodológica

El estudio de los diferentes procesos de activación y la utilización de activantes químicos, crea interés por conocer que tratamiento o que compuesto químico o biológico es más eficiente para remover, adsorber, reducir o eliminar un contaminante, colorante, compuesto orgánico y/o cualquier sustancia cuya presencia sea innecesaria, insatisfactoria o que genere efectos negativos a corto o largo plazo.

Existen diferencias significativas en cada tratamiento utilizado, el proceso de activación química es aplicado directamente a la materia prima, a diferencia de la activación física donde tiene que haber una carbonización previa a la activación.

Algunos compuestos químicos activantes, pueden producir problemas ambientales, saber los pros y contra de cada compuesto utilizado es imperativo. Las características, propiedades y efectos de los compuestos dependen del químico utilizado, por ejemplo, el grado de activación puede variarse de acuerdo con la concentración del químico deshidratante, la capacidad de adsorción aumenta cuando el diámetro de los poros predominantes entre una y cinco veces el diámetro de adsorbato, esto es característico en el carbón activo tratado con H_3PO_4 (Bandosz, 2006, p.25).

La activación química con KOH a diferencia de los otros agentes activantes, es preferible para aquellos materiales con un porcentaje de materia volátil bajo y contenido en carbono alto, como el coque de petróleo u minerales carbonizados (Bansal, 1998, p32).

Es importante conocer los efectos, positivos o negativos, que producen diversos compuestos activantes, al igual que estudiar la metodología que se aplique y las condiciones en que se trabaje, el conocimiento y la comparación de cada parámetro definirá la eficacia del tratamiento.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar y caracterizar carbón activo a partir de residuos agroindustriales para reducir fluoruros en aguas de consumo en las comunidades Pungalapamba y Puruhaypamba pertenecientes al CONAGOPARE Chimborazo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la calidad del agua de consumo de las comunidades Pungalapamba y Puruhaypamba.
- Caracterizar los residuos agroindustriales de las comunidades Pungalapamba y Puruhaypamba.

- Caracterizar del carbón activo producto del proceso de carbonización de los residuos agroindustriales (pirólisis).
- Evaluación del porcentaje de adsorción de contaminantes a través de pruebas BATCH del carbón activo.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

En el siglo XVIII, carbones hechos de sangre, madera y animales, se utilizaban para la purificación de líquidos. En 1794, en Inglaterra fue la primera vez que el carbón activo llegó a nivel industrial, su uso fue de agente decolorante para el azúcar, este procedimiento fue un secreto por 18 años hasta que apareció la primera patente en 1812 (Garcia, & Granillo, 2016, p.24).

En 1854 el alcalde de Londres ordenó instalar filtros de carbón vegetal en los sistemas de ventilación de las cloacas (carbón activo en medio gaseoso). En 1872 las máscaras con filtros de carbón activo aparecieron en la industria química, su objetivo era evitar que los obreros inhalen de vapores tóxicos, principalmente de mercurio (Menéndez, 2012, p.63).

En 1881 se empieza a utilizar el término adsorción gracias a Kayser por describir como los carbonizados retienen los gases, fue entonces cuando R. Von Ostrejko, considerado el inventor del carbón activo, desarrolla varios métodos para producir carbón activo tal y como se conoce en nuestros días (Martínez De Yuso, 2012, p.4). Hoy en día, el carbón activado es un producto globalizado, de gran demanda, por su versatilidad y funcionamiento en campos como la medicina, la biofarmacéutica y el medio ambiente. Su producción es controlada por países desarrollados como, Reino Unido, Japón, Alemania y los Estados Unidos (Fernández et al., 2006, 417-423).

El carbón activado tiene una variedad de aplicaciones, las más destacables son la eliminación de olores en el tratamiento de aguas, como decolorante del azúcar, en máscaras para la adsorción de gases tóxicos, en la purificación del aire, para eliminar o recuperar compuestos orgánicos o compuestos tóxicos del agua, en la purificación de gases, reducir el cloro libre en el agua potable, supresión de ozono en agua de consumo, entre otras (Prias et al., 2011, pp. 157-166).

2.2. Residuos Agroindustriales

La biomasa es la materia orgánica producto de un proceso biológico, espontaneo o inducido. Es una fuente de carbono y/o energía. Fue la fuente de energía y calor de la antigüedad que con la llegada de los combustibles fósiles perdió importancia, reduciéndose su uso como fuente de energía en la industria. En la actualidad, su uso común es con fines energéticos domésticos, pero

lo más recurrente es su disposición final como desecho. De ahí la importancia de realizar una valorización de este material como materia prima para la elaboración de nuevos productos.

Los residuos agroindustriales están disponibles en todo el mundo, ya que son generados a partir del proceso de siembra, cultivo y cosecha de productos agroindustriales de alta demanda social (Sarkar et al., 2012, pp.19-27). Aunque se suelen agrupar por diferencias de origen (animal o vegetal), las cantidades mayoritarias son productos vegetales cuyos principales componentes estructurales son lignina, celulosa y hemicelulosas (Cabrera et al., 2016, pp. 27-35). Se conoce que la composición química varía dependiendo de factores como la variedad, las características del terreno y los métodos de cultivo y procesamiento industrial que sean utilizados (Binod et al., 2010, pp.4767-4774). La importancia de conocer la aplicación de dichos materiales requiere del conocimiento de su composición química, las propiedades de sus componentes y los grupos funcionales que los constituyen, así desarrollar nuevas tecnologías apropiadas para conseguir un mayor aprovechamiento.

En los países subdesarrollados y en vías de desarrollo estos residuos son comúnmente abandonados en vertederos o reducidos a cenizas, provocando la contaminación del entorno (León et al., 2013, pp.13-22), por ello se puede afirmar que son muy poco explotadas las amplias posibilidades de aplicación de estos materiales y es pobre el desarrollo de la agroindustria en este sentido, siendo insuficiente la revalorización de la biomasa.

2.2.1. Residuos lignocelulósicos

El material lignocelulósico es un tipo de biomasa compuesta por tres polímeros: celulosa, hemicelulosa y lignina, cuya interacción es compleja, y varía según el residuo lignocelulósico del que se trate (Martínez De Yuso, 2012, p.5).

La celulosa está compuesta por subunidades de D-glucosa unidas por un enlace glucosídico β 1-4. La celulosa en una planta se compone de piezas con una estructura cristalina (Cortés, 2013, pp.39-44). Las capas de celulosa se juntan y forman las llamadas brillas de celulosa, que son en su mayoría independientes y débilmente unidas a través de enlaces de hidrógeno (Laureano y Pérez, 2005, pp.1081-1099).

La hemicelulosa es una estructura compuesta de carbohidratos que consiste en polímeros de diferentes azúcares como xilosa y arabinosa, manosa, glucosa y galactosa y ácidos de azúcar. La hemicelulosa tiene un peso molecular más bajo que la celulosa, y con cadenas laterales cortas que constan de diferentes polímeros de azúcares, fáciles de hidrolizar (Fengel y Weneger, 1984, p.33). La hemicelulosa sirve como una conexión entre la lignina y las brillas de celulosa y le da rigidez al conjunto de celulosa-hemicelulosa-lignina (Laureano y Pérez, 2005, pp.1081-1099).

La lignina es un polímero muy abundante en la naturaleza, se encuentra formando parte de la pared celular, cuyo objetivo principal es dar resistencia al ataque microbiano y soporte estructural a los vegetales, impermeabilidad, y proteger del estrés oxidativo (Cortés, 2013, pp.39-44). La lignina es insoluble en agua y se considera ópticamente inactiva, todo esto hace que la degradación de la lignina sea muy difícil (Fengel y Weneger, 1984, p.31). En la figura 1-2 se observa la composición típica de un material lignocelulósico (Cortés, 2013, pp.39-44).

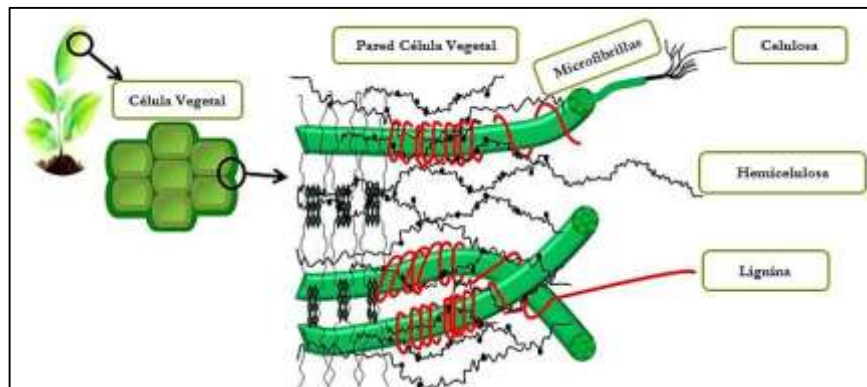


Figura 1-2: Composición típica de la materia lignocelulósica

Fuente: Figura adaptada Tomme et al., 1995

Los residuos lignocelulósicos procedentes de la agricultura son ampliamente utilizados para la preparación de carbones activados para el control de emisiones y vertidos.

2.2.2. *Yuyo de papa*

Del quechua *yuyu*, hortaliza. Es la primera planta herbácea que crece espontáneamente dificultando el desarrollo de los cultivos. El término “yuyo” es perteneciente al lenguaje coloquial de la zona andina Sudamericana, que se interpreta como maleza o hierba, son los tallos verdes de un cultivo que mueren generalmente al acabar una estación, siendo sustituidos por otros nuevos.

El corte del yuyo consiste en cortar el follaje de la planta cuando tiene de cuatro a cinco meses de sembrado. Este proceso ayuda al desarrollo del tubérculo, a reducir la incidencia de plagas y mantener por mayor tiempo la papa en el suelo, esta actividad es considerada un saber ancestral en Ecuador y países de la región andina, es parte del proceso de limpieza, cuidado y desinfección del terreno para así acelerar la madurez de la planta (Salazar, 2017, p.26).

2.3. Carbón Activo

El carbón activo es un material orgánico que posee una elevada superficie interna y un elevado poder de adsorción, es decir, tiene la capacidad de retener sobre su superficie una gran cantidad de compuestos, en medios acuosos o gaseosos. El carbón activo es un adsorbente universal, no obstante, por su naturaleza apolar y por el tipo de fuerzas implicadas en el proceso de adsorción,

retendrá preferentemente moléculas apolares y de alto volumen molecular (hidrocarburos, fenoles, colorantes), mientras que sustancias como el nitrógeno, oxígeno y agua prácticamente no se retienen por el carbón a temperatura ambiente (Carbotecnia, 2004).

La adsorción en el carbón se debe a un desequilibrio de fuerzas que se genera en toda superficie formada por átomos de carbono. Este desequilibrio se debe a que los átomos de carbono tienden a formar sus cuatro enlaces perfectamente distribuidos en las tres coordenadas. Ya que esto no sucede en los átomos de carbono que forman parte de la superficie sólida, éstos tienden a formar enlaces del tipo de Van der Waals, con las moléculas del fluido adyacente (Carbotecnia, 2004).

2.3.1. Propiedades del Carbón Activo

Las características fundamentales en las que se basan las aplicaciones del carbón activado: elevada capacidad de eliminación de sustancias y baja selectividad de retención. La elevada capacidad de eliminación de sustancias se debe a la alta superficie interna que posee, pero la porosidad y distribución de tamaño de poros juegan un papel importante (Cortés, 2013, pp.39-44). En general, los microporos le confieren la elevada superficie y capacidad de retención, mientras que los mesoporos y macroporos son necesarios para retener moléculas de gran tamaño, como pueden ser colorantes o coloides, y favorecer el acceso y la rápida difusión de las moléculas a la superficie interna del sólido (García, & Granillo, 2016, p.24).

Las propiedades adsorbentes de un carbón activado no dependen únicamente de la superficie y la porosidad. En particular, las sustancias polares se retienen débilmente sobre la superficie (apolar) del carbón. En estos casos, la fijación al carbono de “heteroátomos”, principalmente oxígeno e hidrógeno, formando estructuras o grupos funcionales tipo ácido carboxílico, lactosas, carbonilo, etc., elevan la afinidad de las sustancias polares por la superficie del adsorbente y pueden imprimir un carácter ácido-base al carbón (Lapo, 2014, pp.21-22).

2.3.2. Características físico-químicas.

2.3.2.1. Composición química

La composición química de los residuos agrícolas se encuentra entre los siguientes rangos: 40-50% de celulosa, 20-30 % de hemicelulosa, 20 y 35 % de lignina, 0 a 10 % de extractivos, resinas, y otros imposibles de extraer. No obstante, la composición química de los residuos agrícolas no puede ser definida con precisión para cierta especie o grupo de especies, dado que depende de la parte del vegetal, tipo de vegetal, localización geográfica y condiciones de crecimiento (Cortés, 2013, pp.39-44).

El carbón activo contiene carbono en un 98% y en pequeñas cantidades oxígeno, nitrógeno, azufre e hidrógeno, unidos químicamente en forma de grupos funcionales, como carbonilo, carboxilo, fenol, lactona, quinona, y grupos éter. Estos óxidos superficiales a veces se derivan de la materia prima o se pueden formar durante del proceso de activación por la acción del aire o agua.

Los productos químicos inorgánicos utilizados en la activación química a menudo se eliminan sólo de forma incompleta. El contenido de ceniza de muchos productos se reduce por el agua o el lavado con ácido, es decir, los productos comerciales contienen de pocas décimas de un porcentaje de hasta un 20% de cenizas. Los principales constituyentes de la ceniza son las sales de los metales alcalinos y alcalinotérreos, en su mayoría carbonatos y fosfatos, junto con óxidos de sílice, hierro y aluminio.

Los carbones tratados a altas temperaturas, tienen mayor significancia es su proceso de oxidación, esto debido a que el contenido superficial del oxígeno no solo se debe a las reacciones donde interviene directamente el oxígeno, sino también a la reacción con otros gases o disoluciones oxidantes. Entonces, la oxidación con diferentes agentes oxidantes o la eliminación por tratamiento térmico, estructura la superficie del carbón activado cuyo objetivo es la creación de grupos oxigenados superficiales.

La química superficial del carbón activado es de naturaleza anfótera por la coexistencia de grupos ácidos y básicos, que un carbón activo sea ácido o básico dependerá tanto de la concentración de estos grupos como de su fuerza como ácido o base de los mismos. Es deducible que un carbón tipo básico servirá para la adsorción de compuestos ácidos y que un carbón de tipo ácido retendrá grupos básicos. Entonces, cuando el pH de un medio es mayor que el punto de carga cero del carbón (pHPZC, pH con un número de cargas positivas igual al número de cargas negativas, es decir, que la carga neta sobre la superficie del carbón será cero), tendremos que las cargas negativas en la superficie del carbón, son predominantes; por el contrario, si pH es menor que pHPZC se obtendrá una superficie con carga superficial positiva. Las condiciones en las que un carbón tenga una carga neta negativa son beneficiosas para adsorber cationes y un carbón con carga neta positiva lo será para adsorber aniones (Valdés y Zaror, 2010, pp.38-43).

2.3.2.2. Estructura física

La estructura del carbón activo es microcristalina con una similitud en cierta medida al grafito, gracias a esta estructura el carbón activo presenta una distribución de tamaño de poro bien determinada. Así, según la nomenclatura IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemists), se pueden distinguir tres tipos de poros según su radio:

- Microporo: Menores a 2 nm

- Mesoporos: Entre 2 y 50 nm.
- Macroporos: Mayores a 50 nm (típicamente de 200 a 2000 nm).

Los microporos tienen el tamaño adecuado para la retención de moléculas correspondientes a compuestos volátiles del agua, tales como olores, sabores y muchos solventes (Sing, et al., 1985, pp.603-619).

Los macroporos atrapan moléculas grandes, tales como las que son cloradas o las sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) que se generan al descomponerse la materia orgánica (Sing, et al., 1985, pp.603-619).

Los mesoporos son los apropiados para moléculas intermedias entre las anteriores. La distribución del tamaño del poro depende fundamentalmente de tres factores: el origen de la materia prima, el tipo de activación, y la duración del proceso de activación (Sing, et al., 1985, pp.603-619).

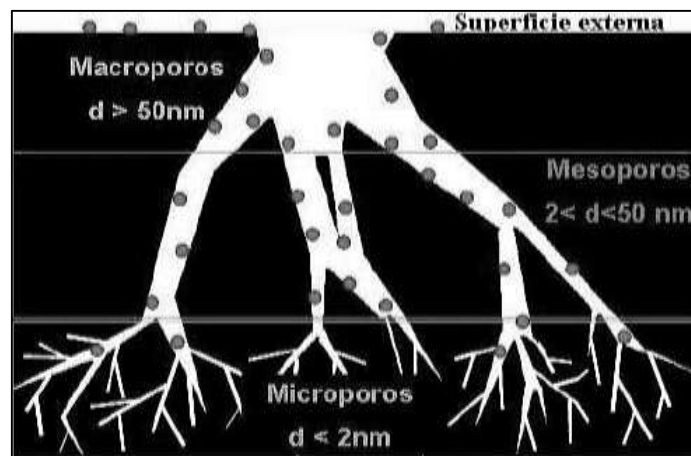


Figura 2-2: Tipos de red de Poros del Carbón Activado

Fuente: Menéndez, 2006

2.3.3. *Procesos de activación*

2.3.3.1. *Activación Térmica*

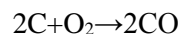
La activación térmica o activación física se da en dos etapas, la primera de ellas, la carbonización o pirólisis, es un mecanismo por el que se obtiene material carbonizado por descomposición térmica de la materia prima a temperaturas de entre 400 a 600 °C, el producto obtenido es de estructura porosa áspero y granulada, presenta propiedades de adsorción limitadas. La descomposición térmica de la materia prima carbonosa tiene dos fracciones:

- Una fracción volátil formada por gases, vapores y alquitranes (presencia de hidrógeno).
- Y un residuo sólido, carbonizado con bastante contenido de carbono.

La estructura de la materia prima inicial se rompe como consecuencia de la fracción de enlaces con baja estabilidad (anillos aromáticos, éter, puentes de metileno, tioeter, etc.), produciéndose un número elevado de radicales con gran reactividad, gran parte de los cuales se estabilizan con la adición de hidrógeno, dando lugar a compuestos volátiles; otros radicales sufren reacciones de condensación y polimerización, produciendo un residuo sólido carbonizado. Este residuo es rico en carbono y en anillos aromáticos en comparación con la materia prima inicial. Por otro lado, los productos gaseosos formados pueden sufrir reacciones secundarias en fase gas debido a la acción de la temperatura, las cuales no afectan prácticamente a la estructura del carbón obtenido. Aquí el material carbonizado presenta cristales grafiticos elementales que son unas formaciones cristalográficas relativamente organizados, estos se agrupan de forma irregular, de modo que siempre quedan huecos muy estrechos entre ellos. El material carbonoso que se obtiene posee una capacidad mínima de adsorción que debe ser incrementada en la segunda etapa.

En la segunda etapa denominada activación, se somete al carbón a la acción de gases que aceleran el proceso, como vapor de agua, dióxido de carbono, aire, etc., que actúan sobre los materiales volátiles, provocando su arrastre y separación de la estructura del carbón. La temperatura óptima de este proceso oscila entre 600 a 1000°C, el resultado del proceso es un material carbónico de estructura porosa altamente desarrollada, con una elevada capacidad de adsorción.

En este proceso, el carbono de la estructura carbonosa reacciona con el agente oxidante, formando óxidos de carbono. Debido a una gasificación parcial del sólido inicial, se desarrolla una gran estructura porosa en el interior de las partículas. Entre los agentes activantes, el más reactivo es el oxígeno, mientras que el menos reactivo es el dióxido de carbono. En la activación con oxígeno el carbono produce simultáneamente dióxido y monóxido de acuerdo con las siguientes ecuaciones estequiometrias.



Los óxidos de carbono son productos primarios de la reacción, con el incremento de la temperatura aumenta la proporción CO/CO₂, es decir, son proporcionales. Los óxidos de carbono son muy poco utilizados como flujo activante ya conllevan muchos problemas. La reacción es exotérmica, por tanto, es difícil controlar la temperatura, y al aumentar la temperatura la reacción se controla por difusión y se quema la superficie debido a que la estructura interna poco o nada se desarrolla. Una reacción endotérmica, en la que involucra carbón activado, es la reacción con el vapor de agua, ecuación 2:



Esta reacción fue es la reacción principal de obtención del vapor de agua, y en el proceso de activación térmica, los productos de esta reacción pueden reaccionar posteriormente tanto en fase homogénea como en fase heterogénea de acuerdo con las siguientes reacciones:

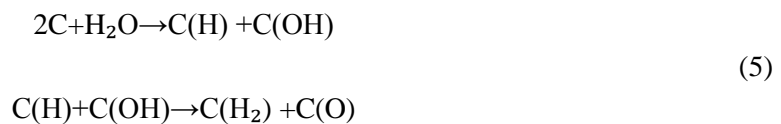


Muchos grupos de investigación han presentado un mecanismo de reacción basado en un conjunto de pasos sencillo, mediante la formación de complejos, que se presenta a continuación:

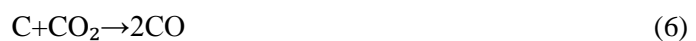


El hidrógeno produce un efecto inhibitor debido a la formación del complejo superficial C (H₂) en los centros activos de la estructura carbonosa.

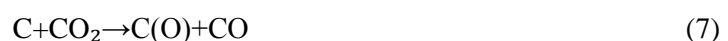
Por otro lado, Long y Sykes propusieron que la primera etapa del mecanismo era la adsorción disociativa de la molécula de agua, formando dos complejos superficiales:



Por tanto, esta reacción es inhibida por la presencia de hidrógeno mientras que la influencia del monóxido de carbono es prácticamente insignificante, aunque plantea controversias. La reacción entre el CO (monóxido de carbono) y el C (carbono) y en una activación con dióxido de carbono se representa (Ecuación 6):



La reacción en la superficie carbonosa de gasificación del carbón con dióxido de carbono transcurre según el siguiente mecanismo:



Las investigaciones cinéticas de estas reacciones con distintos tipos de materias carbonosas no son muy concluyentes sobre la inhibición por formación de complejos superficiales en los centros activos por productos de reacción.

Las reacciones con carbón en el vapor de agua y con dióxido de carbono requieren de absorción de calor, por este motivo las partículas de carbón deben estar en contacto recurrente y eficaz con el agente activante, en otras palabras, la temperatura del gas debe ser superior a la temperatura de reacción.

2.3.3.2. Activación Química

La activación química es un tratamiento termo-químico, que utiliza reactivos químicos activantes como cloruro de zinc, ácido fosfórico, hidróxido de potasio u otros, transformando la materia prima en carbón, pero adquiriendo gran poder de adsorción. Se obtiene mezclando la materia prima seca, con un agente químico activante. La carbonización/activación se realiza en una retorta con una temperatura de tratamiento entre 600 a 1000°C; a temperaturas altas, la activación es mayor. Concluido el proceso, se descarga y se enfría y se lava el carbón para recuperar el agente activador. Luego el carbón activado se filtra y se seca. Los procedimientos químicos de activación son obtenidos por impregnación empleándose sustancias deshidratantes como el cloruro de zinc, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, sulfatos de magnesio y sodio, etc. Al igual que el cloruro de zinc, el ácido fosfórico actúa sobre la materia prima, deshidratándola y combinándose con los compuestos oxigenados e hidrogenados, para dar agua como subproducto. Esta reacción favorece la activación, pues habrá menor cantidad de material volátil incorporado en la estructura del carbón. Los reactivos se mezclan con la materia prima, teniendo en cuenta un tiempo y temperatura de reacción apropiados. Al inicio del tratamiento se produce la carbonización y consecutivamente la activación, produciéndose gases oxidantes y la degradación de las moléculas orgánicas, por deshidratación, restringiéndose así la formación de brea.

El H_3PO_4 , como agente activante de materiales lignocelulósicos, aumenta el volumen de microporos, pero también permite el desarrollo de los demás tamaños de poro de una forma proporcional, lo que produce carbones activados con diferentes volúmenes de microporo, pero con una misma distribución de la microporosidad. El uso de H_3PO_4 como agente activante permite obtener carbones activos con altas capacidades de retención para compuestos orgánicos volátiles, superiores a las que se consiguen empleando otros agentes activantes

Etapas de la activación con H_3PO_4 :

1. Molienda y tamizado del material precursor,
2. Impregnación del material precursor con H_3PO_4 .
3. Tratamiento térmico-químico en una atmósfera anóxica con una temperatura que oscile entre 100 y 200°C, durante 1h aproximadamente, seguido de un tiempo de carbonización a 400-500°C, durante 1h,

4. Lavado, filtrado y secado del carbón activado con H_3PO_4 . Se debe realizar con una relación 1:5 (precursor-agente activante), los cambios en las proporciones dan como resultado carbones con diferentes propiedades intrínsecas), el rendimiento común del carbón activado bajo la relación establecida suele ser del 50%.

La primera activación química con KOH tuvo lugar en los años 70, con el objetivo de producir “carbones superactivados”, pero con la condición de cumplir $3000\text{ m}^2/\text{g}$ de superficie específica. Una diferencia significativa del KOH a diferencia de otros agentes activantes, es el contenido en carbono alto y el bajo contenido de volátiles y, los precursores recurrentes para realizar una activación con KOH son los carbones minerales, coque, carbonizados, etc., las partículas impregnadas con KOH no muestran cambios visibles y no se forma alquitrán en la superficie; este agente produce probablemente la fragmentación de la lignina y hemicelulosa, menos polimerizadas que la celulosa por la presencia de hidroxilos fuertemente nucleofílicos; durante el tratamiento térmico, el KOH produce deshidratación de los componentes de la partícula pero no parece afectar el proceso de carbonización que transcurre de forma similar al material sin impregnar. En la activación con este agente químico se realiza en proporciones entre 2:1 y 4:1, (precursor - suspensión acuosa con agente activante). En la impregnación realizada en un medio acuoso, la activación en atmósfera inerte se lleva a cabo mediante dos tratamientos térmicos consecutivos, El primero a 200°C durante una y el segundo entre 600°C durante una hora.

Un agente deshidratante es el $ZnCl_2$, este agente químico en la activación actúa como es inhibidor de la formación de alquitrán y en la parte estructural otorga mayor porosidad, y es químicamente mejor en la superficialidad del carbón. La activación con ácido fosfórico y cloruro de zinc es similar: ya que se producen reacciones que fragmentan la parte lignocelulósica de la materia prima, esto se da en la fase de impregnación; las partículas impregnadas con H_3PO_4 se vuelven elásticas debido a que el ácido separa las fibras y da lugar un proceso químico denominado despolimerización parcial de la hemicelulosa y de la lignina reduciendo las propiedades mecánicas de los carbones.

2.3.4. Aplicaciones del carbón activo

El carbón activado tiene una amplia gama de aplicaciones tanto en su consistencia en polvo como granular, en medio líquido y gaseoso. Las aplicaciones en medio líquido más frecuentes son decoloración de licores, tratamiento de aguas residuales (eliminación de olor, color, sustancias químicas, entre otras), mejora de bebidas alcohólicas fermentativas, purificación de grasas y aceites comestibles, purificación de proteínas, en metalurgia para la separación de elementos metálicos, entre otras. En un medio gaseoso las aplicaciones más frecuentes se dan en la separación de gases y almacenamiento de los mismos, en máscaras antigás, en los procesos de

producción de alimento. Existen también aplicaciones en los filtros de cigarrillos y plantillas de calzados. El carbón activado se aplica en medio acuoso en su estado físico granulado y también pulverizado, y este último es frecuentemente requerido en medio gaseoso.

2.3.4.1. Aplicaciones del carbón activo en soluciones acuosas: purificación de aguas.

El carbón activado se utiliza conjuntamente con los procesos de tratamiento convencional de agua, para mejorar la calidad estética (sabor, olor, color) y reducir la probabilidad que potencialmente compuestos tóxicos lleguen al consumidor.

La purificación de agua es la aplicación más importante del carbón activado. Actúa con tanta eficiencia que la adsorción con carbón activado es reconocida como la mejor tecnología de control para el tratamiento de agua. Es previsible que el consumo de carbón crezca en la medida que las ciudades demanden más agua, porque aumenta la densidad de población y el estándar de vida.

Es una práctica común, liberar el agua tratada a las vías navegables, así, muchos productos farmacéuticos como antibióticos y medicamentos hormonales y productos de cuidado personal, están presentes en fuentes de agua potable; estos, en poco tiempo, tienden a convertirse en un problema importante y se sabe que pueden perturbar el sistema endocrino de los animales, incluyendo seres humanos; la eliminación de sabores y olores que, aunque no son un problema de salud, son de preocupación para los consumidores, y da lugar a quejas ante las autoridades encargadas del suministro y control de calidad del agua.

Existen carbones activados preparados a partir de diversos materiales que como precursores, proporcionan al carbón diferentes características en porosidad y capacidad de adsorción; adicionalmente, los carbones activados se pueden modificar en sus características superficiales incorporando átomos o moléculas que permitan al carbón una mayor capacidad de adsorción o cierta selectividad por algún adsorbato en particular.

2.4. Adsorción

La adsorción es una operación de separación en la que se busca la separación de un componente (adsorbible) disuelto en una corriente, gas o líquida, por retención sobre un sólido (adsorbente). Cuando el soluto es retenido sobre una superficie adsorbente es denominado adsorbato. La adsorción es, por tanto, un fenómeno superficial que implica el aumento de la concentración de un determinado compuesto sobre la superficie de un sólido.

La separación por adsorción se basa en tres mecanismos diferentes: estérico, cinético y de equilibrio. En el proceso de separación estérico, el adsorbente tiene poros de dimensiones tales que permite el paso sólo de las moléculas más pequeñas. El mecanismo de equilibrio es un proceso

donde los adsorbentes tiene particularmente afinidad para acomodar distintas especies: se elimine rápidamente la partícula o especie que se retenga más fuerte. El mecanismo cinético se fundamenta en las diferentes velocidades de difusión de los compuestos en los poros: el tiempo de exposición determina que la especie que difunda más rápidamente sea la que se elimine preferentemente retenida por el sólido.

El fenómeno de la adsorción se debe a fuerzas presentes en la parte superficial del adsorbente. Las fuerzas que existentes entre un sólido o líquido son naturaleza similar a las del agente adsorbente, y el desequilibrio de fuerzas es el motivo por el que aparecen en la superficie del adsorbente, dando como resultado una fuerza atractiva neta equivalente a la superficie del mismo. Atendiendo a la naturaleza de las fuerzas que provocan el fenómeno se acostumbra a distinguir entre dos tipos de adsorción:

- Adsorción física o fisisorción.
- Adsorción química o quimisorción.

La adsorción física o fisisorción, es causada por las fuerzas de Van der Waals. Los electrones no se comparten ni transfieren en las moléculas, razón por la que la adsorción es totalmente reversible en el sentido de la recuperación total del adsorbato, pudiendo producirse la desorción a la misma temperatura. La adsorción física no es específica y, en general, progresa hasta la formación de multicapas. El calor de adsorción es bajo, siendo normalmente entre los 5 - 40 kJ/mol.

En la adsorción química o quimisorción, se producen verdaderos enlaces químicos, entre el adsorbente y el adsorbato, tendiendo el mismo, por lo tanto, a ser un fenómeno irreversible. Al contrario de lo que ocurría con la fisisorción, la quimisorción es específica, teniendo lugar solamente en determinadas zonas que se denominan centros activos. Dado que en la quimisorción se producen verdaderos enlaces químicos, los calores de adsorción son del mismo orden de magnitud que los de las reacciones químicas, entre 83.6 y 418 kJ/mol. Además, es un proceso activado, lo que provoca que se favorezca con el aumento de la temperatura al contrario de la fisisorción que se incrementa a medida que la temperatura disminuye (Húmpola, 2013, pp. 112–113).

En la práctica lo más común es la adsorción intermedia que no puede ser incluida en ninguno de los dos tipos anteriores. La gran mayoría de los fenómenos de adsorción en los que intervienen moléculas orgánicas son resultado de interacciones entre elementos estructurales del adsorbato y adsorbente. (Húmpola, 2013, pp. 112–113). La interacción denominada “adsorción específica” a diferencia de la adsorción física. Este tipo de adsorción presenta un intervalo muy amplio de energías de enlace que van desde valores asociados con la adsorción física, hasta valores típicos de la quimisorción.

2.4.1. Equilibrio de adsorción.

La capacidad de equilibrio expresa la distribución del equilibrio de adsorción que existe en una proporción definida de soluto que se encuentre entre dos fases: sólida y líquida. En la Ecuación 8 se expresa de manera matemática:

$$q_e = \frac{C_o - C_e}{W} \cdot V \quad (8)$$

Siendo q_e la capacidad de equilibrio, que informa de la concentración de adsorbato en fase sólida (mmol/g), C_o es la concentración inicial de adsorbible en fase líquida (mmol/L), C_e es la concentración de adsorbible en fase líquida en el equilibrio (mmol/L), V es el volumen de disolución (L) y W es la masa de adsorbente (g). Las isothermas de adsorción son curvas construidas a partir de pares (C_e, q_e) a una temperatura constante, a continuación, se detallan las más utilizadas en el tratamiento de procesos experimentales.

2.4.1.1. Isotherma de Freundlich

La Isotherma de Freundlich es una ecuación empírica que sirve para describir las características de adsorción del carbón activado empleado en el tratamiento de aguas residuales. Esta ecuación asume que la adsorción se da en una superficie energéticamente heterogénea por medio de un mecanismo de adsorción en multicapa (Liu et al., 2010, pp.348–356): La isoterma de Freundlich es la siguiente:

$$q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}} \quad (9)$$

Donde, q_e : cantidad adsorbida por peso unitario de adsorbente (carbón) (mmol/g); C_e : concentración de equilibrio del adsorbato en solución después de la adsorción (mmol/L); K_F, n : constantes empíricas (mmol/g(mmol/L)ⁿ), n es un parámetro que representa la heterogenicidad energética e intensidad de los sitios de adsorción (adimensional). La adsorción se considera como satisfactoria cuando la constante de Freundlich n toma valores en el rango 1-10 (Foo et al., 2010, 2–10). La constante de la isoterma de Freundlich se determina por medio de una gráfica que muestra la relación entre (q_e) y C , empleando la ecuación 10:

$$\log(q_e) = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (10)$$

2.4.1.2. Isotherma de Langmuir

El modelo de Langmuir expresa la suposición de que existe un límite máximo de adsorción correspondiente a una monocapa saturada de moléculas de adsorbato sobre la superficie de

adsorbente. En este modelo, todos los sitios de adsorción tienen la misma energía de activación y se asume que la energía de adsorción para la primera capa es mucho mayor, y la adsorción en multicapas es solo posible a presiones mayores a las requeridas para completar la monocapa.

Ecuación empírica de Langmuir:

$$q_e = \frac{q_o K_L \cdot C_e}{1 + K_L \cdot C_e} \quad (11)$$

Donde:

q_e = cantidad adsorbida por peso unitario de adsorbente (carbón) (mmol/g).

q_o = es la capacidad de adsorción máxima por unidad de masa de carbón (mmol/g).

K_L = constante empírica que se relaciona con la energía libre de la adsorción (L/mmol)

C_e = concentración de equilibrio de adsorbato en solución después de la adsorción.

La isoterma de adsorción de Langmuir se aplica si:

- Existe un número fijo de puntos disponibles en la superficie adsorbente, con la misma energía entre ellos.
- Es reversible la adsorción.

Las constantes de la ecuación de Langmuir se pueden determinar dibujando $C/(x/m)$ frente a C empleando la ecuación anterior expresada de la siguiente forma:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_o K_L} + \frac{1}{q_o C_e} \quad (12)$$

Las características esenciales de la isoterma de Langmuir, se pueden expresar mediante una constante adimensional llamada Factor de Separación (parámetro de equilibrio) R_L , el cual se define mediante la ecuación:

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_o} \quad (13)$$

La adsorción se considera irreversible cuando $R_L=0$, favorable cuando $0 < R_L < 1$, lineal cuando $R_L=1$, y no favorable cuando $R_L > 1$.

2.4.2. Cinética Química

La cinética química estudia la rapidez de las reacciones químicas, y los factores que interviene en la velocidad de reacción química (pH, temperatura, constante dieléctrica, entre otras). El objetivo de la cinética química es obtener una tabla de valores de concentraciones en función del tiempo y plantear una ecuación de velocidad.

En la adsorción es imperativo la identificación de la rapidez, para la elaboración de un diseño y la evaluación de adsorbentes, ya que este es un proceso que depende del tiempo. La representación de los modelos cinéticos de adsorción se da por medio de dos criterios: la carga existente en el adsorbente y/o la concentración de la solución.

2.4.2.1. Ley de rapidez

Se tiene una reacción:



La rapidez está establecida por la relación:

$$r = \frac{1}{a} \frac{-d[A]}{dt} = \frac{1}{b} \frac{-d[B]}{dt} = k [A]^\alpha [B]^\beta \quad (15)$$

Donde: **k** es la constante de rapidez de la reacción.

Orden de reacción: las concentraciones de los reactivos elevados a una potencia “x”, son directamente proporcionales a la rapidez de reacción.

$$r = k[A] \quad (16)$$

2.4.2.2. Reacciones de pseudo-primer orden

Las reacciones de pseudo-primer orden son reacciones de segundo orden del tipo:



La ley de rapidez para la cinética original de segundo orden toma la forma de una de primer orden.

$$\frac{d[A]}{dt} = k [A] [B] \quad (18)$$

Si $[B] \gg [A]$ $[B] = \text{constante}$

$$\frac{d[A]}{dt} = k'' [A] \quad (19)$$

Donde: $k'' = k [B]$

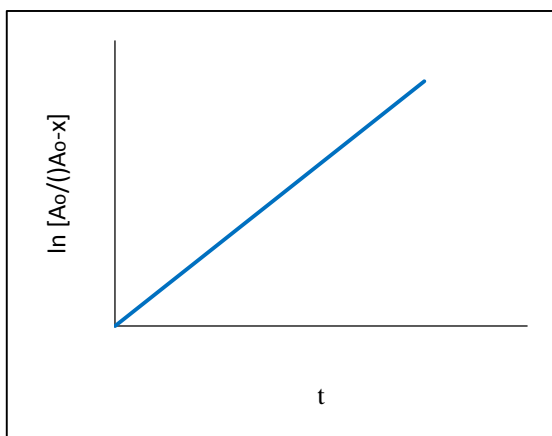


Gráfico 1-2. Pendiente (k [B]) de reacción de pseudo-primer orden

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

El modelo de Lagergren (pseudo-primer orden) se describe matemáticamente por la ecuación 20.

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 [q_e - q_t] \quad (20)$$

Donde: K_1 (min^{-1}) es la constante cinética de adsorción de primer orden y q_e es la carga de colorante en el equilibrio, bajo las condiciones de contorno $t = 0$ con $q_t = 0$ y $t = t$ con $q_t = q_t$, de forma integrada tenemos la ecuación 21.

$$q_t = q_e (1 - e^{-k_1 t}) \quad (21)$$

2.4.2.3. Reacciones de pseudo-segundo orden

El modelo de Ho es un modelo del proceso que envuelve al mecanismo de quimiadsorción; su objetivo es estimar la carga en equilibrio, ecuación 22.

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 [q_e - q_t]^2 \quad (22)$$

Donde: K_2 ($\text{g mg}^{-1}\text{min}^{-1}$) es la constante cinética de adsorción de segundo orden, se representa mediante la ecuación 23.

$$q_t = \frac{k_2 q_e^2 t}{1 + k_2 q_e t} \quad (23)$$

El modelo de Elovich, de quimiadsorción, dicta los sitios activos del adsorbente y las diferentes energías de activación, según el mecanismo de reacción de segundo orden para un proceso de reacción heterogénea, ecuación 24.

$$\frac{dq_t}{dt} = \alpha e^{-\beta q_t} \quad (24)$$

Donde: α ($\text{mg g}^{-1} \text{min}^{-1}$) es la velocidad inicial de adsorción y β es la relación entre la superficie y la energía de activación de quimiadsorción; ecuación 25.

$$q_t = \frac{1}{\beta} \ln(\beta \alpha t) \quad (25)$$

2.4.3. Adsorción en soluciones acuosas

La adsorción líquido-sólido contiene dos componentes (disolvente y soluto) que pueden formar una capa compacta en la superficie del adsorbente. Debido a esto, no existen zonas vacías en la superficie del sólido y sólo es posible la sustitución de moléculas de un componente por otro.

La adsorción líquido-sólido es compleja debido a que la variedad de fuerzas de interacción que intervienen en la interacción adsorbato-disolvente, adsorbente-disolvente y adsorbato-adsorbato. Este hecho motiva que la afinidad de un compuesto por un adsorbente determinado dependa también del disolvente en que se encuentre disuelto. Por ejemplo, en la adsorción de compuestos orgánicos de series homólogas se observa una regularidad en las cantidades adsorbidas. Este hecho, conocido como regla de Traube, muestra la importancia de las fuerzas de interacción adsorbente-adsorbato. Sin embargo, debido a las interacciones adsorbato-disolvente, este orden de adsorción puede invertirse dependiendo del carácter polar del disolvente. La influencia del adsorbente y del disolvente ha sido puesta de manifiesto en la adsorción de orto, meta y p-nitrofenoles en soluciones de metanol o benceno sobre carbón y alúmina, además, los derivados meta, con mayor momento dipolar, eran los que mejor se adsorbían sobre alúmina (polar) a partir de disoluciones de benceno (apolar), mientras que los derivados orto, con menor momento dipolar, se adsorbían preferentemente sobre carbón (apolar) a partir de disoluciones de metanol (polar) (Sontheimer et al., 1988, pp.35-37).

Las interacciones adsorbato-adsorbato han sido puestas de manifiesto por el mismo autor que observó que la adsorción de algunos surfactantes iónicos (electrólitos parafínicos de cadena larga) sobre alúmina presentaba isothermas sigmoideas. Esto debido a que la adsorción tenía lugar en dos etapas. En la primera habría una adsorción monomolecular, al ser atraídos los grupos polares de

las moléculas por los centros activos de la alúmina, mientras que en la segunda se formarían más capas debido a las fuerzas de Van der Waals entre las cadenas no polares de las moléculas.

De todo lo expuesto se puede deducir que la adsorción se ve favorecida cuanto menor es la afinidad del adsorbato por el disolvente y mayor lo es por el adsorbente. Más recientemente Groszek, puso de manifiesto la reversibilidad o irreversibilidad de la adsorción de metales pesados en soluciones diluidas sobre carbones gráficos. El trabajo muestra que, en todos los casos, una proporción significativa de solutos es adsorbida irreversiblemente, al mismo tiempo, también tiene lugar la adsorción reversible del soluto.

2.4.3.1. Adsorción de compuestos presentes en el agua

La capacidad que tiene un carbón activado de adsorber compuestos contaminantes en el agua depende del tipo de compuesto que se requiera eliminar, las especies que tengan un peso molecular elevado y por ende baja solubilidad son fáciles de adsorber. La concentración en que se encuentre el compuesto es importante, cuanto más baja sea su concentración mejor la adsorción. El pH del medio es importante ya que en medios ácidos son más fácil remover compuestos contaminantes.

Tabla 1-2: Compuestos con **muy alta probabilidad** de ser eliminados por el carbón activo:

2,4-D	Deisopropiltatracina	Linuron
Alacloro	Desetilatraccina	Malation
Aldrin	Demeton-O	MCPA
Antraceno	Di-n-butilftalato	Mecoprop
Atraccina	1,2-Diclorobenceno	Metazaclor
Azinfos-etil	1,3-Diclorobenceno	2-Metil bencenammina
Bentazona	1,4-Diclorobenceno	Metil naftaleno
Bifenil	2,4-Diclorocresol	2-Metilbutano
2,2-Bipiridina	2,5-Diclorofenol	Monuron
Bis(2-Etilhexil) Ftalato	3,6-Diclorofenol	Naftaleno
Bromacil	2,4-Diclorofenoxi	Nitrobenceno
Bromodiclorometano	Dieldrin	m-Nitrofenol
p-Bromofenol	Dietilftalato	o-Nitrofenol
Butilbenceno	2,4-Dinitrocresol	p-Nitrofenol
Hipoclorito de calcio	2,4-Dinitrotolueno	Ozono
Carbofurano	2,6-Dinitrotolueno	Paration
Cloro	Diuron	Pentaclorofenol
Dióxido de cloro	Endosulfan	Propaccina
Clorobenceno	Endrin	Simaccina
4-Cloro-2-nitrotolueno	Etilbenceno	Terbutrin
2-Clorofenol	Hezaclorobenceno	Tetracloroetileno
Clorotolueno	Hezaclorobutadieno	Triclopir

Criseno	Hexano	1,3,5-Trimetilbenceno
m-Cresol	Isodrin	m-Xileno
Cinacina	Isooctano	o-Xileno
Ciclohexano	Isoproturon	p-Xileno
DDT	Lindano	2,4-Xilenol

Fuente: LENNTECH, 2018.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 2-2: Compuestos con **alta probabilidad** de ser eliminados por el carbón activo:

Anilina	Dibromo-3-cloropropano	1-Pentanol
Benceno	Dibromoclorometano	Fenol
Alcohol bencílico	1,1-Dicloroetileno	Fenilalanina
Ácido benzoico	cis-1,2- Dicloroetileno	Ácido o-ftálico
Bis(2-cloroetil) éter	trans-1,2- Dicloroetileno	Estireno
Bromodichlorometano	1,2-Dicloropropano	1,1,2,2-Tetracloroetano
Bromoformo	Etileno	Tolueno
Tetracloruro de carbono	Hidroquinona	1,1,1-Tricloroetano
1-Cloropropano	Metil Isobutil Ketona	Tricloroetileno
Clorotoluron	4-Metilbencenamina	Acetato de vinilo

Fuente: LENNTECH, 2018.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 3-2: Compuestos con **probabilidad moderada** de ser eliminados por el carbón:

Ácido acético	Dimetoato	Metionina
Acrilamida	Etil acetato	Metil-tert-butil éter
Cloroetano	Etil éter	Meti etil ketona
Cloroformo	Freón 11	Piridina
1,1-Dicloroetano	Freón 113	1,1,2-Tricloroetano
1,2-Dicloroetano	Freón 12	Cloruro de vinilo
1,3-Dicloropropeno	Glifosato	

Fuente: LENNTECH, 2018.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 4-2: Compuestos para cuya eliminación **no es probable** que el carbón activo sea efectivo:

Acetona	Cloruro de metileno
Acetonitrilo	1-Propanol
Acrilonitrilo	Propionitrilo
Dimetilformaldehido	Propileno
1,4-Dioxano	Tetrahidrofurano
Isopropil alcohol	Urea
Cloruro de metilo	

Fuente: LENNTECH, 2018.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

2.5. Espectrofotometría

La espectrofotometría UV-visible es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución (Díaz, et al., 2010, pp.8-10). Se basa en la capacidad de las moléculas en absorber radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración (Díaz, et al., 2010, pp.8-10).

La estructura atómica y las condiciones del medio (pH, temperatura, fuerza iónica, constante dieléctrica) van a determinar las longitudes de onda que una molécula puede absorber y la eficiencia con la que se absorben, este método sirve principalmente para determinar y caracterizar una biomolécula. Las moléculas pueden absorber energía luminosa y almacenarla en forma de energía interna, permitiendo el funcionamiento de ciclos vitales como la fotosíntesis en plantas y bacterias. Cuando una molécula absorbe luz esta pasa de un estado energético fundamental a un estado excitado. Sólo se absorbe energía que permita el salto a un estado excitado.

Ecuación energética de los fotones:

$$E_{\text{fotón}} = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda \quad (14)$$

Donde: c es la velocidad de la luz, ν es su frecuencia, λ su longitud de onda y $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J·s es la constante de Planck.

Las moléculas de una sustancia absorben fotones a través del haz de luz (longitud de onda). La absorción puede ser: ultravioleta cercano ($\lambda \approx 325-420$ nm), y visible ($\lambda \approx 420-900$ nm). Las moléculas al absorber un fotón se excitan, pasando un electrón de un orbital del estado fundamental a un orbital excitado, ecuación 27:



Como la energía se conserva, la diferencia de energía entre el estado fundamental de la molécula (A) y su estado excitado (A*) debe ser exactamente igual a la energía del fotón. Es decir, una molécula sólo puede absorber fotones cuya energía $h \cdot \nu$ sea igual a la energía de un estado molecular excitado. El espectro de absorción de luz en función de la longitud de onda, constituye una verdadera señal de identidad de cada sustancia o molécula.

Cuando dos o más sustancias aparecen mezcladas en una misma muestra sus espectros de absorción aparecen superpuestos tal como se representa en la figura 3-2.

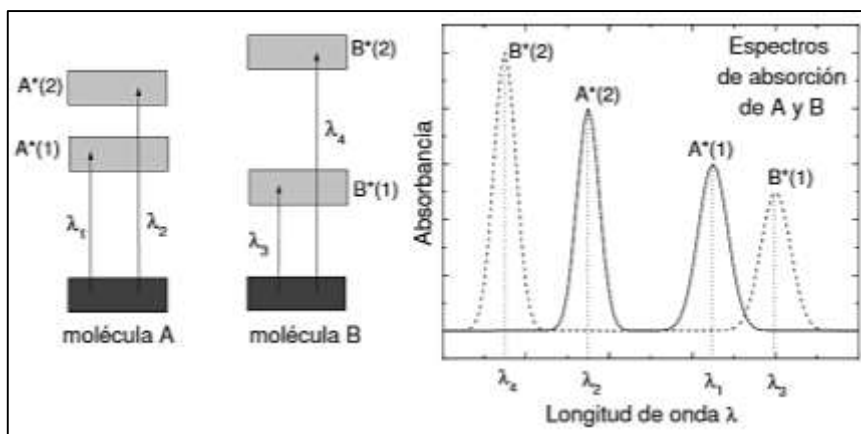


Figura 3-2: Espectros de absorción superpuestos.

Fuente: Menéndez, 2006

2.5.1. Transmítancia y absorbancia

Una transmitancia (T) del 100%, se produce cuando no se absorbe radiación por una sustancia, es decir no se altera su intensidad. Si la radiación es absorbida parcialmente, la transmitancia será inferior al 100%. El porcentaje transmitido disminuye en proporción logarítmica con la cantidad de sustancia presente. Como esta disminución es logarítmica se introduce por conveniencia práctica el término absorbancia (A): $A = -\text{Log}T$; o $A = 2 - \text{Log} \%T$.

Un porcentaje de 100% de transmitancia equivale a 0 % de absorbancia.

2.5.2. Espectrometría Infrarroja

La radiación infrarroja tiene radiaciones con longitudes de onda desde 0.5 μm hasta 1mm, pero la radiación infrarrojo medio se encuentra entre 2 y 20 μm , y esta es de interés en el análisis de los compuestos orgánicos.

La espectroscopia de infrarrojo es una técnica de caracterización fisicoquímica que usa la excitación de los modos de vibración de las moléculas para absorber radiación infrarroja. Los enlaces químicos entre dos átomos se encuentran en estado de vibración.

El espectro de IR de un compuesto demuestra la absorción que sucede en la región infrarroja en función de la frecuencia de radiación. La cantidad de radiación absorbida se mide como % de Transmitancia, T. Es necesario saber que cada molécula o grupo funcional tiene una absorción propia, es una característica intrínseca de la materia, y una longitud de onda única, dependiendo de estos datos se puede identificar los grupos funcionales de cada compuesto.

2.5.2.1. Espectrofotómetro de transformada de Fourier

En este tipo de espectrofotómetro se hace incidir todo el espectro de longitudes de onda sobre la muestra de forma que todas las frecuencias son detectadas simultáneamente. De esta manera no es necesaria la presencia de un monocromador.

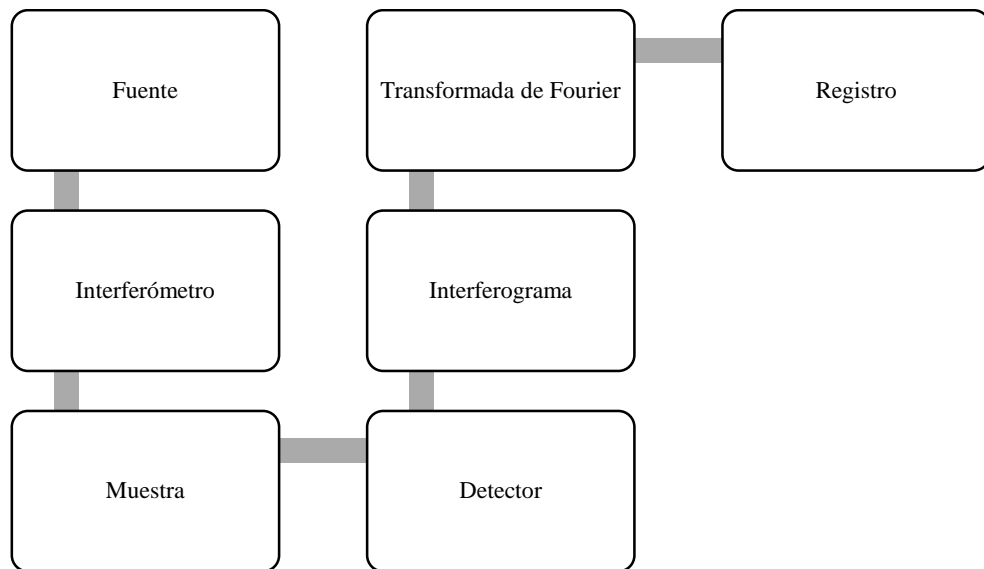


Gráfico 2-2: Esquema de un espectrofotómetro IR de transformada de Fourier

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

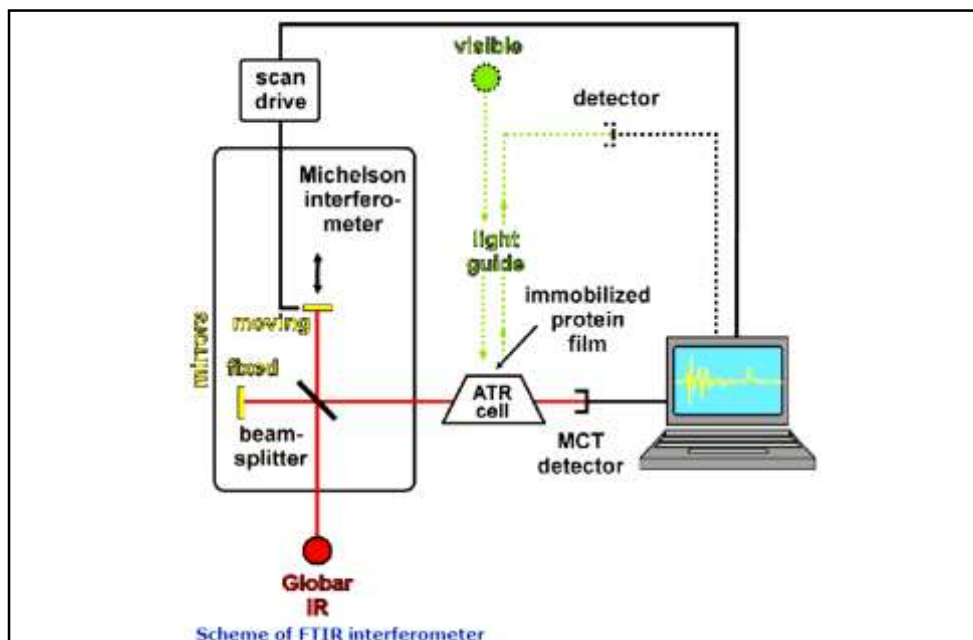


Figura 4-2: Esquema de un espectrofotómetro IR de transformada de Fourier

Fuente: Menéndez, 2006

El haz de luz ingresa en el interferómetro incide en separador del haz y se divide en dos haces, en dirección al espejo fijo y al móvil, ya reflectados ambos haces se recogen otra vez en el separador

del haz o beamsplitter y el haz resultante se dirige al compartimiento que contiene la muestra. La radiación transmitida se almacena como una señal de interferencias denominado interferograma, se le aplica la operación Transformada de Fourier para obtener como resultado final un espectro.

2.5.2.2. Componentes del espectrofotómetro

En la Figura 5-2 que se muestra los componentes de un espectrofotómetro, entre las partes funcionales más relevantes se numera:

1. La fuente luminosa
2. El monocromador
3. El portador de muestras
4. El sistema detector
5. El sistema de lectura

Los componentes enumerados corresponden son las partes básicas o generales de un espectrofotómetro, existen muchos con especificaciones que se incorporan para el análisis específico de muestras. A continuación, una explicación de los mencionados se encuentra en el esquema.

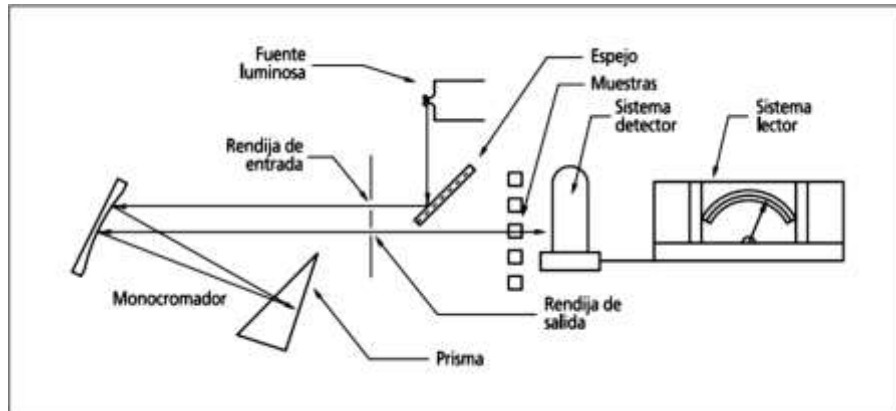


Figura 5-2: Esquema de los componentes del espectrofotómetro

Fuente: Abril, et al, 2016

2.5.2.3. Espectrofotómetro Infrarrojo JASCP FTIR-4100

Este instrumento de análisis instrumental consta de un accesorio ATR Specac MKII Golden Gate con cristal de diamante cuya función es analizar la medida de la reflectancia total atenuada (ATR), el controlador de temperatura automático Specac West 6100+ permite alcanzar una temperatura de 200 °C. Se trabaja preferiblemente en un rango de entre 4000 y 500 cm^{-1} (Aznar, 2000, pp.12-19).



Figura 6-2: Espectrómetro FT-IR por transformada de Fourier. FT/IR Jasco FTIR-4200

Fuente: Jasco, 2016

2.5.2.4. Spectra Manager II

Es la plataforma de análisis software, utilizada en el Laboratorio de Química Instrumental de la ESPOCH, las aplicaciones que presenta para el control y análisis de datos son compatibles con los sistemas operativos vigentes de Microsoft (Windows 7 Pro, Windows 8.1 y Windows10) esta proporciona una interfaz personalizable a los estudiante, resistas y docentes que hagan uso de ella, su principal función es la identificación de grupos funcionales de las muestras en control de calidad, tratamiento de medios, etc,

2.6. La microscopía electrónica de barrido SEM

La microscopia electrónica de barrido o SEM utiliza las técnicas de microscopia óptica en la que se sustituye el haz de luz por un haz de electrones, llegando a alcanzar 100 \AA de resolución siendo superior al microscopio óptico común.

El microscopio electrónico de barrido o SEM (Scanning Electron Microscopy), hace uso de electrones envés de un haz de luz, con el objetico de generar imágenes a gran escala de la superficie de una materia. La funcionalidad del microscopio se describe para la observación y caracterización de la superficie de sólidos orgánicos e inorgánicos.

Según las especificaciones del microscopio electrónico posee gran variedad de detectores, cabe destacar el detector de energía dispersiva EDS (Energy Dispersive Spectrometer) ya que este nos permite realizar diversos análisis semicuantitativos de la distribución de elementos en superficies (Lozano, et al., 2010, pp. 1-6), análisis requerido para la caracterización.

2.6.1. Microscopio electrónico de barrido (SEM) JSM-IT200

Es un microscopio multifuncional que utiliza un interfaz de usuario intuitivo. El JSM-IT200 realiza el análisis elemental por EDS (Espectrometría de dispersión de energía de rayos X) totalmente integrado. En su versión LA incluye la capacidad de análisis EDX (Espectrometría de

dispersión de longitud de onda de rayos X) en un interfaz totalmente integrado en el software de control del microscopio.

Capacidad de selección continua del voltaje de aceleración en el rango 0.5 – 20kV (30kV opcional) y de la presión de trabajo en bajo vacío entre 1 y 100Pa. Alcanza una resolución máxima de 4nm a 20kV y máximos aumentos de x 300000.



Figura 7-2: Microscopios Electrónicos de Barrido (SEM). JSM-IT200

Fuente: COASIN, 2018

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Análisis físico-químico del Agua

La población estimada entre las comunidades de Puruhaypamba y Pungalapamaba es de 45 habitantes, según datos otorgados por el GAD parroquial de Pungalá, la cual se abastece de recurso hídrico del punto de captación Ucsupñay. Para el análisis de calidad de agua se tomaron muestras en el punto de captación, del tanque de almacenamiento y de una de las viviendas de los beneficiarios que es el punto final de la red de distribución del agua.

3.1.1. Toma de muestras

Se llenó el recipiente de muestreo, previamente etiquetado, con una muestra de agua del cuerpo hídrico, se registró la localización del punto de muestreo con GPS. Se caracterizó del sitio con fotografías. La toma de muestras se realiza sumergiendo el vaso de muestra contra corriente, de manera que se evite la introducción de aire (CELEC EP, 2011, pp.4-46).

3.1.2. Sellado de recipientes

Una vez envasadas las muestras, las botellas se sellan secando la parte superior de la botella con papel absorbente y se envuelve la boca del recipiente y la tapa rosca con cinta de enmascarar (masking tape), para asegurar que la tapa no se afloje (CELEC EP, 2011, pp.4-46).

3.1.3. Entrega de muestras al laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizaron en el laboratorio de Calidad de Agua de la Universidad Nacional de Chimborazo, UNACH. La persona encargada del muestreo mantiene la custodia de las muestras y está encargada de llevar las muestras al laboratorio (CELEC EP, 2011, pp.4-46).

3.1.4. Determinación de Parámetros

3.1.4.1. Sólidos

La determinación de sólidos totales (ST) se realizó, conforme a la norma NTE INEN 2169:2013, evaporando un 100mL de muestra y secando el residuo en estufa a 105 °C, se pesó el residuo,

indicándose el resultado en mg/L. Esta medida nos permite conocer el contenido total de sustancias no volátiles presentes en el agua (NTE INEN 2169:2013, 2013).

Los sólidos sedimentables (Ss) se determinaron por decantación (NTE INEN 2169:2013) a partir de un litro de muestra dejado en reposo en un cono Imhoff durante una hora, las unidades del residuo sedimentado en el fondo del cono son mL/L. Los sólidos disueltos (SD) se determinaron gravimétricamente mediante filtración a vacío, con filtros de fibra de vidrio de borosilicato de diámetro de poro de 0,45 μm , de 10L de volumen de agua bruta, denominándose Sólidos en Suspensión (SS), (UNE-EN 872:1996) expresado como mg/L. Los sólidos disueltos (SD) son el residuo del filtrado secado a 105 °C y se expresa en mg/L (Aznar, 2000, pp.12-19).

3.1.4.2. Temperatura

La temperatura se determinó en el mismo lugar de toma de muestras, “in situ”, mediante termometría (UNE, 2012). Las aguas provenientes de procesos industriales vertidas a los flujos de agua generan un aumento en la temperatura de forma anormal (Aznar, 2000, pp.12-19).

3.1.4.3. Color

La determinación del color se efectuó visualmente empleando luz diurna difusa sobre fondo blanco, y con un espectrofotómetro. El color que presenta el agua puede ser aparente (agua bruta) o verdadero (agua sin sólidos en suspensión) (UNE-EN ISO 2012). La determinación del color se realizó en las veinticuatro horas posteriores a la toma de muestra, conservándose las mismas refrigeradas (2-5 °C) y en la oscuridad, según lo dicta la norma (Aznar, 2000, pp.12-19).

3.1.4.4. Oxígeno disuelto (OD)

Se determinó mediante un electrodo de membrana (NTE INEN 2169:2013), expresando en mg/L de oxígeno disuelto en una muestra de agua. El OD es un parámetro muy relacionado con la temperatura del agua y su valor disminuye o aumenta con ella (Aznar, 2000, pp.12-19).

3.1.4.5. Conductividad (A_o)

Se determinó con la ayuda de un electrodo conductimétrico, expresándose el resultado en microsiemens cm^{-1} ($\mu\text{S cm}^{-1}$). Las muestras se conservaron en frascos de polietileno, en refrigeración (2-4 °C) y oscuridad durante un máximo de 24 h, teniendo la precaución de termostatarlas a 25 °C antes de realizar la determinación (Aznar, 2000, pp.12-19).

3.1.4.6. Dureza

La dureza se determinó por separado, primero el contenido en calcio y después el de magnesio de la muestra, expresándose en mg de Ca^{2+} equivalente/L (Aznar, 2000, pp.12-19).

3.1.4.7. Cloruro (Cl)

Los cloruros se determinaron por valoración o potenciométricamente (UNE, 2012). El cloro libre y combinado se determinó por espectrofotometría (UNE, 2006) (Aznar, 2000, pp.12-19).

3.1.4.8. Nitritos (NO_2) Y Nitratos (NO_3)

Los compuestos de nitrógeno se calcularon mediante el mismo método (método Kjeldhal) (UNE, 2014). Los nitratos y nitritos se determinaron mediante espectrofotometría de adsorción (UNE, 2014).

3.1.4.9. Turbiedad

Para la determinación de la turbiedad, se realizó en el turbidímetro, este debe estar estabilizando y calibrado (Romero, 1999, pp.54-58). Se debe agitar la suspensión, enjuagar las celdas dos veces con la suspensión patrón y llenar la celda. Una vez colocada la celda en el porta-celda se toma tres lecturas, que deben ser homogéneas (realizar la lectura para cada patrón) (NTE INEN 2169:2013).

3.1.4.10. Sulfatos

Para el análisis de sulfatos, se prepara un blanco con agua destilada y cloruro bórico, se ajusta la absorbancia a un valor de 0 (NTE INEN 2169:2013). Se coloca 10 ml de la muestra de agua en un matraz Erlenmeyer de 50 mL y se le añade 1 mL de la solución ácida acondicionadora, se mezcla bien y se agregan 0.5 g de $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, se agita durante 1 minuto, y por último se transfiere la muestra a una celda de 1 cm del espectrofotómetro para leer la absorbancia a una longitud de onda de 420 nm dentro de los 2 minutos siguientes (Harris, 2004, pp.112-113).

3.1.4.11. Fosfatos

En matraces aforados de 25 ml se pipetea alícuotas de la muestra de agua, de forma que la concentración final de fosfato sea de 3, 5, 10, 15 y 20 mg/L. Se agregan 10 mL de la disolución vanado-molibdato amónico a cada una de ellas y se enrasa con agua destilada. Se agitó cada matraz para homogeneizar la disolución y se dejó reposar 10 minutos para que tenga lugar el desarrollo del color. Es necesario preparar además un blanco (disolución con 10 ml de vanado-molibdato, sin fosfato) (Harris, 2004, pp.112-113).

Para prepara las muestras problemas se pipetea 5 ml de la muestra de agua y se pasa a un matraz aforado de 25 ml. Se añade 10 ml de disolución vanado-molibdato y se llena al tope con agua destilada. Se debe repetir este procedimiento otras 2 veces más para tener 3 muestras problema, y por último se dejar reposar 10 minutos (Harris, 2004, pp.112-113).

Tabla 1-3: Equipos utilizados para la determinación de los parámetros físico-químicos.

Equipos	Determinaciones	Unidades
Multiparámetros	PH	-
	Conductividad	°C
	Oxígeno Disuelto	µS/cm
	Temperatura	mg/L
Espectrofotómetro	Cloro Residual	mg/L
	Dureza	mg/L
	Sulfatos	mg/L
	Fosfatos	mg/L
	Sólidos suspendidos	mg/L
	Fluoruros	mg/L
	Turbiedad	F.T.U
	Color	Unidades PT-Co
Parámetros de carácter físico-químico	Cloruros	mg/L de Cl
	Alcalinidad	CaCO ₃ /L

Fuente: NTE INEN 2169, 2013 (Técnicas generales para la conservación de muestras – análisis físico-químico)

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

3.2. Trabajo de Campo

El trabajo campo se basó en primera instancia en el reconocimiento del área de estudio mediante la visita del lugar para la visualización, verificación y control de la fuente y puntos de muestreo dentro de las comunidades. Con este fin se necesitó del aporte del GAD parroquial de Pungalá y del jefe de la comunidad Puruhaypamba para que se nos facilite las visitas al campo.

La toma de muestras se realizó en la fuente de agua de consumo, tanque de almacenamiento y las casas de la comunidad, esto una vez por semana durante un mes que fue el periodo tomado en cuenta para el trabajo de campo.

Se conversó con los dirigentes y varios de los habitantes de la zona de estudio, se analizó la información del PDIOT del GAD de la parroquia Pungalá, y se determinó que la principal actividad económica a la que se dedican los moradores del sector es a la agricultura, y que el 11.4% de la totalidad de su territorio (45.58 ha aproximadamente), está dedicado a esta actividad. Las especies vegetales más cultivadas son tubérculos como papa o remolacha, cereales como la cebada o el maíz, hortalizas como la zanahoria o cebolla y legumbres como frijoles o habas,

muchos de ellos se cultivan y cosechan por temporadas, Producto de actividad agroindustrial existe una gran generación de residuos sólidos vegetales (biomasa), la mayor parte de ellos son reutilizados como abono para plantas, y en su mayoría como fuente de alimento para la cría de cerdos, animales de carga, ganado vacuno, etc. El yuyo de la papa por otra parte no tiene ningún fin significativo, por lo contrario, se lo quema una vez seco para que no contamine los otros cultivos y/o atraiga plagas que perjudiquen el normal desarrollo de las plantas.

3.2.1. *Recolección de la muestra*

Se recolectó un total de 10 kg de muestra de Yuyo de Papa en el terreno de la Sra. Rosa Paltán, miembro de la comunidad Puruhaypamba, en la Parroquia Pungalá, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

3.3. *Caracterización de material precursor*

3.3.1. *Preparación de la muestra*

La totalidad de la muestra se lavó con agua para eliminar los residuos de tierra, fue troceada para facilitar el secado en tramos de 1 a 2 centímetros de diámetro y colocada en la estufa a 200°C por 48 horas.

3.3.2. *Porcentaje de humedad*

En tres crisoles de porcelana de 50 mL, etiquetados y tarados, se pesa aproximadamente 1 g de la muestra con precisión. Se pesa el crisol con la muestra húmeda. Se introducen los crisoles en la estufa automática a 110 °C durante un periodo de 24 horas, pasado este periodo se deja enfriar en un desecador y se pesa rápidamente. El ensayo se realizó por triplicado y se obtuvo el promedio.

Para calcular el porcentaje de humedad se empleó la fórmula utilizada por Dueñas (2012) el cual cita el laboratorio de Suelos y Aguas de Sáenz Peña (2005):

$$\% \text{ Humedad} = \frac{A - B}{A - C} \times 100 \quad (28)$$

Donde:

A: Peso del crisol más la muestra húmeda (g).

B: Peso del crisol más la muestra seca (g).

C: Peso del crisol (g).

3.3.3. *Contenido de Ceniza (%C)*

En tres crisoles de porcelana de 50 mL, etiquetados y previamente tarados, se coloca 1 g de carbón activado seco (la cantidad de muestra empleada debe ser tal que el peso de ceniza estimado sea 0,1 g) (Cano, 2016, p.31), se pesa el crisol con la muestra húmeda y se introduce los crisoles en la mufla a 650 °C durante un periodo de 6 horas. Pasado este tiempo, se espera mínimo 45 minutos antes de extraer los crisoles de la mufla, se coloca el crisol en el desecador y se deja enfriar a temperatura ambiente, y se pesa.

Para obtener el porcentaje de cenizas se emplea la fórmula utilizada por Dueñas (2012), el cual cita a la norma Peruana NTE 0.544 (2006):

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{CC - W}{CS - W} \times 100 \quad (29)$$

Donde:

CC: Peso del crisol más la ceniza (g).

W: Peso del crisol vacío (g).

CS: Peso del crisol con la muestra seca (g).

3.3.4. *Porcentaje de Material Volátil*

En tres crisoles de porcelana de 50 mL, etiquetados y previamente tarados, se coloca 1 g de carbón activado seco, se calentó la muestra en una mufla hasta quedar al rojo vivo, a 900°C. Se dejó enfriar la muestra en un desecador a para posteriormente pesarla (Cano, 2016, p.31).

La determinación del porcentaje de materia volátil se realizó mediante métodos gravimétricos ajustados a la Normas ASTM D271 e ISO 562:

$$\% M.V. = \frac{PC - PR}{W} \times 100 \quad (30)$$

Donde

PC: Peso de crisol más el carbón seco (g)

PR: Peso de crisol más el residuo calcinado (g)

W: Peso inicial de la materia (g)

3.3.5. Porcentaje de carbón fijo

El carbono fijo (CF) se obtiene por la sustracción del valor de la humedad, materias volátiles y las cenizas al valor del residuo sobrante que queda en el crisol luego de determinar las materias volátiles, es la parte de la muestra que no es volátil y se quema en estado sólido (Filippín, 2017, p.61).

La determinación del porcentaje de carbón fijo se realiza mediante métodos gravimétricos ajustados a la Normas ASTM D271 e ISO 17246:

$$\% M.V. = \frac{PR - PS}{W} \times 100 \quad (31)$$

Donde

PR: Peso de crisol más el residuo calcinado (g)

PS: Peso de crisol vacío más la ceniza (g).

W: Peso inicial de la materia (g)

3.3.6. Cálculo de la densidad aparente

Con la ayuda de un embudo se deposita cuidadosamente en una probeta de 100 mL, carbón activado hasta alcanzar un volumen de 50 mL, se pesa la masa del carbón activado, a este valor se le debe restar el valor obtenido de la humedad para expresar su valor de densidad en base seca. La prueba se realiza 3 veces y se obtiene el promedio.

Se calcula la densidad aparente, en gramos por centímetro cúbico (g/cm³) en base seca:

$$\text{Densidad Aparente} = \frac{(\text{Peso de la muestra en gramos}) \cdot (100 - \% \text{ humedad})}{(\text{Volumen de la muestra en cm}^3) \cdot 100} \quad (32)$$

3.4. Preparación de carbón activo

3.4.1. Preparación de la muestra

Se tomó una muestra inicial de 2kg, pasado las 48 horas de secado la muestra pesó 861.96g. Una vez seca, la muestra fue sometida a un proceso de molienda y triturado, teniendo un diámetro máximo de 0.5 cm según bases teóricas del equipo impartidas por el técnico docente encargado (marca: NA, código: 88413). En el proceso se pierde masa debido a la ventilación del equipo obteniendo una masa final (MP_a) de 829.25g.

3.4.2. Carbonización

La muestra MP_a de 829.25g se colocó en el Reactor de Pirolisis, del Laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias – ESPOCH, a una temperatura de 400°C, a 60 psi de presión durante 30 minutos, la masa final de MP₁ fue de 201.06g, el reactor está equipado con una entrada de gas, una salida para los gases y un termopar que está en contacto con la muestra, por lo cual se dejó fluir gas nitrógeno, para crear una atmosfera inerte.

Los productos resultantes de la carbonización fueron gases, líquidos y carbón, cuyas cantidades relativas dependieron de las propiedades intrínsecas del precursor y de los parámetros de operación del equipo de calentamiento (Prías, et al., 2015, pp.444-449), la temperatura adecuada para la carbonización es superior a 600°C, la muestra se tuvo que colocar en cápsulas de porcelana, y someter a la temperatura propuesta en una mufla, con tiempos de tratamiento de 1 minuto por gramo de muestra. La muestra se pulverizó en un mortero y se tamizó con ayuda de una torre de tamices hasta obtener un diámetro de partícula de 200 μ . Una vez tratada y equilibrada térmicamente, se depositó en bolsas ziploc y se refrigeró hasta su análisis y/o uso (Solís, 2012, 36-48).

3.4.3. Activación Química

El proceso de activación química se realizó con tres diferentes compuestos activadores, Ácido fosfórico al 20%, Hidróxido de potasio al 10% y Cloruro de zinc al 40%. Las concentraciones establecidas se extrajeron de Prias (2011), de su trabajo “*identificación de las variables óptimas para la obtención de carbón activado a partir del precursor guadua Angustifolia Kunth*”, con el fin de comparar la capacidad adsorbente de cada activador químico y determinar su eficiencia.

Se pesa 50g de carbón activo y se añade a 350 mL de una disolución de ácido fosfórico al 20%, se deja en contacto al carbón con el activador durante 16 horas, transcurrido el tiempo se lleva a calentamiento a 110°C por un periodo de 8 horas para optimizar el proceso de impregnación.

Se pesó 50g de material carbonoso y se adicionó una disolución de Hidróxido de Potasio al 10%, en una relación 4:1; y 50 g del material en una disolución de Cloruro de Zinc al 40% en una proporción 2:1 (Bhadusha y Ananthabaskaran, 2011, pp.696-1707) las muestras de carbón se sometieron luego al tratamiento térmico de impregnación descrito con anterioridad. Se procede a realizar una filtración en caso de no haberse evaporado el solvente líquido. Se deja secar y enfriar.

El producto es lavado con agua destilada (70 - 80°C) y con una solución de NaOH 0.1mol/L o HCl 0.1mol/L dependiendo si el activador es un ácido o una base, hasta alcanzar un pH de 6.5-7. Por último se lleva a una estufa a 110°C por 18 horas para remover la humedad restante.

Tabla 2-3: Codificación de la Materia Prima y Carbón Activo según su activador químico.

Codificación	Activador Químico	T.C. (°C)	T.A. (°C)
MP _a	- (Materia Prima)	-	-
MP ₁	- (Carbón Puro)	600	-
MP _{KOH}	Hidróxido de Potasio al 10%	600	110
MP _{H3PO4}	Ácido Fosfórico al 20%	600	110
MP _{ZnCl2}	Cloruro de Zinc al 40%	600	110

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

3.5. Caracterización de los Carbones Activados

El carbón activado fue evaluado y caracterizado de acuerdo a su contenido de humedad, según la norma ASTM D 2867-04, densidad aparente según la norma NTE INEN 1986, contenido total de cenizas según la norma ASTM 2866-94, y en el rendimiento en base seca en cada muestra de carbón activado se empleó la Norma NTC4467 (Filippín, 2017, p.61).

El rendimiento de carbón activado en base seca (Y_c) se calcula mediante la ecuación:

$$Y_c = \frac{M_c}{M_w} (100 - H) \quad (33)$$

Donde: **M_c**: masa de carbón activado.

M_w: masa de materia prima.

H: Valor de la humedad.

3.5.1. Análisis estadístico

Los datos obtenidos del porcentaje de humedad, densidad aparente, contenido de ceniza y carbón fijo, para el carbón activado se analizaron por el método estadístico de análisis ANOVA de un factor para establecer las diferencias significativas.

3.5.2. Pruebas FT-IR

En el espectrofotómetro Infrarrojo marca JASCP FTIR-4100 (espectrómetro de infrarrojo por transformada de Fourier) se coloca una pequeña cantidad de muestra (0.1g aproximadamente), la suficiente para que el cristal de seleniuro de zinc y el capuchón entren en contacto con la muestra e indique fricción. Para los resultados se acumularon 32 barridos: entre 580 cm^{-1} y 4180 cm^{-1} a una resolución de 2 cm^{-1} . Se analizó los 4 tipos de muestra: MP₁, MP_{KOH}, MP_{H3PO4}, MP_{ZnCl2}.

3.5.3. *Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM)*

Para la caracterización estructural y visualización de imágenes de microscopía avanzada se utilizó un microscopio electrónico de barrido (scanning electronic microscope, SEM) JEOL JSM-IT100. La obtención de las imágenes se logró con un voltaje 20 KV y una magnificación de entre 300x a 1000x de aumento.

Se coloca una mínima cantidad de muestra sobre una cinta adherente, y se codifica cada muestra, para evitar confusión (MP1, MP2, MP3 y MP4). Las muestras destinadas al SEM antes de ser colocadas en el porta muestras, deben cumplir dos condiciones: deben estar secas y ser conductoras. Debido a que el carbón no es una sustancia conductora, se utilizó el método de fijación física por criofijación que ya está acoplado al microscopio. Se basó en recubrir la muestra con un material granular conductor muy fino (Pt) que permita la conducción y por ende la observación en el microscopio (Universitat Politècnica de València, 2017).

3.6. Cinética de Adsorción

3.6.1. *Preparación de muestras para el mecanismo de cinética de adsorción*

En un vaso de precipitación de 500 mL colocar 300 mL de solución de 1000 ppm de F⁻, añadir 0.5 g de carbón activo (MP_{KOH}, MP_{H3PO4}, MP_{ZnCl2}) y someter a una agitación constante de 150 rpm.

Tomar alícuotas de 1 mL cada minuto por los primeros 15 minutos, luego tomar alícuotas del mismo volumen cada 5 minutos hasta el minuto 60, a continuación, cada 10 minutos hasta el minuto 180 y por último tomar alícuotas cada 20 minutos hasta el minuto 300.

Las alícuotas se colocaron en tubos de ensayo Vial Screw Seal Cap Pack de 5mL, se almacenaron y refrigeraron hasta su análisis.

3.6.2. *Mecanismo de cinética de adsorción*

Las muestras se enviaron al laboratorio de análisis ambientales Chávez Solution Ambientales Cía. Ltda., ubicado en Quito –Ecuador.

Entre los análisis utilizados se encuentra el método BET (Brunauer, Emmet y Teller), este usa isotermas de adsorción que sirven para caracterizar las muestras en el equipo ASAP 2020. Estos análisis permitieron el cálculo del área superficial del carbón activado empleando la adsorción de moléculas de gas nitrógeno (Arias, 2017, pp.11-23).

La capacidad de adsorción es la cantidad de fluoruro adsorbido por unidad de masa del adsorbente (q_e) esta se determina mediante la Ecuación 24:

$$q_e = \frac{C_o - C_e}{W} \cdot V \quad (34)$$

Donde C_o y C_e son las concentraciones iniciales y concentración absorbible de iones fluoruro (mg/L^{-1}) en el tiempo t , respectivamente, V es el volumen de la solución (L) y W es la masa adsorbente (g). Si la condición de equilibrio de adsorción es, $C_t = C_e$ y $q_t = q_e$ donde, C_e representa la concentración de equilibrio y q_e es la capacidad de adsorción de equilibrio. La eficiencia de eliminación de F^- (RE%), está definida por la siguiente ecuación:

$$\%RE = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \cdot 100 \quad (35)$$

3.6.3. Efecto del pH sobre la adsorción

El carbón que presenta la mayor capacidad de adsorción, es decir logre disminuir mayormente la concentración F^- se va a someter a pruebas de adsorción con cambios en el pH en el medio. Para analizar el efecto del pH se preparó 1L de una solución de NaF de 100 ppm de F^- , con ayuda de un pHmetro se midió el pH inicial (6.592). En 9 vasos de precipitación de 100 mL, previamente rotulados, se colocó 50 mL de la solución y 0.5g de MP_{ZnCl_2} , a temperatura ambiente.

El rango de pH se varió en cada muestra, en escala, desde pH 2 hasta pH 10, acidificando o en su defecto alcalinizando las soluciones con HCl 1M y NaOH 1M, respectivamente. Las muestras se envasaron en frascos de muestra y se colocaron en un agitador orbital OrbiCult durante 3 horas (tiempo de contacto) a 200 rpm a una temperatura ambiente que oscilaba entre 30 a 35 °C.

Este experimento también fue útil para evaluar la influencia de la concentración inicial de F^- en la capacidad y eficiencia de adsorción del carbón activo.

Una vez transcurrido el tiempo de contacto, se colocó 10 mL de cada muestra en tubos centrífugos, para posteriormente centrifugar las muestras por 30 minutos. A partir de ello se coloca en cada tubo 2mL de solución de SPANS, para el análisis de fluoruros y se analizaron las muestras en el fotómetro de filtro para análisis de aguas (photoLab® S6).

3.7. Cinética Química

3.7.1. Pseudo-primer orden

Se aplica la ecuación 22, la expresión matemática que determina la cinética de primer orden reversible, suponiendo que a cada ión se le ha asignado un sitio de adsorción en el carbón activado:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 [q_e - q_t] \quad (36)$$

3.7.2. Pseudo-segundo orden

La ecuación de rapidez de la cinética (Ecuación 22) de adsorción se expresa como:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_2 [q_e - q_t]^2 \quad (37)$$

Integrando la ecuación 22 y conservando constantes las condiciones desarrolladas, se tiene:

$$q_t = \frac{t}{\frac{1}{k_2 * q_e^2} + \frac{t}{q_e}} \quad (38)$$
$$q_t = \frac{t}{q_e}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Análisis de Calidad del Agua de las comunidades de Puruhaypamba y Pungalapamba

El análisis de los parámetros físico-químico de calidad del agua, se realizó en el Laboratorio de Calidad del Agua de Universidad Nacional de Chimborazo midiéndose el pH, la conductividad (us/cm), el cloruro de sodio (mg/L), oxígeno disuelto (mg/L), sulfatos (mg/L), sólidos suspendidos (mg/L), fosfatos (mg/L), nitritos (mg/L) y turbidez (NTU).

Las comunidades de Puruhaypamba y Pungalápamaba se abastecen de recurso hídrico del punto de captación Ucsupíñay. Para el análisis de calidad de agua se tomaron muestras en el punto de captación, del tanque de almacenamiento y en las viviendas de los moradores (CASA-1 y CASA-2, Puruhaypamba y Pungalapamba respectivamente), por cuatro semanas consecutivas.

Para realizar la respectiva comparación con los resultados obtenidos se tuvo de énfasis de la NTE INEN 2169:2013 y la normativa correspondiente al TULSMA expedida por el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), del cual se desglosan varios apartados, entre ellos el Libro VI que trata acerca de la Calidad Ambiental, de donde obtendremos los valores del Anexo I, correspondiente a la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.

Tabla 1-4: Análisis del Oxígeno Disuelto (O.D.) por semana de la muestra “CASA-1”

Parámetro		O.D.	
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	mg/L	5,66	6
2	mg/L	5,41	6
3	mg/L	6,19	6
4	mg/L	6,87	6

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 2-4: Análisis del Oxígeno Disuelto (O.D.) por semana de la muestra “CASA-2”

Parámetro	O.D.		
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	mg/L	6.65	6
2	mg/L	6.59	6
3	mg/L	6.85	6
4	mg/L	6.29	6

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 3-4: Análisis de NaCl por semana de la muestra “CASA-1”

Parámetro	NaCl	
Semana	Unidad	Resultado
1	mg/L	254
2	mg/L	254
3	mg/L	257
4	mg/L	263

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 4-4: Análisis de NaCl por semana de la muestra “CASA-2”

Parámetro	NaCl	
Semana	Unidad	Resultado
1	mg/L	129.9
2	mg/L	132.1
3	mg/L	132.9
4	mg/L	129.3

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 5-4: Análisis del pH por semana de la muestra “CASA-1”

Parámetro	pH		
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	-	7,68	8,5
2	-	7,78	8,5
3	-	8,57	8,5
4	-	7,88	8,5

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 6-4: Análisis del pH por semana de la muestra “CASA-2”

Parámetro	pH		
	Semana	Unidad	Resultado
1	-	7.48	8,5
2	-	7.64	8,5
3	-	7.94	8,5
4	-	7.97	8,5

Fuente: Laboratorio de Calidad de Agua, UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 7-4: Análisis del Solidos Suspendidos por semana de la muestra “CASA-1”

Parámetro	Solidos suspendidos	
	Semana	Unidad
1	mg/L	69
2	mg/L	69
3	mg/L	28
4	mg/L	11

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 8-4: Análisis del Solidos Suspendidos por semana de la muestra “CASA-2”

Parámetro	Solidos suspendidos	
	Semana	Unidad
1	mg/L	0.3
2	mg/L	31
3	mg/L	4
4	mg/L	0.1

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 9-4: Análisis de Fluoruros por semana de la muestra “CASA-1”

Parámetro	Fosfatos	
	Semana	Unidad
1	mg/L	2,53
2	mg/L	2,53
3	mg/L	1,86
4	mg/L	2,53

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 10-4: Análisis de Fluoruros por semana de la muestra “CASA-2”

Parámetro	Fosfatos	
Semana	Unidad	Resultado
1	mg/L	1.91
2	mg/L	1.45
3	mg/L	1.32
4	mg/L	1.65

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 11-4: Análisis del parámetro turbidez por semana de la muestra “CASA-1”

Parámetro	Turbidez		
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	NTU	6,45	5
2	NTU	5,69	5
3	NTU	8,6	5
4	NTU	5,8	5

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 12-4: Análisis del parámetro turbidez por semana de la muestra “CASA-2”

Parámetro	Turbidez		
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	NTU	0.14	5
2	NTU	0.2	5
3	NTU	0.12	5
4	NTU	0.14	5

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 13-4: Análisis del Oxígeno Disuelto por semana de la muestra "TANQUE"

Parámetro	OD		
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	mg/L	5,4	6
2	mg/L	5,63	6
3	mg/L	5,78	6
4	mg/L	5,49	6

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 14-4: Resultados del parámetro NaCl por semana de la muestra “TANQUE”

Parámetro	NaCl	
Semana	Unidad	Resultado
1	mg/L	248
2	mg/L	256
3	mg/L	260
4	mg/L	262

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 15-4: Análisis del parámetro pH por semana de la muestra “TANQUE”

Parámetro	pH		
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	-	7,64	9
2	-	7,84	9
3	-	8,36	9
4	-	8,04	9

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 16-4: Resultados de los Solidos Suspendidos por semana de la muestra “TANQUE”

Parámetro	SS	
Semana	Unidad	Resultado
1	mg/L	0,5
2	mg/L	0,5
3	mg/L	2,5
4	mg/L	1,5

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 17-4: Análisis del parámetro Fluoruros por semana de la muestra “TANQUE”

Parámetro	Fosfatos		
Semana	Unidad	Resultado	Limites
1	mg/L	2,14	2
2	mg/L	2,55	2
3	mg/L	2,12	2
4	mg/L	2,55	2

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 18-4: Resultados del parámetro Turbidez por semana de la muestra “TANQUE”

Parámetro	Turbidez	
Semana	Unidad	Resultado
1	NTU	12
2	NTU	8
3	NTU	6
4	NTU	10

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 19-4: Análisis del parámetro OD por semana de la muestra “CAPTACIÓN”

Parámetro	OD		
Semana	Unidad	Resultado	Límite
1	mg/L	5,66	6
2	mg/L	5,35	6
3	mg/L	5,69	6
4	mg/L	5,52	6

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 20-4: Resultados del parámetro NaCl por semana de la muestra "CAPTACIÓN"

Parámetro	NaCl	
Semana	Unidad	Resultado
1	mg/L	240
2	mg/L	255
3	mg/L	263
4	mg/L	263

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 21-4: Análisis del parámetro pH por semana de la muestra “CAPTACIÓN”

Parámetro	pH		
Semana	Unidad	Resultado	Limite
1	mg/L	7,74	9
2	mg/L	7,65	9
3	mg/L	7,51	9
4	mg/L	7,83	9

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 22-4: Análisis de los Sólidos Suspendedos por semana de la muestra “CAPTACIÓN”

Parámetro	SS	
	Unidad	Resultado
Semana		
1	mg/L	0,5
2	mg/L	0,4
3	mg/L	1
4	mg/L	0,3

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 23-4: Análisis del parámetro Fluoruros por semana de la muestra “CAPTACIÓN”

Parámetro	Fosfatos		
	Unidad	Resultado	Limites
Semana			
1	mg/L	2,04	1,5
2	mg/L	2,21	1,5
3	mg/L	2,19	1,5
4	mg/L	2,15	1,5

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 24-4: Resultados del parámetro Turbidez por semana de la muestra “CAPTACIÓN”

Parámetro	Turbidez	
	Unidad	Resultado
Semana		
1	NTU	0,28
2	NTU	1,36
3	NTU	0,2
4	NTU	1,35

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 25-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra "CASA"

Parámetro	Resultados	limites INEN
OD	6,0325	6
NaCl	257	270
Ph	7,9775	8,5
SS	6,0325	8
Fluoruros	2,3625	1,5
Turbidez	6,635	5

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

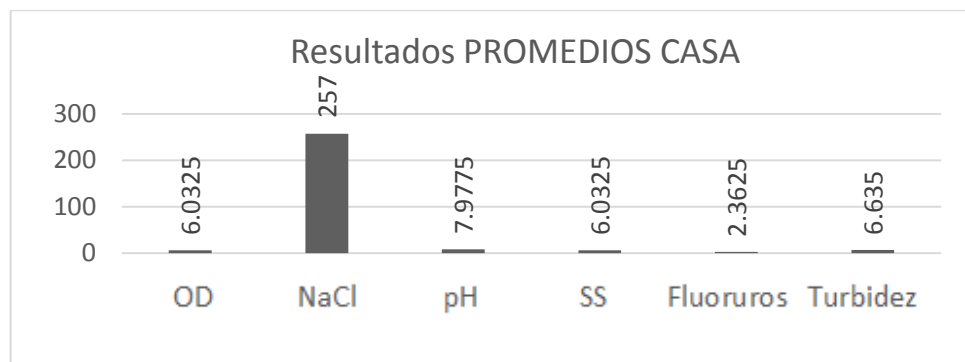


Gráfico 1-4: Promedio de los análisis de parámetros de la muestra “CASA”

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 26-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “TANQUE”

Parámetro	RESULTADOS PROMEDIOS	limites TULSMA
OD	5,575	6
NaCl	256,5	270
Ph	7,97	9
SS	1,25	2
Fluoruros	2,34	2
Turbidez	9	10

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019



Gráfico 2-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “TANQUE”

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 27-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “CAPTACIÓN”

Parámetro	RESULTADOS PROMEDIOS	Limites TULSMA
OD	5,555	6
NaCl	255,25	270
Ph	7,6825	9
SS	0,55	2
Fluoruros	2,1475	1,5
Turbidez	0,7975	10

Fuente: Laboratorio de Análisis de Calidad de Agua de la UNACH.

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

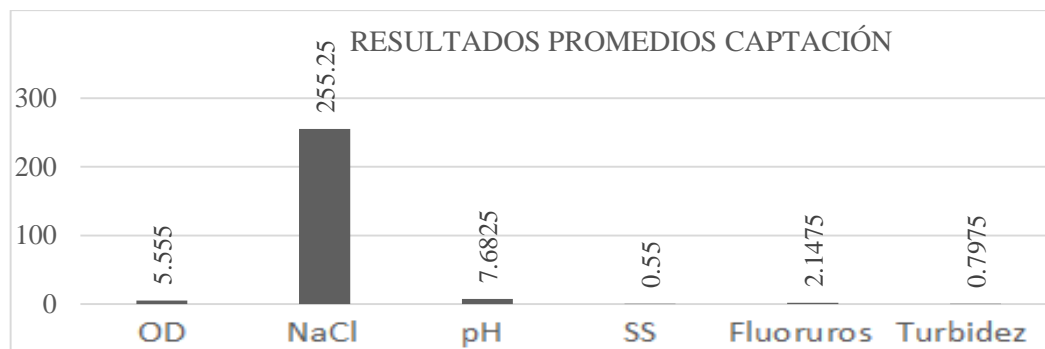


Gráfico 3-4: Promedio de los Análisis de parámetros de la muestra “CAPTACIÓN”

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2. Pruebas de caracterización

4.2.1. Pruebas de caracterización del material precursor (yuyo de papa)

4.2.1.1. Porcentaje de Humedad (%H)

$$\% \text{ Humedad} = \frac{A - B}{A - C} \times 100$$

T (°C)= 110

t (h)= 24

Tabla 28-4: Resultados del porcentaje de humedad del material precursor

Codificación	Activador Químico	Masa A (g)	Masa B (g)	Masa C (g)	Humedad (%)
MP	-	30.6239	30.4713	29.6118	15.078

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.1.2. Contenido de Ceniza (%C)

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{CC - W}{CS - W} \times 100$$

T (°C)= 650

t (h)= 6

Tabla 29-4: Resultados del contenido de ceniza del material precursor

Codificación	Activador Químico	Masa CC (g)	Masa CS (g)	Masa W (g)	Cenizas (%)
MP	-	29.6615	30.6169	29.6118	4.945

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.1.3. Porcentaje de Material Volátil (%M.V.)

$$\% M.V. = \frac{PC - PR}{W} \times 100$$

T (°C)= 900

t (h)= 2

Tabla 30-4: Resultados del porcentaje de material volátil del material precursor

Codificación	Activador Químico	Masa PC (g)	Masa PR (g)	Masa W (g)	M.V. (%)
MP	-	30.6281	29.8721	1.000	75.60

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.1.4. Porcentaje de carbón fijo (%C.F.)

$$\% C.F. = \frac{PR - PS}{W} \times 100$$

Tabla 31-4: Resultados del porcentaje de carbón fijo del material precursor

Codificación	Activador Químico	Masa PR (g)	Masa PS (g)	Masa W (g)	C.F. (%)
MP	-	29.8721	29.6615	1.000	21.06

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.1.5. Densidad aparente

$$Desnidad\ Aparente = \frac{(\text{Peso de la muestra en gramos}) \cdot (100 - \% \text{ humedad})}{(\text{Volumen de la muestra en cm}^3) \cdot 100}$$

Tabla 32-4: Resultados de la densidad aparente del material precursor

Codificación	Humedad (%)	Masa (g)	Volumen (cm ³)	ρa(g/cm ³)
MP	15.077	13.2578	50	0.225

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.2. Pruebas de caracterización Carbón

4.2.2.1. Porcentaje de Humedad (%H)

$$\% \text{ Humedad} = \frac{A - B}{A - C} \times 100$$

T (°C)= 110

t (h)= 24

Tabla 33-4: Resultados del porcentaje de humedad de MP₁, MP_{KOH}, MP_{H₃PO₄} y MP_{ZnCl₂}

Codificación	Activador Químico	Masa A (g)	Masa B (g)	Masa C (g)	Humedad (%)
MP ₁	-	30.6195	30.6103	29.6008	0.903
MP _{KOH}	Hidróxido de Potasio al 10%	30.6678	30.6383	29.5526	2.645
MP _{H₃PO₄}	Ácido Fosfórico al 20%	30.6104	30.5911	29.5936	1.898
MP _{ZnCl₂}	Cloruro de Zinc al 40%	30.5536	30.5297	29.5257	2.325

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.2.2. *Contenido de Ceniza (%C)*

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{CC - W}{CS - W} \times 100$$

T (°C)= 650

t (h)= 6

Tabla 34-4: Resultados del contenido de ceniza de MP₁, MP_{KOH}, MP_{H₃PO₄} y MP_{ZnCl₂}

Codificación	Activador Químico	Masa CC (g)	Masa CS (g)	Masa W (g)	Cenizas (%)
MP ₁	-	29.6925	30.6386	29.6008	8.836
MP _{KOH}	Hidróxido de Potasio al 10%	29.7167	30.5632	29.5526	16.238
MP _{H₃PO₄}	Ácido Fosfórico al 20%	29.7182	30.6017	29.5936	12.360
MP _{ZnCl₂}	Cloruro de Zinc al 40%	29.6432	30.5354	29.5257	11.637

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.2.3. *Porcentaje de Material Volátil (%M.V.)*

$$\% \text{ M.V.} = \frac{PC - PR}{W} \times 100$$

T (°C)= 900

t (h)= 2

Tabla 35-4: Resultados del porcentaje de material volátil de MP₁, MP_{KOH}, MP_{H₃PO₄} y MP_{ZnCl₂}

Codificación	Activador Químico	Masa PC (g)	Masa PR (g)	Masa W (g)	M.V. (%)
MP ₁	-	30.6157	30.5579	1	5.78
MP _{KOH}	Hidróxido de Potasio al 10%	30.5632	30.4521	1	11.11
MP _{H₃PO₄}	Ácido Fosfórico al 20%	30.6013	30.4927	1	10.86
MP _{ZnCl₂}	Cloruro de Zinc al 40%	30.6358	30.5301	1	10.57

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.2.4. Porcentaje de carbón fijo (%C.F.)

$$\% C.F. = \frac{PR - PS}{W} \times 100$$

Tabla 36-4: Resultados del porcentaje de carbón fijo de MP₁, MP_{KOH}, MP_{H₃PO₄} y MP_{ZnCl₂}

Codificación	Activador Químico	Masa PR (g)	Masa PS (g)	Masa W (g)	C.F. (%)
MP ₁	-	30.5579	29.6925	1	86.54
MP _{KOH}	Hidróxido de Potasio al 10%	30.4521	29.7167	1	73.54
MP _{H₃PO₄}	Ácido Fosfórico al 20%	30.4927	29.7182	1	77.45
MP _{ZnCl₂}	Cloruro de Zinc al 40%	30.5301	29.6432	1	88.69

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.2.5. Calculo de la densidad aparente

$$\text{Densidad Aparente} = \frac{(\text{Peso de la muestra en gramos}) \cdot (100 - \% \text{ humedad})}{(\text{Volumen de la muestra en cm}^3) \cdot 100}$$

Tabla 37-4: Resultados de la densidad aparente de MP_{KOH}, MP_{H₃PO₄} y MP_{ZnCl₂}

Codificación	Activador Químico	Humedad (%)	Masa (g)	Volumen (cm ³)	ρa(g/cm ³)
MP ₁	-	0.903	14.9782	50	0.297
MP _{KOH}	Hidróxido de Potasio al 10%	2.645	14.5231	50	0.283
MP _{H₃PO₄}	Ácido Fosfórico al 20%	1.898	14.7231	50	0.289
MP _{ZnCl₂}	Cloruro de Zinc al 40%	2.325	14.3217	50	0.280

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 38-4: Resultados de los parámetros de caracterización: MP₁, MP_{KOH}, MP_{H₃PO₄} y MP_{ZnCl₂}

Codificación	Activador Químico	Humedad (%)	Cenizas (%)	M.V. (%)	C.F. (%)
MP ₁	-	0.903	8.836	5.78	86.54
MP _{KOH}	Hidróxido de Potasio al 10%	2.645	16.238	11.11	73.54
MP _{H₃PO₄}	Ácido Fosfórico al 20%	1.898	12.360	10.86	77.45
MP _{ZnCl₂}	Cloruro de Zinc al 40%	2.325	11.637	10.57	88.69

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.2.2.6. Rendimiento de carbón activado en base seca

$$Y_c = \frac{Mc}{M_w} (100 - H)$$

Tabla 39-4: Resultados del rendimiento de carbón activado en base seca

Codificación	Humedad (%)	Masa c (g)	Masa w (g)	Yc (%)
MP	15.078	-	161.2468	24.004
MP ₁	0.903	39.0578	-	

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.3. Análisis Estadístico

4.3.1. ANOVA

4.3.1.1. Análisis de varianza de un factor (ANOVA) en datos de la prueba de adsorción

Hipótesis Nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Las medias de los 3 tipos de carbón activo tratados mediante activación química no tienen diferencias significativas entre los grupos de datos analizados. Es decir, que el tipo de reactivo químico que se utiliza al momento de la activación realmente no influye mayor importancia desde un punto de vista estadístico.

Hipótesis Alternativa: $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$

Las medias de los 3 tipos de carbón activo tratados mediante activación química sí presentan diferencia significativa estadística entre los grupos de datos analizados. Es decir, que el tipo de reactivo químico que se utiliza al momento de la activación influye valor en el tratamiento desde un punto de vista estadístico.

Tabla 40-4: Concentración de F⁻ en los tratamientos de carbón activado por activación química.

Orden	MP _{KOH} (mg/L)	MP _{H3PO4} (mg/L)	MP _{ZnCl2} (mg/L)
1	1015	1045	1045
2	1013	1005	1025
3	1013	1000	995
4	990	981	978
5	980	975	972
6	975	960	957
7	960	955	950
8	955	950	945
9	955	945	930
10	950	935	925
11	950	930	913
12	925	930	910
13	905	930	901

14	875	922	886
15	865	884	830

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 41-4: Resumen del análisis de varianza de un factor (ANOVA) del carbón activo

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
MP _{KOH}	15	14326	955.0666667	2182.35238
MP _{H3PO4}	15	14347	956.4666667	1587.40952
MP _{ZnCl2}	15	14162	944.1333333	3027.98095

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 42-4: Análisis de varianza de un factor (ANOVA) del carbón activo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1368.044444	2	684.0222222	0.30187471	0.74102156	3.21994229
Dentro de los grupos	95168.4	42	2265.914286			
Total	96536.44444	44				

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

El análisis estadístico de varianza (ANOVA de un factor) realizado a los resultados de la concentración de F⁻ en una muestra con una concentración inicial de 1050 mg L⁻¹ indica que no existen diferencias significativas entre los datos analizados, es decir, que el tipo de reactivo químico que se utiliza para la activación realmente no influye mayor importancia desde un punto de vista estadístico. El resultado obtenido no significativo según el modelo estadístico es significativo en la práctica, puesto que es relevante conocer cuál de los 3 tratamientos de activación química es el más eficiente en la remoción de F⁻ en un medio acuoso, aunque la diferencia de adsorción o remoción de F⁻ sea mínima. La significancia estadística no determina si los resultados tienen consecuencia o no en la práctica.

4.4. Pruebas FT-IR

En los resultados obtenidos por espectroscopía FT-IR, para todas las muestras se puede apreciar: banda ancha entre 4000 y 3125 cm⁻¹ correspondiente a estiramientos OH, NH o CH (OH a 3410 cm⁻¹, C-H alifático, estiramiento C-H asimétrico en grupos metilos y metilénicos a 2924 cm⁻¹); banda entre 3125 y 3003 cm⁻¹ correspondientes a estiramientos =CH; banda intensa correspondiente a estiramiento C=O; grupos carbonílicos en ácidos aromáticos a 1735 cm⁻¹, por encima de 1600 cm⁻¹ y alrededor de 1556 cm⁻¹, estiramiento en anillos aromáticos de C=C, estiramiento C-O en ácidos, alcoholes y fenoles; bandas entre 1470 y 1360 de flexiones en el

plano HCH y bandas entre 1300 y 1000 cm^{-1} correspondientes a estiramientos CN o CO; estos espectros son característicos de carbones activados, y deformación fuera del plano del enlace C–H a 876, 750 y 648 cm^{-1} .

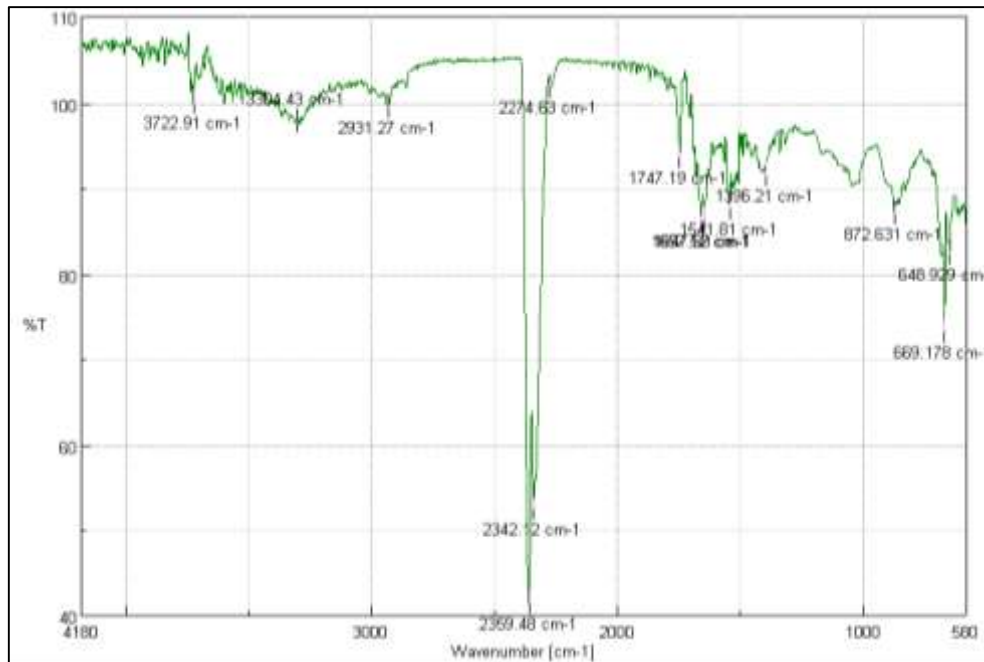


Gráfico 4-4: Espectros de FT-IR en el carbón vegetal (MP₁ seco)

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

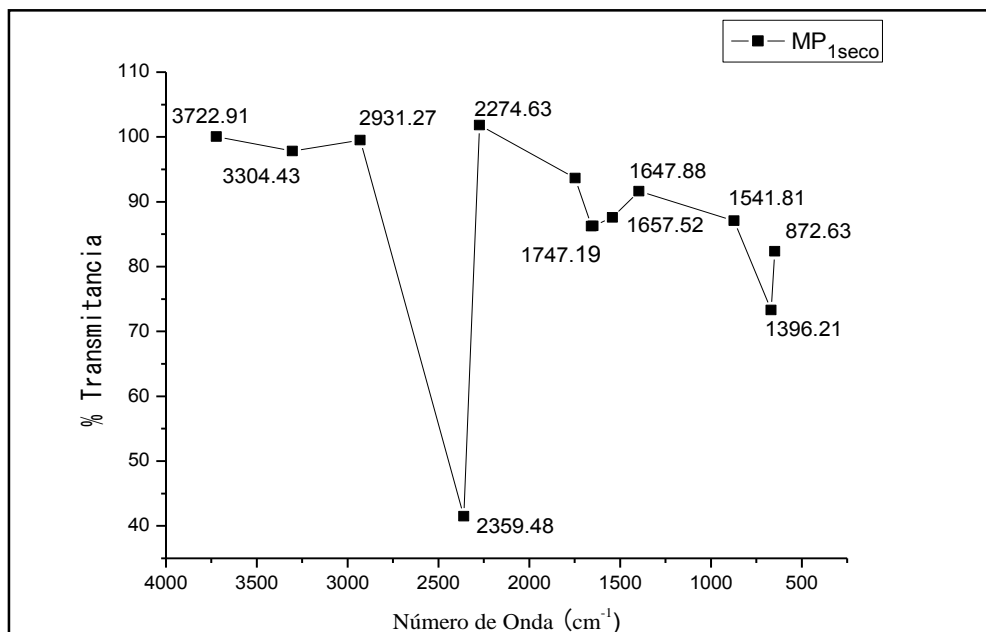


Gráfico 5-4: Digitalización de los espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP₁ seco)

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 43-4: Resultados de la espectroscopía FTIR en MP1 (materia seca)

Número de Onda [cm^{-1}]	Transmitancia %T	Grupo Funcional
3722.91	100.063	-OH Alcohol
3304.43	97.8184	-NH ₂ Aminas Aromáticas
2931.27	99.491	-CH ₃ , -CH ₂ - Compuestos Alifáticos
2359.48	41.4937	-PH Fosfinas
2274.63	101.845	-N=C=O Isocianatos
1747.19	93.6645	C=O Esteres
1657.52	86.2399	C=O Aminas Primarias
1647.88	86.2913	C=O Benzofenonas
1541.81	87.5853	NO ₂ Compuestos Nitro aromáticos
1396.21	91.6155	COO ⁻ Sales de ácido carboxílico
872.631	87.0716	CH Bencenos 1,2,4-trisustituídos
669.178	73.3173	C-OH Alcoholes
648.929	82.3605	C=C-H Alquenos

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

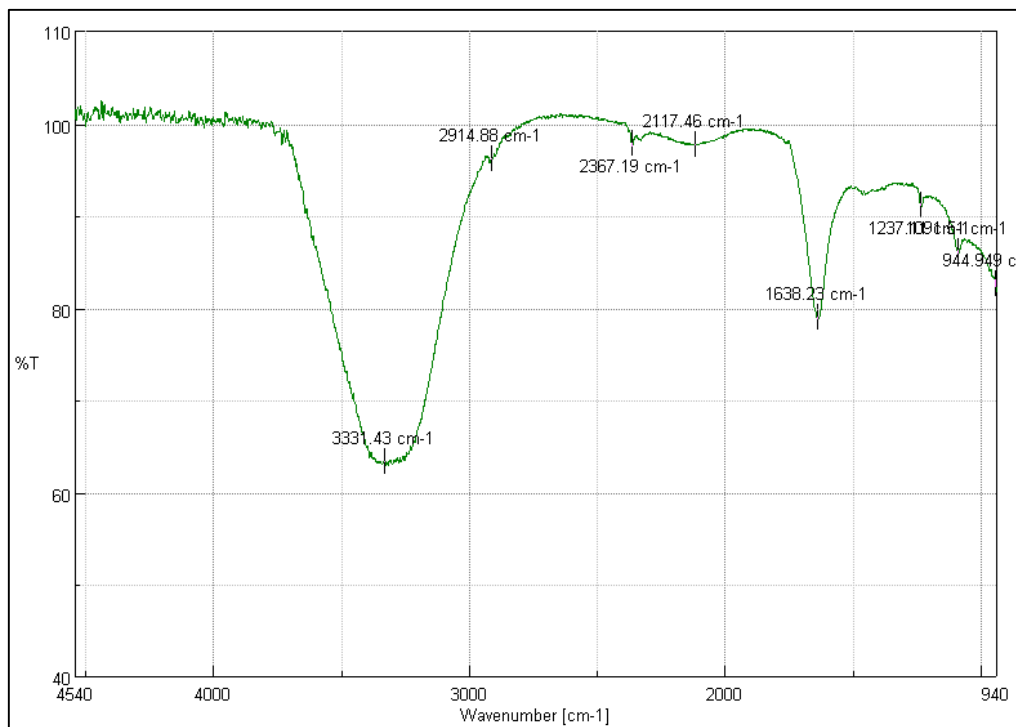


Gráfico 6-4: Espectros de FT-IR en el carbón vegetal (MP₁ húmedo)

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

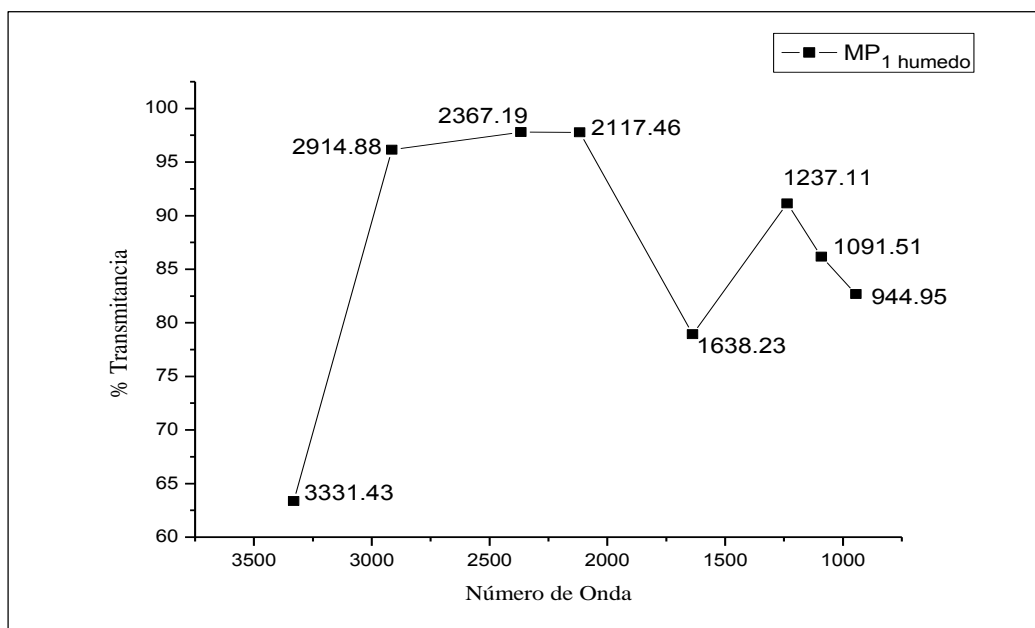


Gráfico 7-4: Digitalización de los espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP₁ húmedo)

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 44-4: Resultados de la espectroscopía FTIR en MP1 (materia humedad)

Número de Onda [cm ⁻¹]	Transmitancia %T	Grupo Funcional	
3331.43	63.3624	-NH ₂	Amidas Primarias
2914.88	96.1477	-CH ₃ , -CH ₂ -	Compuestos Alifáticos
2367.19	97.7979	-PH	Fosfinas
2117.46	97.7692	-C≡C	Alquinos Monosustituidos
1638.23	78.9386	C=O	β-dicetonas
1237.11	91.1414	C-O-C	Éteres
1091.51	86.1723	Si-O-Si	Siloxanos
944.949	82.6768	CH=CH ₂	Compuestos de Vinilo

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

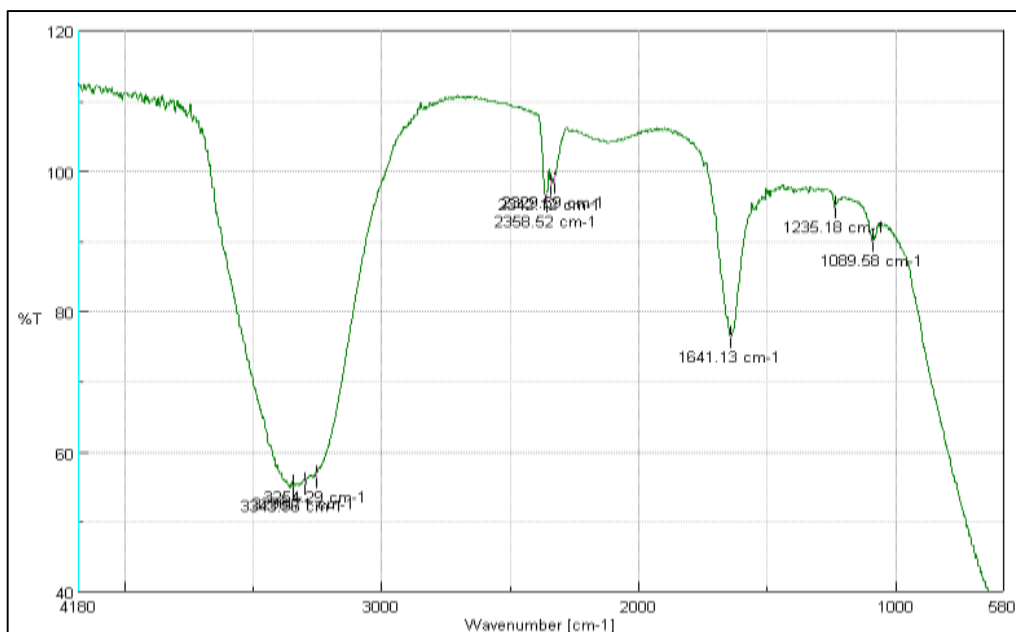


Gráfico 8-4: Espectros de FT-IR en el carbón vegetal (MP_{KOH})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

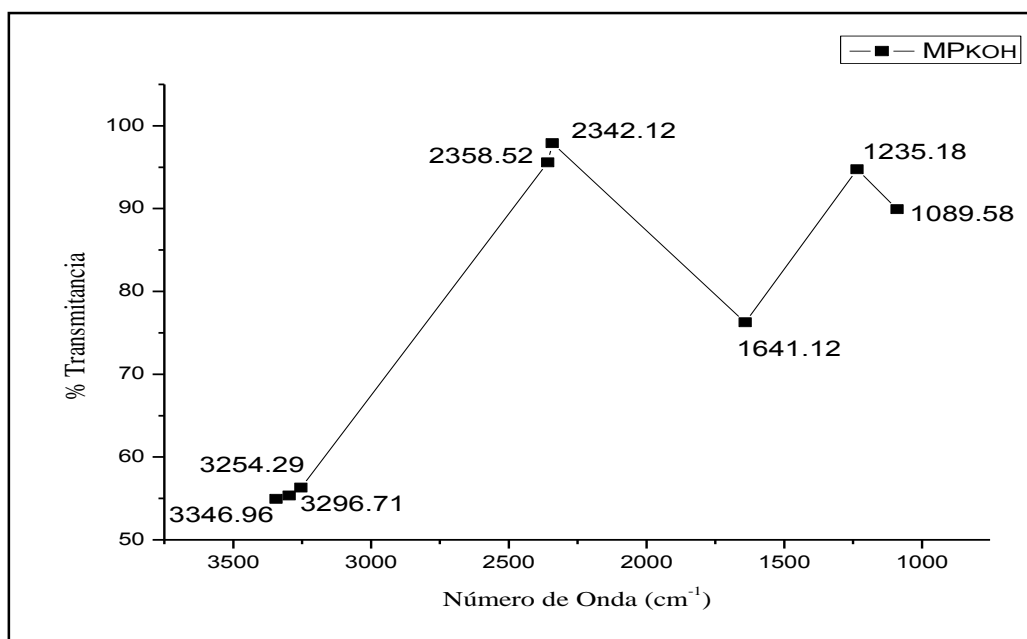


Gráfico 9-4: Digitalización de los espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP_{KOH})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 45-4: Resultados de la espectroscopía FT-IR en MP_{KOH}

Número de Onda [cm ⁻¹]	Transmitancia %T	Grupo Funcional	
3343.96	54.9541	-NH ₂	Amidas Primarias
3296.71	55.3445	≡CH	Acetilenos
3254.29	56.3015	-NH	Amidas Secundarias
2358.52	95.571	-PH	Fosfinas

2342.12	97.8985	-PH	Fosfinas
1641.13	76.2531	N-H	Amidas Primarias
1235.18	94.7296	C-O-C	Éteres
1089.58	89.9231	Si-O-Si	Siloxanos

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

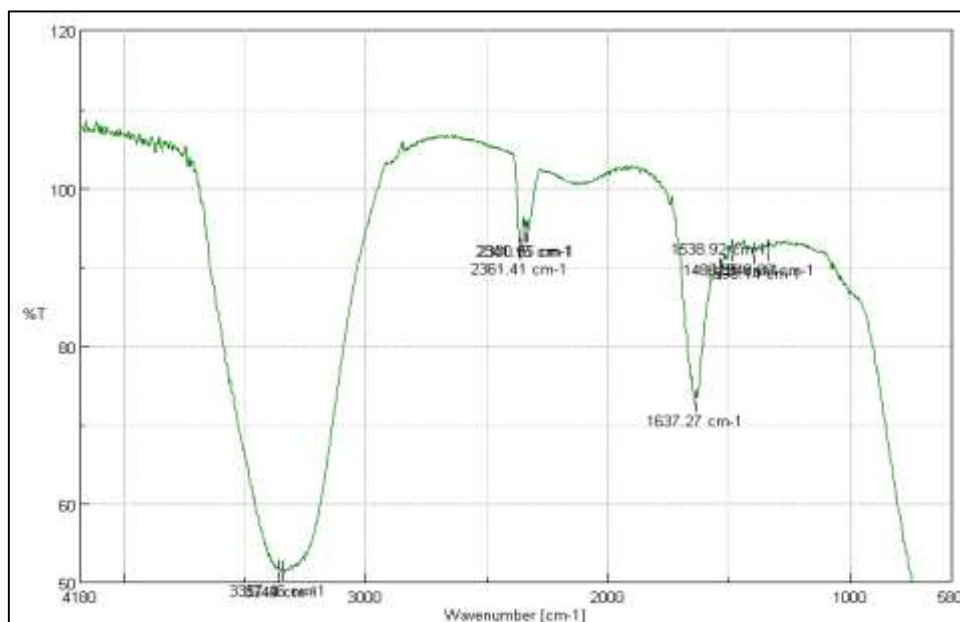


Gráfico 10-4: Espectros de FT-IR en el carbón vegetal (MP_{H3PO4})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

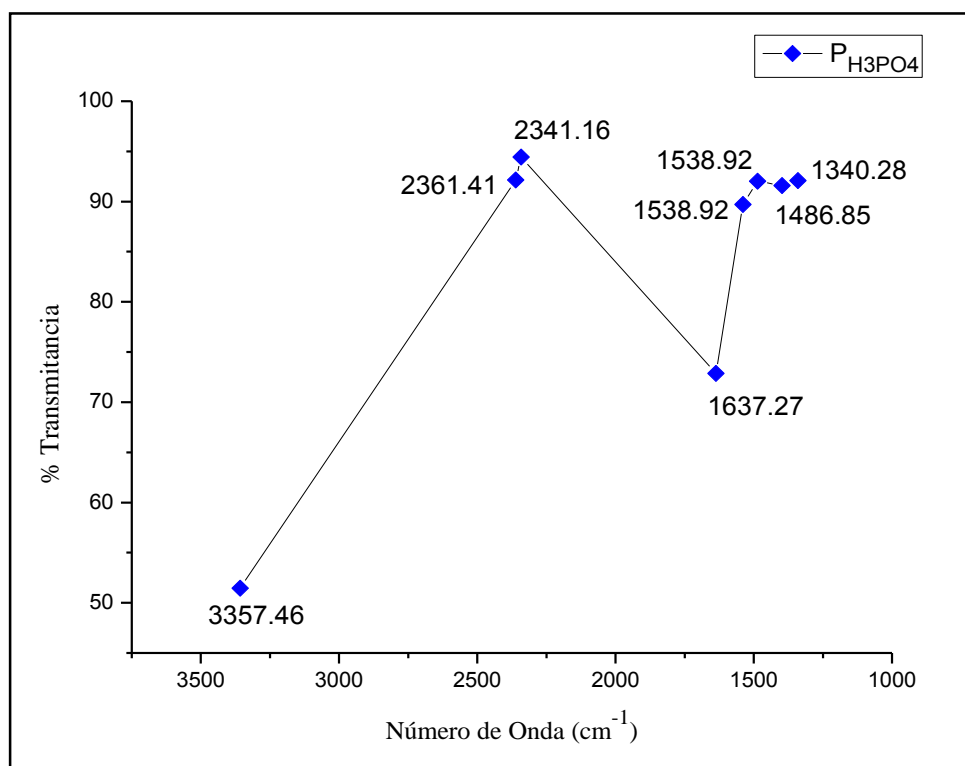


Gráfico 11-4: Digitalización de espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP_{KOH})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 46-4: Resultados de la espectroscopía FT-IR en $MP_{H_3PO_4}$

Número de Onda [cm^{-1}]	Transmitancia %T	Grupo Funcional	
3357.46	51.4615	-NH ₂	Amidas Primarias
2361.41	92.1664	-PH	Fosfinas
2341.16	94.4485	-PH	Fosfinas
1637.27	72.8804	C=O	β -dicetonas
1538.92	89.7232	NO ₂	Compuestos Nitro aromáticos
1486.85	92.0309	Anillo de Benceno	Compuestos Aromáticos
1398.14	91.6079	COO ⁻	Sales de ácido carboxílico
1340.28	92.0762	N=N-O	Azocompuestos

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

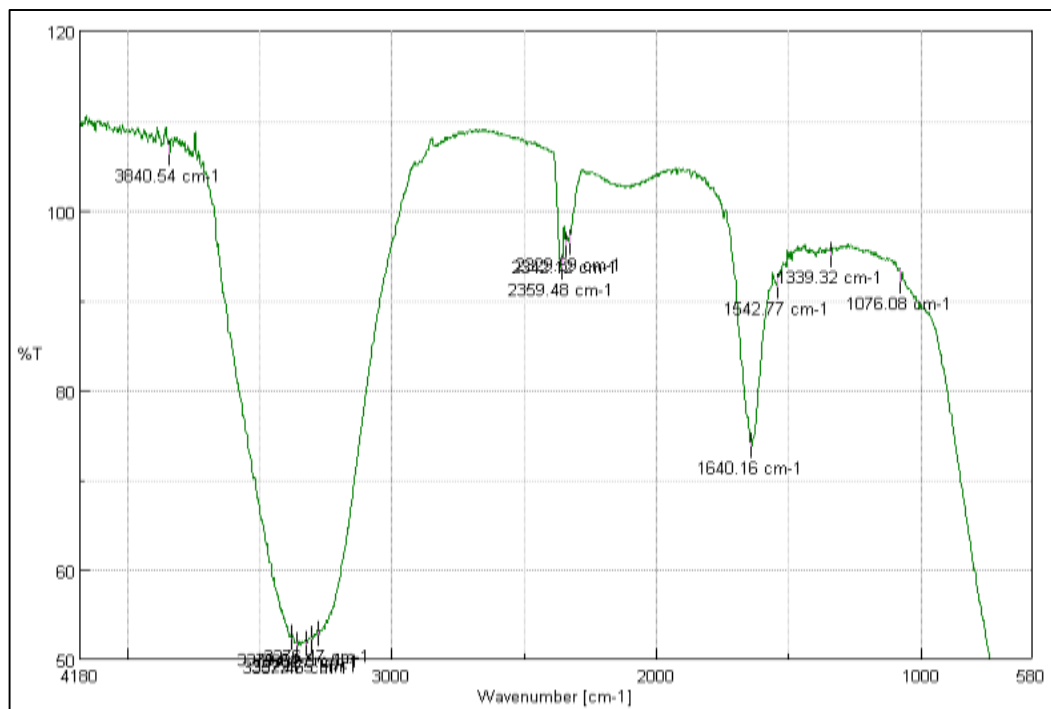


Gráfico 12-4: Espectros de FT-IR en el carbón vegetal (MP_{ZnCl_2})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

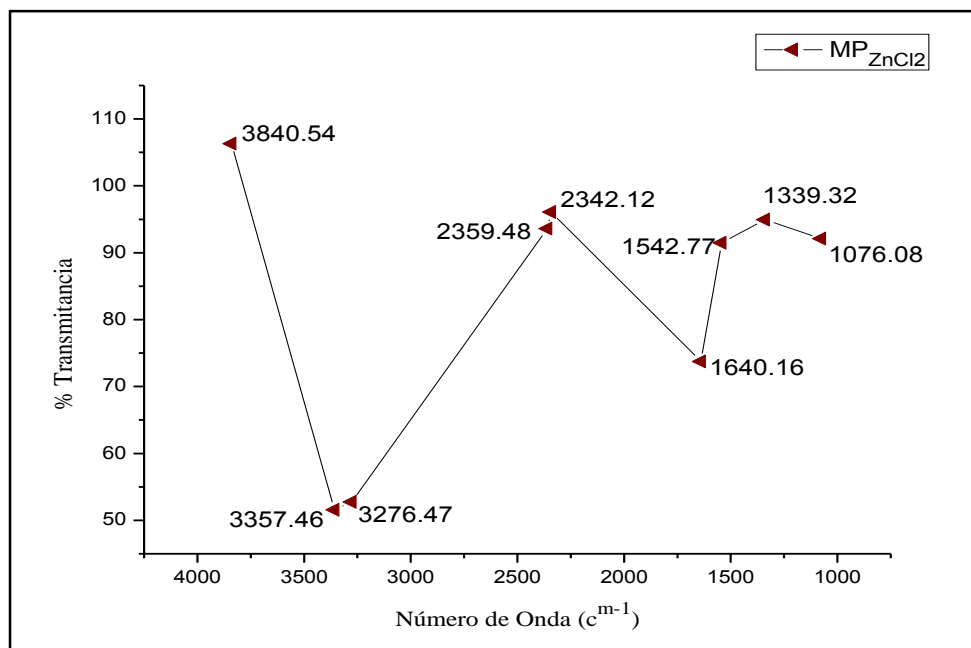


Gráfico 13-4: Digitalización de espectros FT-IR en el carbón vegetal (MP_{ZnCl2})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 47-4: Resultados de la espectroscopía en FT-IR MP_{ZnCl2}

Número de Onda [cm ⁻¹]	Transmitancia %T	Grupo Funcional	
3840.54	106.309	-OH	Alcohol
3379.64	52.3331	-OO-H	Hidroperoxidos
3357.46	51.5843	-NH ₂	Amidas Primarias
3276.47	52.7663	≡CH	Acetilenos
2359.48	93.6082	-PH	Fosfinas
2342.12	96.0699	-PH	Fosfinas
1640.16	73.7385	C=O	β-dicetonas
1542.77	91.4973	NO ₂	Compuestos Nitro aromáticos
1339.32	94.9275	N=N-O	Azocompuestos
1076.08	92.1238	SO ₃ H	Ácidos Sulfónicos

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.5. Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM)

El estudio de la morfología de los carbones activados se realizó a través del microscopio electrónico de barrido. En las figuras 8-4 y 9-4 se muestra la micrografía del carbón activado obtenido mediante activación física y de la figura 10-4 a la 18-4 la micrografía de los carbones activados mediante activación química, contrastado con el porcentaje de cenizas. Como se observa en cada micrografía, el carbón únicamente activado por tratamiento térmico otorga una estructura muy homogénea, de partículas con caras planas, en el que la porosidad no es muy visible. Por el contrario, el carbón activado químicamente, presenta una estructura heterogénea,

evidenciándose su porosidad y la irregularidad de sus partículas, se puede ver claramente una estructura más porosa, lo que está de acuerdo con los estudios de área superficial realizados para el material lignocelulósico. La adición de agentes activantes no solo juega un papel importante en su comportamiento químico sino también en su estructura superficial.

4.5.1. *Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) del carbón activado obtenido mediante activación física*

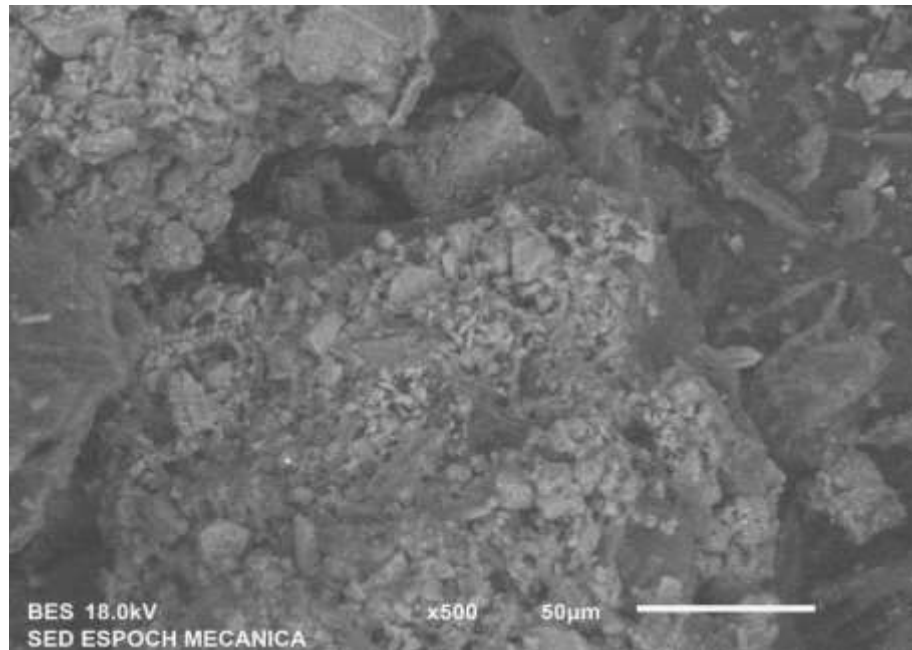


Figura 1-4: Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado (MP_{seco})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

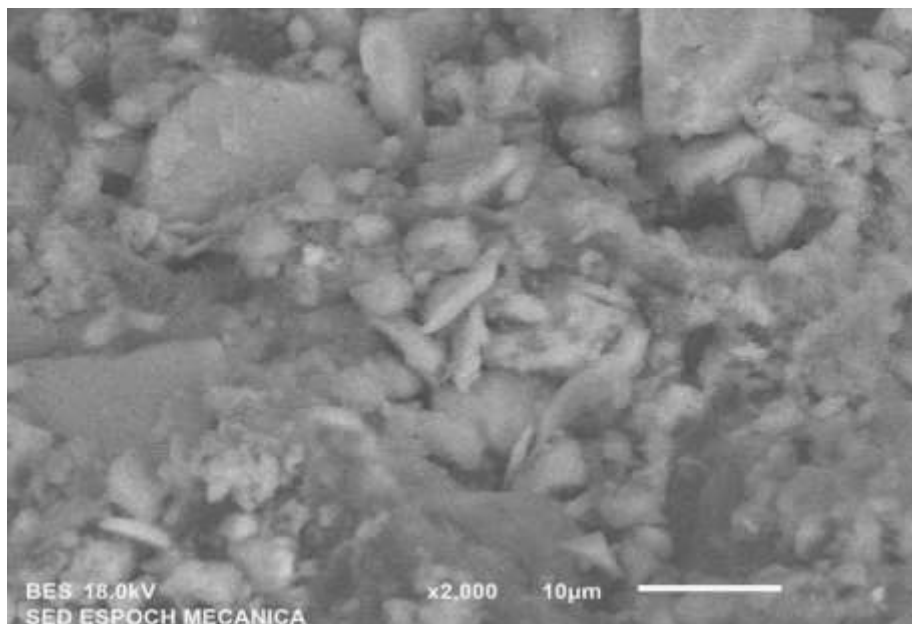


Figura 2-4: Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado (MP_{seco})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.5.2. *Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) de los carbones activados obtenidos mediante activación química*

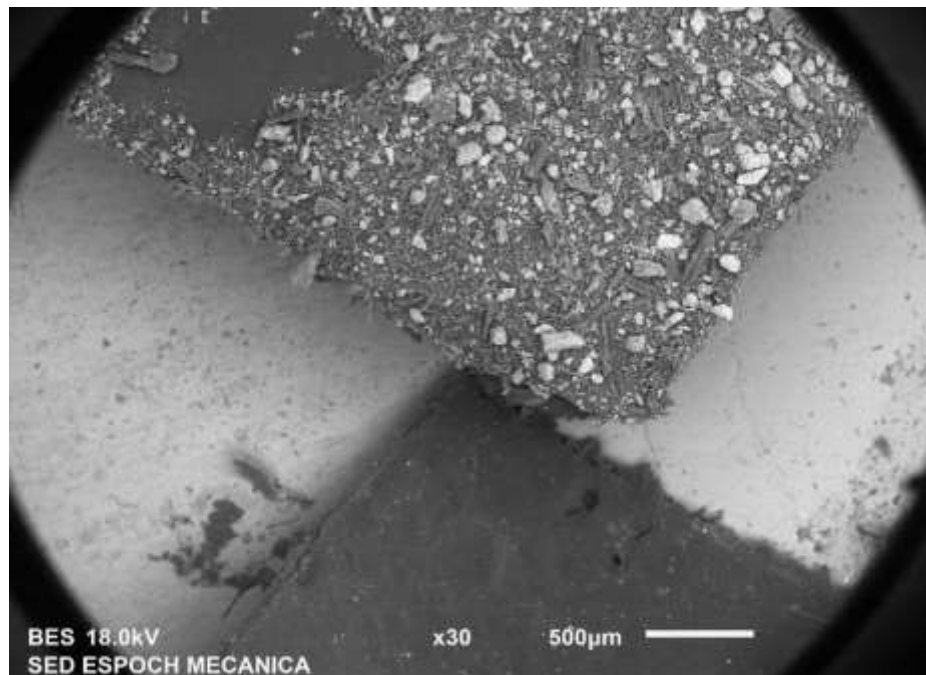


Figura 3-4: Micrografía SEM (x30) del carbón vegetal activado (MP_{KOH})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

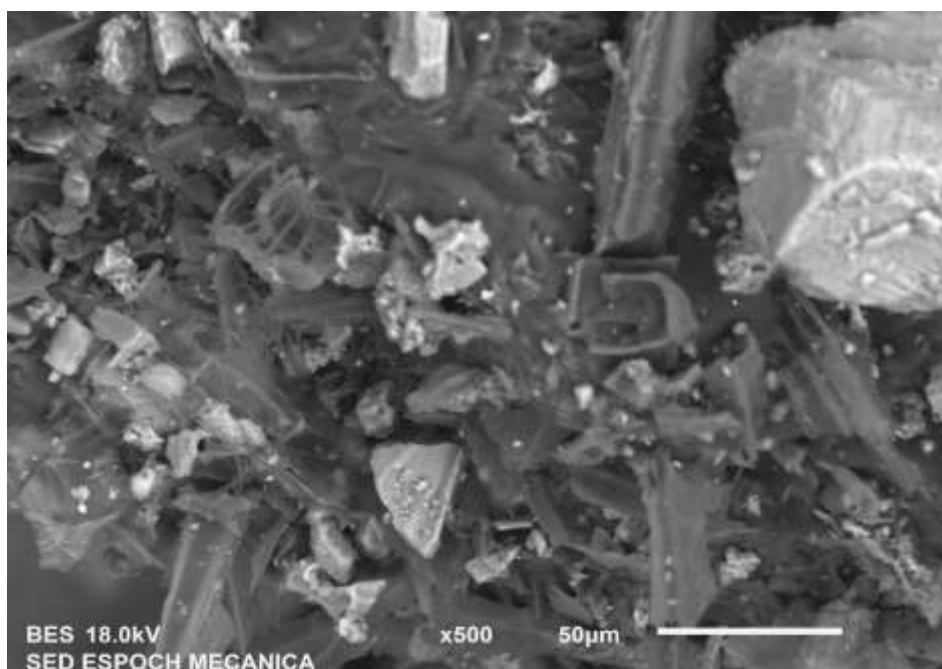


Figura 4-4: Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado (MP_{KOH})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

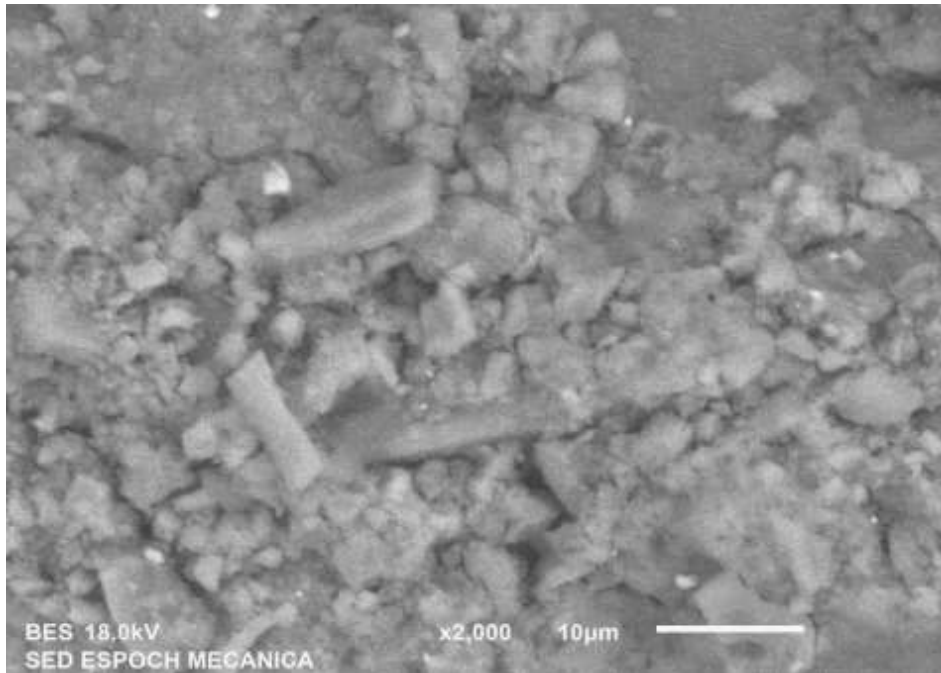


Figura 5-4: Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado (MP_{KOH})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

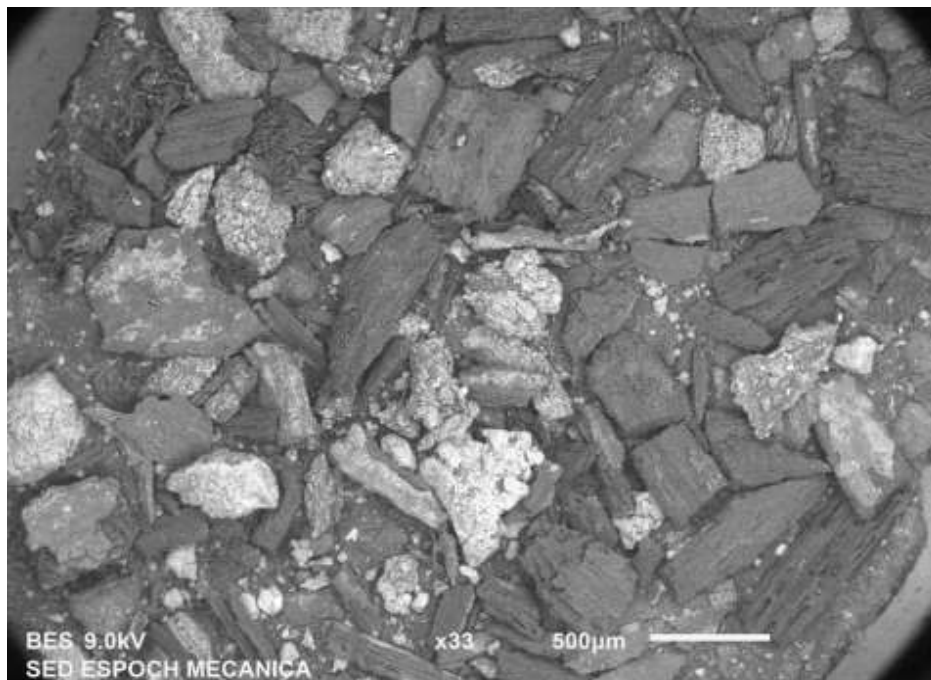


Figura 6-4: Micrografía SEM (x33) del carbón vegetal activado (MP_{H3PO4})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

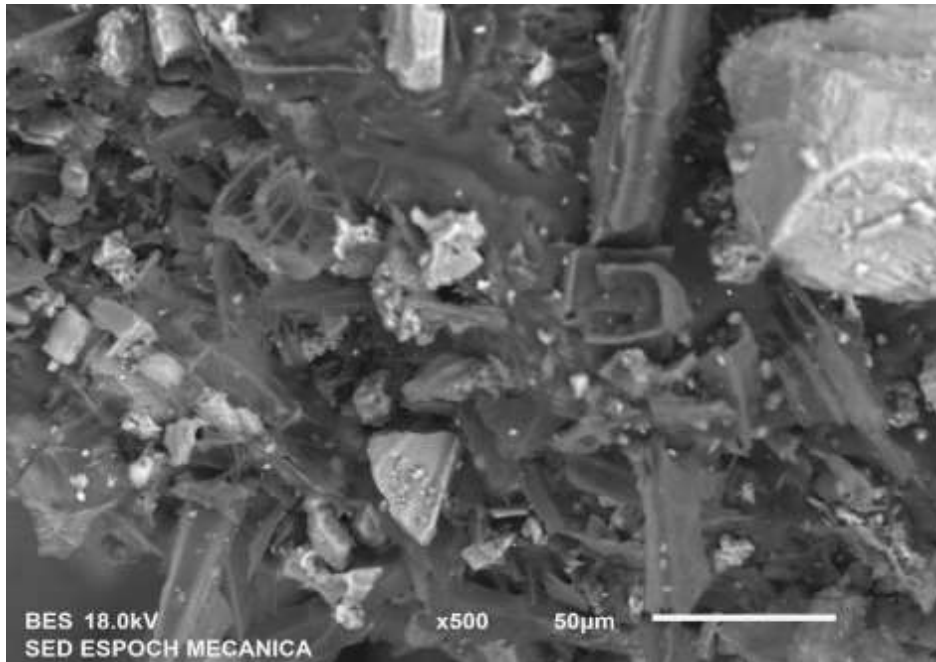


Figura 7-4: Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado ($MP_{H_3PO_4}$)

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

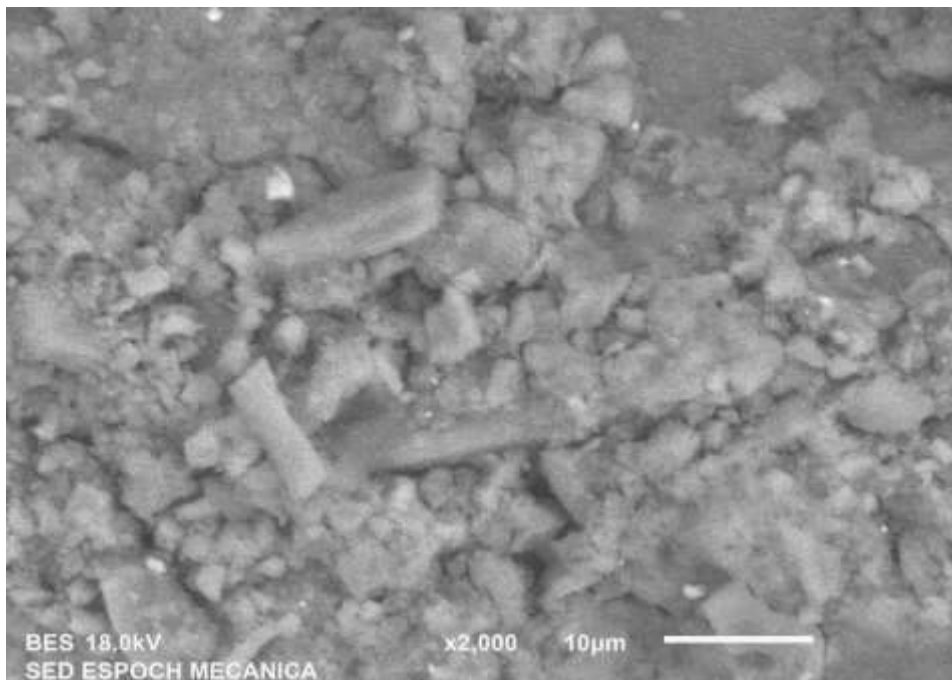


Figura 8-4: Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado ($MP_{H_3PO_4}$)

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

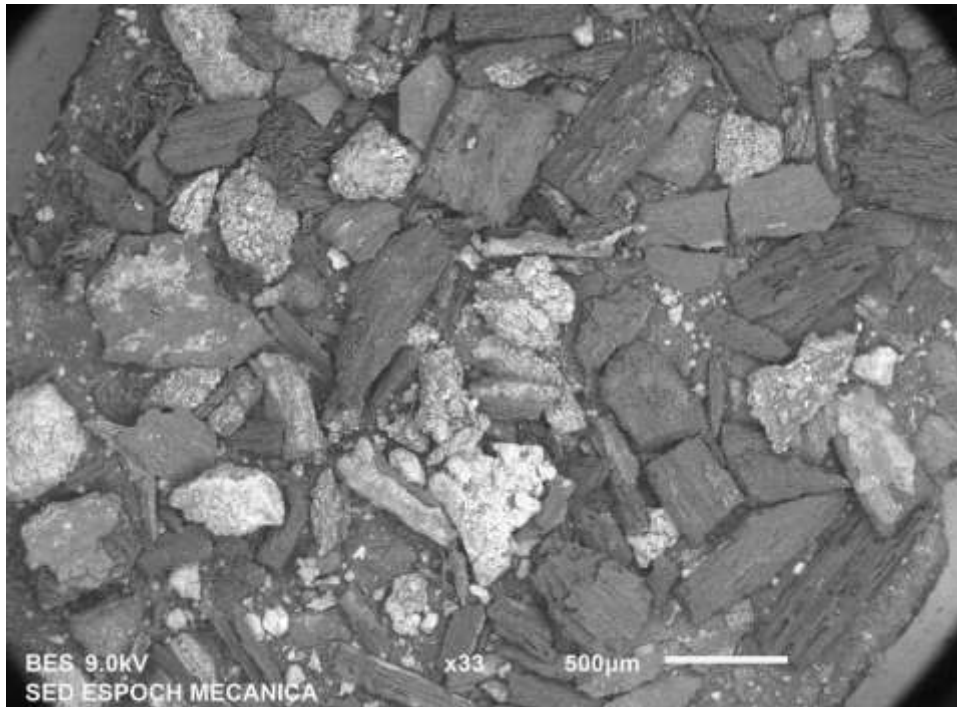


Figura 9-4: Micrografía SEM (x33) del carbón vegetal activado (MP_{ZnCl_2})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

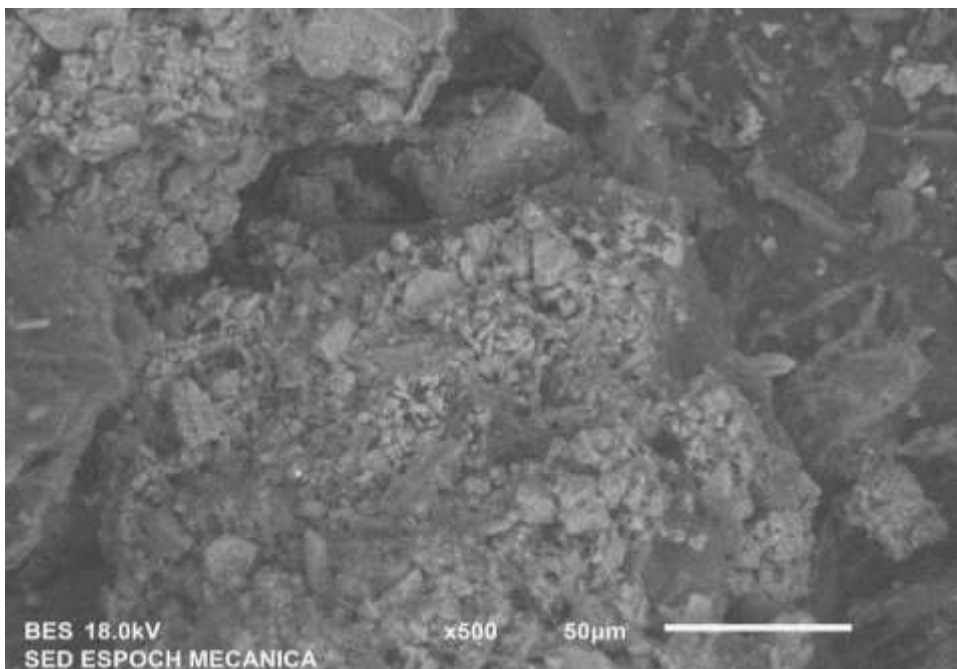


Figura 10-4: Micrografía SEM (x500) del carbón vegetal activado (MP_{ZnCl_2})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

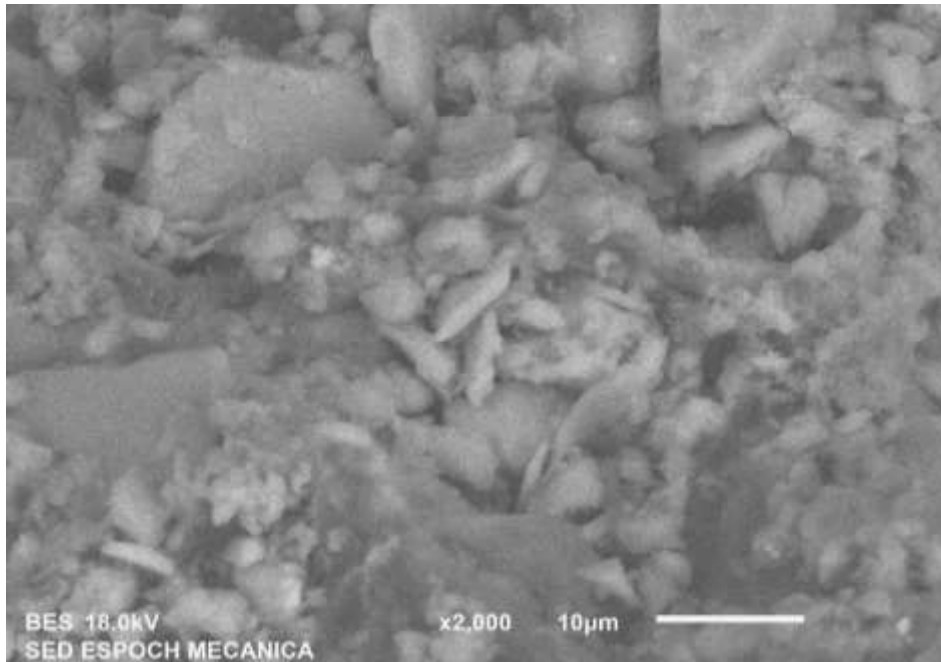


Figura 11-4: Micrografía SEM (x2000) del carbón vegetal activado (MP_{ZnCl₂})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.5.3. *Análisis elemental en la superficie (EDS) de los carbones activados*

Un estudio de SEM-EDS, se realiza con el fin de estudiar cualitativa y cuantitativamente la composición química en la superficie de los carbones (Graf. 16-4). En estos se puede ver principalmente la diferencia de la concentración en la superficie, MP_{seco} se caracteriza por la presencia de niveles máximos en el Carbono, Silicio y Oxígeno de 1.4, 0.7 y 0.55 respectivamente, como es característico de la biomasa; además, los metales que se soportaron (Al y Mg) se encontraron en niveles inferiores al 0.5, en diferencia los niveles en MP_{ZnCl₂} fueron más elevados como nos indica el Gráfico 17-4, con valores superiores en Carbono, Silicio y Oxígeno, con 1.1, 0.8 y 0.6 respectivamente, valores que están de acuerdo con lo que teóricamente se proponía soportar en el material carbonoso.

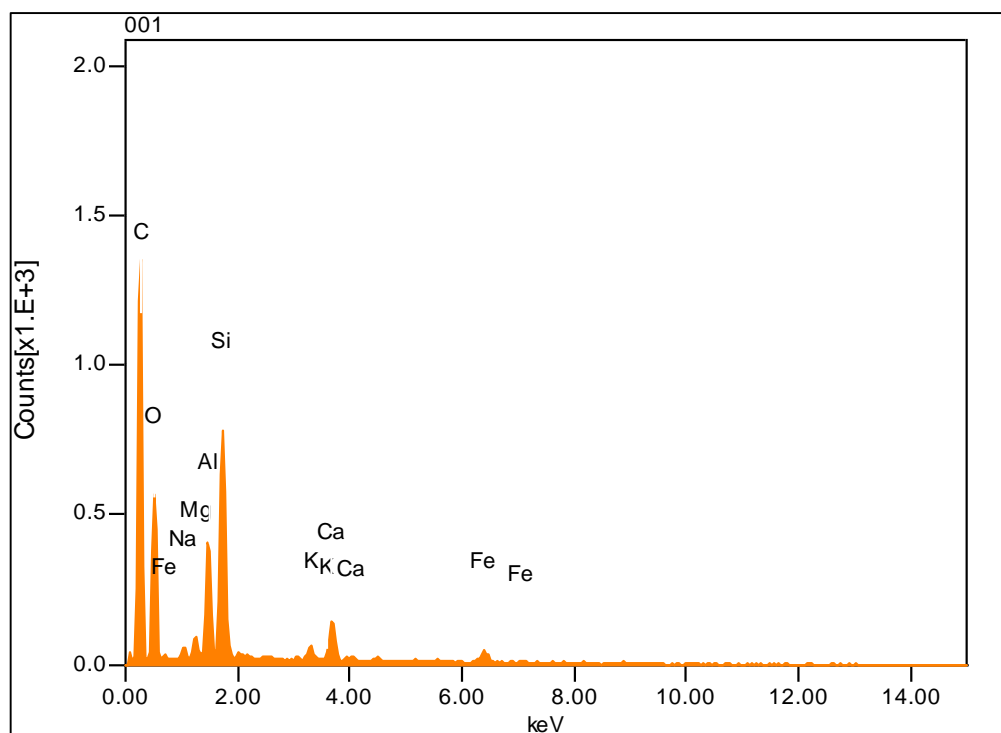


Gráfico 14-4: Análisis elemental en la superficie (EDS) del carbón activo (MP_{seco})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 48-4: Resultados del análisis elemental en la superficie (SEM-EDS) del carbón activo (MP_{seco})

Fórmula	masa%	Atom%	Sigma	Net	Radio K	Línea
C	40.98	63.49	0.30	6347	0.1562694	K
O	24.89	28.95	0.28	3161	0.0855879	K
Na	0.48	0.39	0.03	271	0.0025545	K
Mg	0.53	0.40	0.03	472	0.0025878	K
Al	2.45	1.69	0.04	2764	0.0143645	K
Si	5.44	3.61	0.06	6419	0.0371226	K
K	0.53	0.25	0.03	497	0.0044524	K
Ca	1.55	0.72	0.04	1490	0.0133506	K
Fe	1.50	0.50	0.05	498	0.0097405	K
Total	78.34	100.00				

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

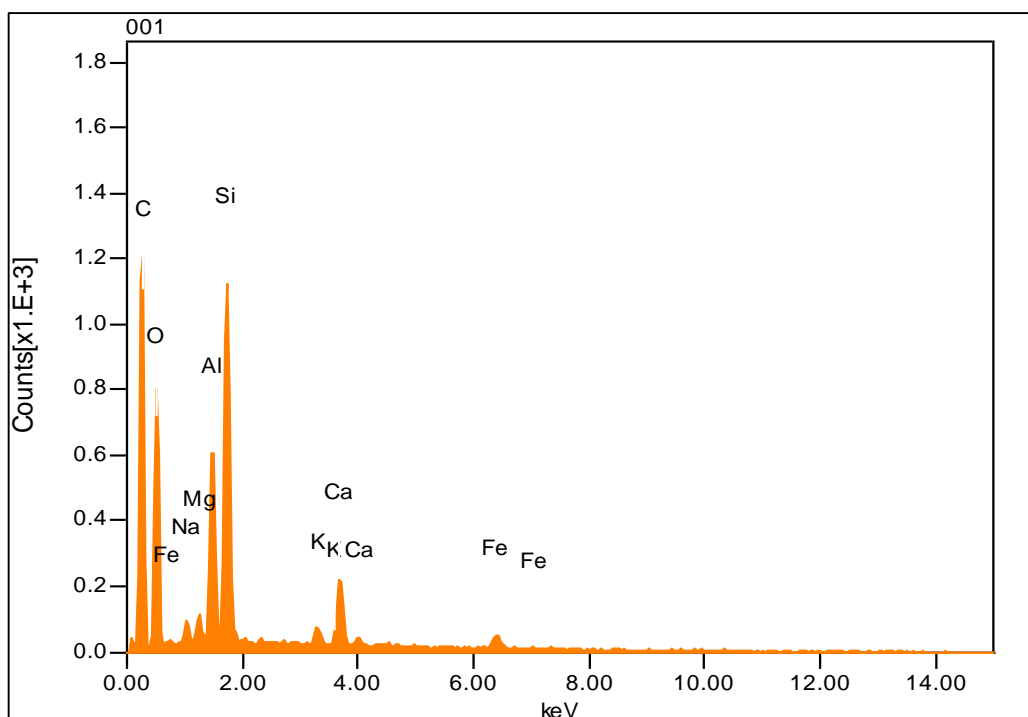


Gráfico 15-4: Análisis elemental en la superficie (EDS) del carbón activo (MP_{ZnCl2})

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 49-4: Resultados del análisis elemental en superficie (SEM-EDS) del carbón activo (MP_{ZnCl2})

Fórmula	Masa %	Atom %	Sigma	Net	Radio K	Línea
C	44.00	58.67	0.34	5954	0.1465968	K
O	31.61	31.64	0.30	4321	0.1170063	K
Na	0.87	0.60	0.04	494	0.0046520	K
Mg	0.65	0.43	0.03	580	0.0031813	K
Al	3.98	2.37	0.05	4480	0.0232777	K
Si	7.93	4.52	0.08	9313	0.0538624	K
K	0.68	0.28	0.03	628	0.0056262	K
Ca	2.51	1.00	0.05	2390	0.0214204	K
Fe	1.73	0.49	0.06	571	0.0111694	K
Total	93.96	100.00				

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.6. Adsorción

Tabla 50-4: Concentración de F⁻ (mgL⁻¹) en función del tiempo de agitación.

Orden	t (min)	MP _{KOH}	C1 (mg/L)	MP _{H3PO4}	C2 (mg/L)	MP _{ZnCl2}	C3 (mg/L)
1	2	KOH-2	1015	H ₃ PO ₄ -2	1045	ZnCl ₂ -2	1045
2	4	KOH-4	1013	H ₃ PO ₄ -4	1005	ZnCl ₂ -4	1025
3	6	KOH-6	1013	H ₃ PO ₄ -6	1000	ZnCl ₂ -6	995
4	8	KOH-8	990	H ₃ PO ₄ -8	981	ZnCl ₂ -8	978
5	10	KOH-10	980	H ₃ PO ₄ -10	975	ZnCl ₂ -10	972
6	20	KOH-20	975	H ₃ PO ₄ -20	960	ZnCl ₂ -20	957

7	30	KOH-30	960	H ₃ PO ₄ -30	955	ZnCl ₂ -30	950
8	40	KOH-40	955	H ₃ PO ₄ -40	950	ZnCl ₂ -40	945
9	50	KOH-50	955	H ₃ PO ₄ -50	945	ZnCl ₂ -50	930
10	60	KOH-60	950	H ₃ PO ₄ -60	935	ZnCl ₂ -60	925
11	70	KOH-70	950	H ₃ PO ₄ -70	930	ZnCl ₂ -70	913
12	80	KOH-80	925	H ₃ PO ₄ -80	930	ZnCl ₂ -80	910
13	100	KOH-100	905	H ₃ PO ₄ -100	930	ZnCl ₂ -100	901
14	120	KOH-120	875	H ₃ PO ₄ -120	922	ZnCl ₂ -120	886
15	140	KOH-140	865	H ₃ PO ₄ -140	884	ZnCl ₂ -140	830

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

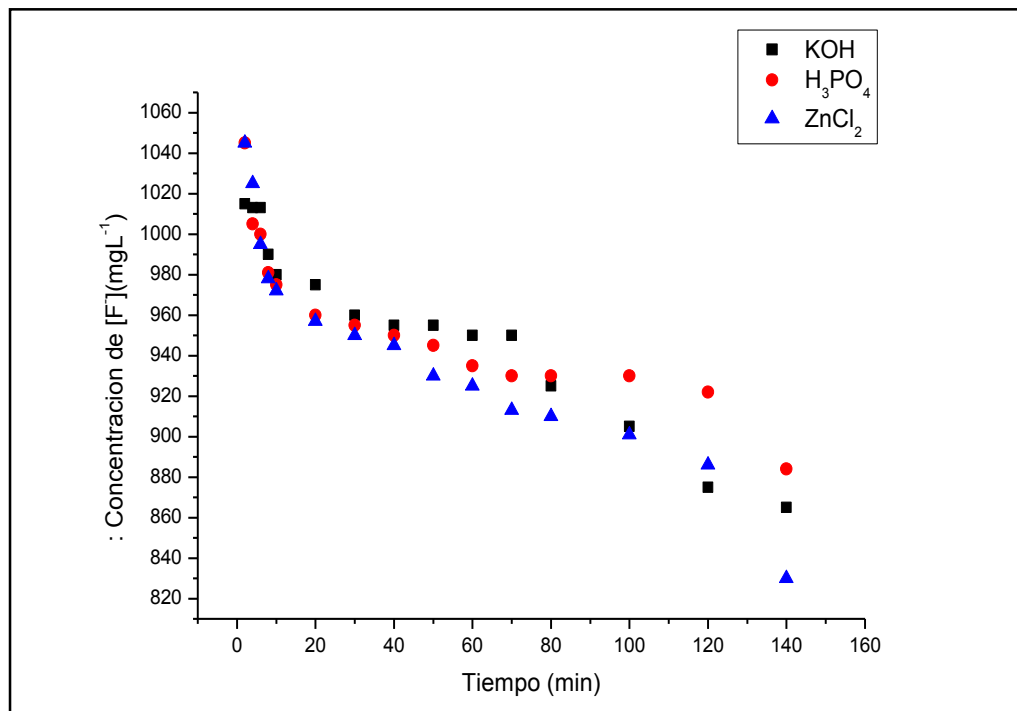


Gráfico 16-4: Concentración de F- (mgL⁻¹) en función del tiempo de agitación

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.6.1. Capacidad de Adsorción (q_e) y Eficiencia de Eliminación (%RE)

$$q_e = \frac{C_o - C_e}{W} \cdot V$$

$$\%RE = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \cdot 100$$

Tabla 51-4: Resultados de la capacidad de adsorción y eficiencia de eliminación en MP_{KOH}

Orden	Muestra	(qe) (mg g ⁻¹)	RE (%)
1	KOH-2	21.0	3.3333
2	KOH-4	22.2	3.5238
3	KOH-6	22.2	3.5238
4	KOH-8	36.0	5.7143
5	KOH-10	42.0	6.6667
6	KOH-20	45.0	7.1429
7	KOH-30	54.0	8.5714
8	KOH-40	57.0	9.0476
9	KOH-50	57.0	9.0476
10	KOH-60	60.0	9.5238
11	KOH-70	60.0	9.5238
12	KOH-80	75.0	11.9048
13	KOH-100	87.0	13.8095
14	KOH-120	105.0	16.6667
15	KOH-140	111.0	17.6190

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 52-4: Resultados de la capacidad de adsorción y eficiencia de eliminación en $MP_{H_3PO_4}$

Orden	Muestra	(qe) (mg g ⁻¹)	RE (%)
1	H ₃ PO ₄ -2	3.0	0.4762
2	H ₃ PO ₄ -4	27.0	4.2857
3	H ₃ PO ₄ -6	30.0	4.7619
4	H ₃ PO ₄ -8	41.4	6.5714
5	H ₃ PO ₄ -10	45.0	7.1429
6	H ₃ PO ₄ -20	54.0	8.5714
7	H ₃ PO ₄ -30	57.0	9.0476
8	H ₃ PO ₄ -40	60.0	9.5238
9	H ₃ PO ₄ -50	63.0	10.0000
10	H ₃ PO ₄ -60	69.0	10.9524
11	H ₃ PO ₄ -70	72.0	11.4286
12	H ₃ PO ₄ -80	72.0	11.4286
13	H ₃ PO ₄ -100	72.0	11.4286
14	H ₃ PO ₄ -120	76.8	12.1905
15	H ₃ PO ₄ -140	99.6	15.8095

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

Tabla 53-4: Resultados de la capacidad de adsorción y eficiencia de eliminación en MP_{ZnCl_2}

Orden	Muestra	(qe) (mg g ⁻¹)	RE (%)
1	ZnCl ₂ -2	3.0	0.4762
2	ZnCl ₂ -4	15.0	2.3810
3	ZnCl ₂ -6	33.0	5.2381
4	ZnCl ₂ -8	43.2	6.8571
5	ZnCl ₂ -10	46.8	7.4286
6	ZnCl ₂ -20	55.8	8.8571
7	ZnCl ₂ -30	60.0	9.5238
8	ZnCl ₂ -40	63.0	10.0000
9	ZnCl ₂ -50	72.0	11.4286
10	ZnCl ₂ -60	75.0	11.9048
11	ZnCl ₂ -70	82.2	13.0476
12	ZnCl ₂ -80	84.0	13.3333
13	ZnCl ₂ -100	89.4	14.1905
14	ZnCl ₂ -120	98.4	15.6190
15	ZnCl ₂ -140	132.0	20.9524

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

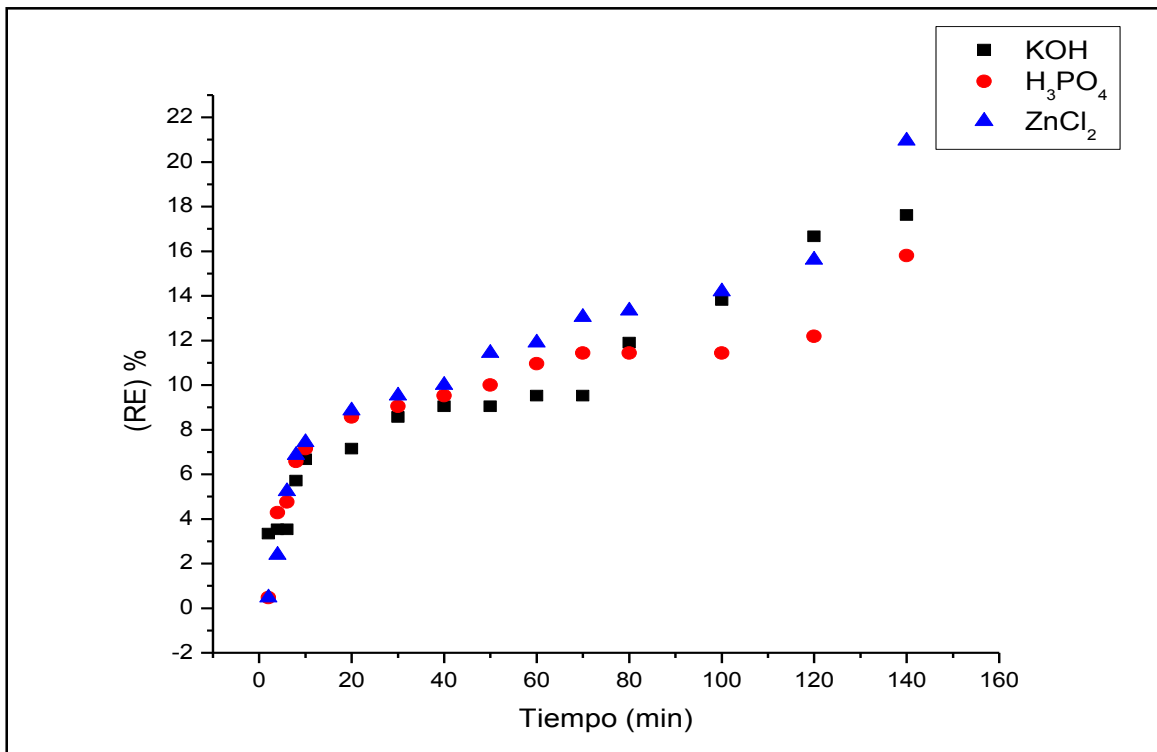


Gráfico 17-4: Porcentaje de eficiencia de remoción de F⁻ en función del tiempo de agitación

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.6.2. Efecto del pH sobre la adsorción

Tabla 54-4: Resultados de la Concentración de F⁻ en función del pH en MP_{ZnCl₂}

pH	Concentración de F ⁻ (mg L ⁻¹)	Concentración de F ⁻ (mg L ⁻¹)	(q _e) (mg g ⁻¹)	RE %
2	0.25	25	7.5	75
3	0.59	59	4.1	41
4	0.69	69	3.1	31
5	0.76	76	2.4	24
6	0.77	77	2.3	23
7	0.83	83	1.7	17
8	0.85	83	1.7	15
9	0.85	85	1.5	15
10	0.85	85	1.5	15

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

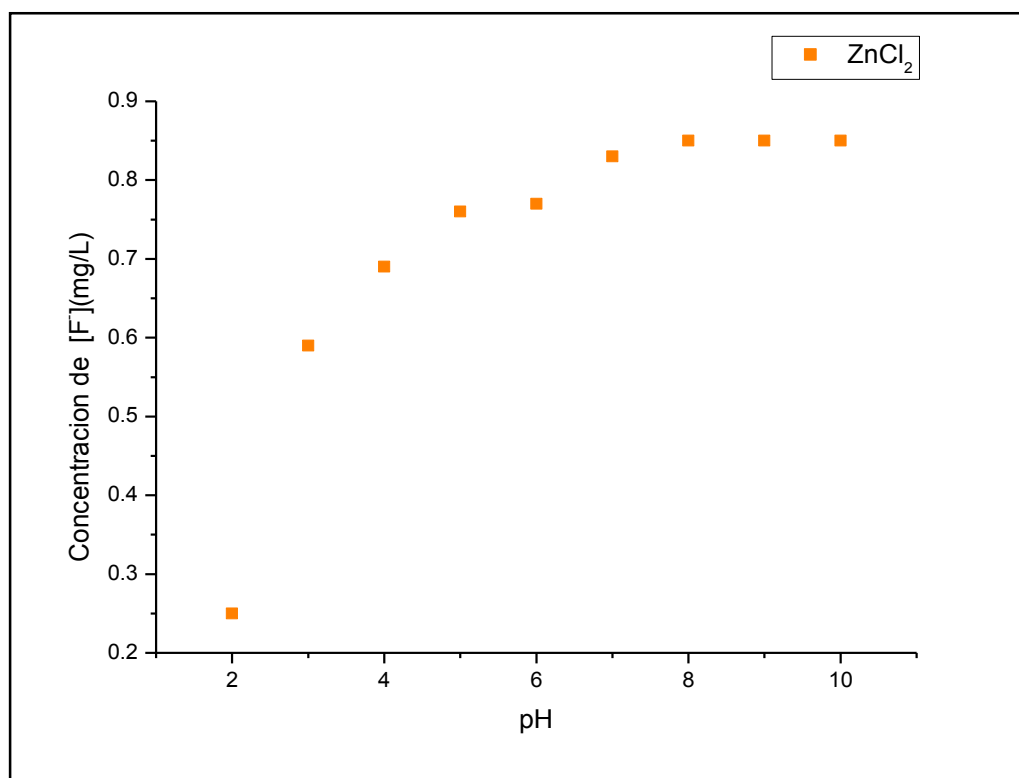


Gráfico 18-4: Concentración de F⁻ bajo el efecto del pH

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

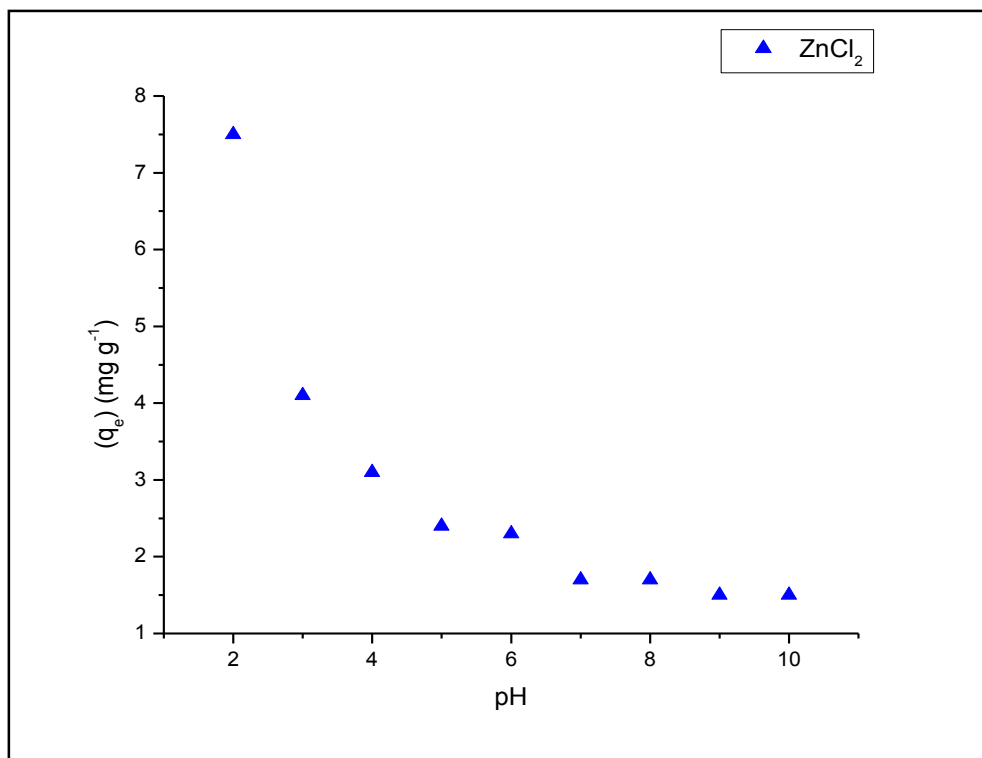


Gráfico 19-4: Capacidad de Adsorción de F- bajo el efecto del pH

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2019

4.7. Cinética química

Tabla 55-4: Resultados de la Cinética química en MP_{ZnCl₂}

Orden	Muestra	(q _e) (mg g ⁻¹)	t (min)	t/q	log(q _e -q)
1	ZnCl ₂ -2	3.0	2	0.66666667	2.11058971
2	ZnCl ₂ -4	15.0	4	0.26666667	2.06818586
3	ZnCl ₂ -6	33.0	6	0.18181818	1.99563519
4	ZnCl ₂ -8	43.2	8	0.18518519	1.94841297
5	ZnCl ₂ -10	46.8	10	0.21367521	1.93043959
6	ZnCl ₂ -20	55.8	20	0.35842294	1.88195497
7	ZnCl ₂ -30	60.0	30	0.5	1.8573325
8	ZnCl ₂ -40	63.0	40	0.63492063	1.83884909
9	ZnCl ₂ -50	72.0	50	0.69444444	1.77815125
10	ZnCl ₂ -60	75.0	60	0.8	1.75587486
11	ZnCl ₂ -70	82.2	70	0.85158151	1.69722934
12	ZnCl ₂ -80	84.0	80	0.95238095	1.68124124
13	ZnCl ₂ -100	89.4	100	1.11856823	1.6294096
14	ZnCl ₂ -120	98.4	120	1.2195122	1.52633928
15	ZnCl ₂ -140	132.0	140	1.06060606	-

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2020

4.7.1. Pseudo-primer orden

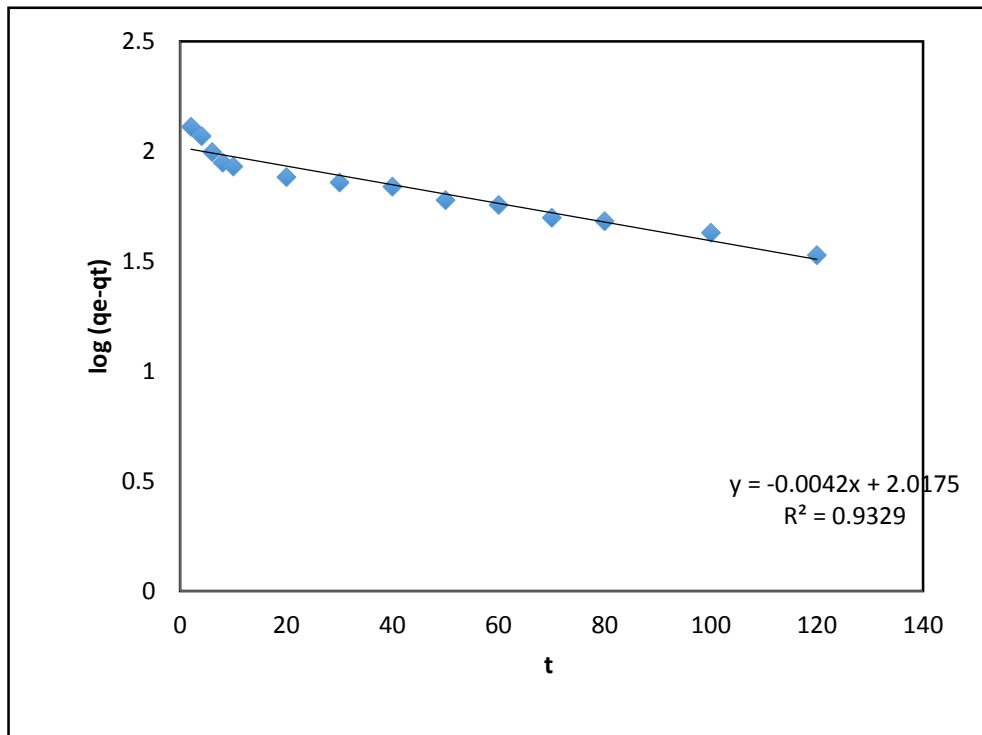


Gráfico 20-4: Cinética de pseudo-primer orden de MP_{ZnCl_2}

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2020

4.7.2. Pseudo-segundo orden

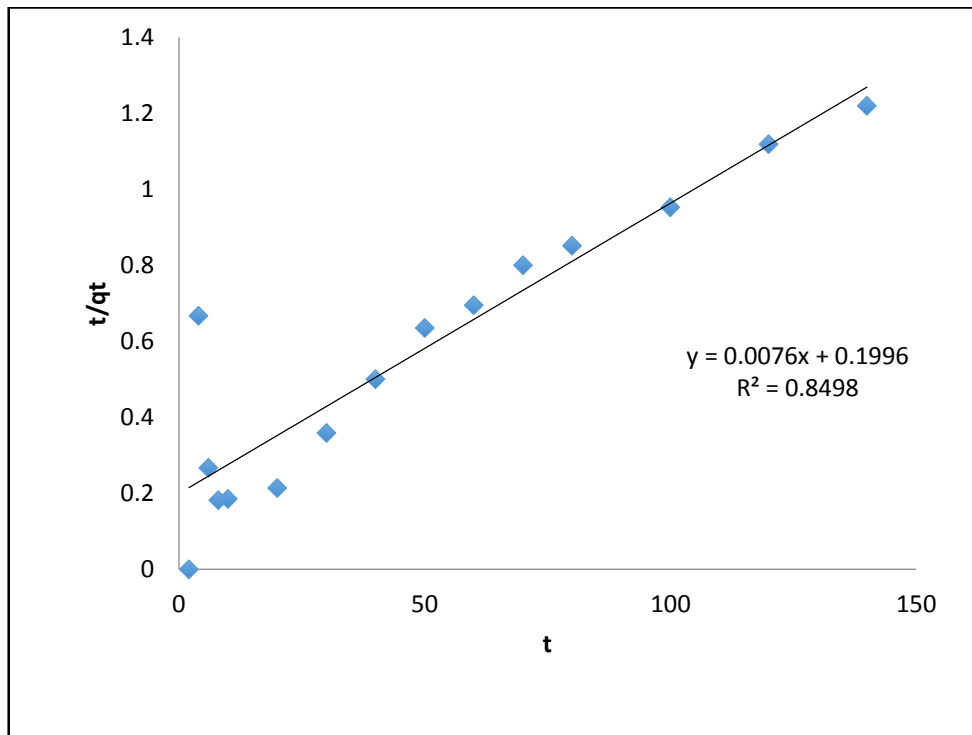


Gráfico 21-4: Cinética de pseudo-segundo orden de MP_{ZnCl_2}

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2020

Tabla 56-4: Análisis de la Cinética química en MP_{ZnCl_2}

<i>Parámetros Cinéticos</i>	Temperatura 298 K
$q_{e(exp)} \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$	132.0
Cinética de Pseudoprimer orden	
$q_{e(cal)} \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$	104.12
$k_1 \text{ (min}^{-1}\text{)}$	0.010
R^2	0.9329
Cinética de Pseudosegundo orden	
$q_{e(cal)} \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$	131.52
$k_2 \text{ g mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$	3.04 E-4
R^2	0.8498

Realizado por: Rodríguez, Israel. 2020

CONCLUSIONES

El proceso de elaboración de carbón activado a partir de residuos agrícolas pertenecientes a las comunidades de Pungalapamaba y Puruhaypamaba, de la parroquia rural Punagalá se realizó de manera exitosa y eficaz. El residuo elegido para el proceso de carbonización y en el que se basó este proyecto fue el yuyo de papa, (planta herbácea que brota después de 4 o 5 meses de cultivo) ya que más que un residuo, se lo considera un desecho, al no tener una disposición final, y cuya disposición es la incineración, convirtiéndose en un problema ambiental y un desperdicio de materia prima.

Se realizó un análisis físico-químico de calidad agua de las comunidades de Puruhaypamba y Pungalápamaba, cada uno de los resultados para cada muestra fueron promediados, obteniendo el valor promedio de cada parámetro medido en el transcurso de 4 semanas. Se reportan altos índices de color y fluoruros, ligera cantidad de oxígeno disuelto, nivel medio de dureza y bajo nivel de sulfatos, baja turbidez y cloruros. Algunos parámetros adicionales como los sólidos suspendidos, y la alcalinidad fueron medidos debido a:

- Obstrucción en las conexiones del sistema de agua potable, en el caso de los sólidos suspendidos y la alcalinidad.

Tenemos una gran variación en cuanto a la alcalinidad, es decir, cambia la concentración de carbonatos y bicarbonatos presentes en el agua entre la semana 2 y la semana 4, mostrando un pico más alto en la semana 4. En cuanto a los demás parámetros medidos, tenemos variaciones significativas en cuanto a dureza, con un pico alto en la semana 1 y en la conductividad con su pico más alto en la semana 4; los demás parámetros medidos mantienen un ritmo casi constante sin cambios significativos.

Se preparó carbón activado del pirolizado de yuyo de papa mediante activación física con flujo de gas nitrógeno, para crear una atmosfera inerte, a 400°C, 60 psi en 30 minutos. La relación existente entre la cantidad de kg del precursor “yuyo de papa” y el producto obtenido de carbón activado es medianamente baja, debido a que, de 829.2468g utilizados para la elaboración, se obtuvieron 201.0578g lo cual equivale al 24.25 % de la masa utilizada.

Adicionalmente se prepararon carbones activados por métodos químicos utilizando KOH, H₃PO₄ y ZnCl₂ como agentes activantes, se encontró que el contenido de cenizas es mayor en los carbones activados químicamente, a excepción de MP_{ZnCl2} que obtuvo un valor muy bajo, y de los tres tratamientos químicos, este último fue el que mejor calificó en los parámetros de caracterización, siendo el más óptimo. Esto se pudo constatar en las pruebas BATCH de adsorción.

El proceso inicia al pesar 50g de carbón activo que se añade a 350 mL de una disolución de ácido fosfórico al 20%, se deja en contacto al carbón con el activador durante 16 horas, transcurrido el tiempo se lleva a calentamiento a 110°C por un periodo de 8 horas para optimizar el proceso de impregnación.

Se pesó 50g de material carbonoso y se adicionó en una disolución de Hidróxido de Potasio al 10%, en una relación 4:1; y 50 g del material en una disolución de Cloruro de Zinc al 40% en una proporción 2:1 (Bhadusha y Ananthabaskaran, 2011, pp.696-1707) las muestras de carbón se sometieron luego al tratamiento térmico de impregnación descrito con anterioridad.

El proceso de obtención y activación química del carbón activado demostró que la activación con Hidróxido de Potasio presenta un mayor rendimiento debido a que existe una menor pérdida de producto durante el proceso de lavado, en comparación con el Ácido Fosfórico al 10% y el Cloruro de Zinc al 40%, ya que para lograr el pH neutro requirieron de una mayor cantidad de lavados lo que ocasiona una pérdida de material, especialmente en este último.

La metodología utilizada en la activación del yuyo de papa, tanto física como químicamente es viable mostrando reproducibilidad en los resultados.

De los ensayos y pruebas de caracterización realizados sobre el material precursor y el carbón activado obtenido mediante activación física y química, se puede concluir lo siguiente:

- La materia prima utilizada como precursor de los carbones activados presenta valores aceptables, con valores similares a los establecidos por el bagazo de caña, que es una de las principales materias primas utilizadas en la elaboración de carbón activo, la humedad es un factor importante debido a que las tecnologías de conversión térmica requieren una materia prima con un contenido de humedad menor al 50 %, el residuo de yuyo de papa seco tiene una humedad del 15.08 %, se concluye que es óptimo para que los resultados del proceso de incineración o conversión térmica sean aceptables. Los valores de cenizas obtenidos deben ser relativamente bajos, y no superar el 5%, el resultado obtenido fue 4.945 %.
- Los parámetros de carbono fijo y materia volátil de la biomasa agroindustrial guardan relación, ya que son un indicador de la facilidad con la cual se produce ignición, es decir, cuanto mayores son los valores registrados en estos parámetros menor es el tiempo de residencia hasta llegar a una combustión completa. Los valores obtenidos fueron: 75.60% en el material volátil y 21.06 % en el carbón fijo, siendo estos valores superiores al de los materiales precursores agroindustriales comúnmente utilizados en la industria.

- Los parámetros de caracterización utilizados para el carbón activado son los mismos que el material precursor, la razón es, guardar relación entre ambos materiales. Los resultados se pueden visualizar en la Tabla 44-4, la diferencia entre los valores obtenidos entre el material precursor y el carbón activo radica en el proceso de activación química y física al que se sometió el carbón activado previamente, la incineración, reduce el porcentaje de humedad y de material volátil, y aumenta en gran valor el contenido de ceniza y por ende al carbón fijo.

Uno de los parámetros a destacar son los bajos contenidos de cenizas (menor al 10 %) en relación a la norma que exige valores menores a 12 %, debido a que un elevado contenido de cenizas puede afectar principalmente la adsorción de moléculas orgánicas y la quimisorción de oxígeno.

Se determinó la concentración de compuestos en las muestras de los carbones activados mediante la técnica analítica de espectrofotometría UV-visible, concluyendo que las 4 muestras: MP_1 , MP_{KOH} , $MP_{H_3PO_4}$ y MP_{ZnCl_2} comparten los siguientes grupos funcionales: amidas primarias, amidas secundarias, acetilenos, fosfinas, amidas primarias y éteres, característico de la materia orgánica vegetal (biomasa lignocelulósica).

La impregnación de agente químicos activadores con los carbones activados favorece la adsorción de F^- de acuerdo con el siguiente orden: $ZnCl_2 > KOH > H_3PO_4$; esto indica que la impregnación de los carbones activados con los modificadores empleados a temperatura ambiente cambia la química de la superficie de los carbones aumentando la interacción del adsorbato con el oxígeno presente en la superficie.

Las pruebas de adsorción determinaron que el carbón activado con Cloruro de Zinc (MP_{ZnCl_2}) presentó mayor capacidad de remoción de Fluoruros en las muestras de agua, obteniendo un porcentaje de eficiencia de eliminación máximo de 20.95%, el carbón activado con Hidróxido de Potasio (MP_{KOH}) un 17.62 % y finalmente el carbón activado con Ácido Fosfórico ($MP_{H_3PO_4}$) con un 15.81%.

El efecto del pH sobre la capacidad de adsorción de F^- en medio acuoso reveló que, cuanto menor sea el valor del pH, es decir, a mayor acidificación del carbón activo, mayor es la capacidad de adsorción. El valor máximo de adsorción reportado fue a pH 2, MP_{ZnCl_2} fue capaz de disminuir la concentración de una solución de 1 mgL^{-1} de F^- a 0.25 mgL^{-1} , el porcentaje de eficiencia de eliminación de F^- fue de 75%, por el contrario, a pH básico 10, la concentración de F^- fue de 0.85 mgL^{-1} , con un porcentaje de remoción del 15%. Se concluye que la acidificación del material carbonoso es una condición que favorece a la adsorción de F^- en un medio acuoso.

Los parámetros de cinética de adsorción de fluoruros del carbón activo se determinaron utilizando los modelos de pseudo primer y pseudo segundo orden. Donde el modelo de pseudo primer es el que más se ajusta a nuestro material al obtener un coeficiente de determinación superior al obtenido con el modelo de pseudo segundo orden, este resultado indica que la tasa de cambio de la capacidad de adsorción es proporcional a la concentración de sitios activos disponibles por unidad de masa de material adsorbente obteniendo una capacidad máxima de adsorción (q_e) de 104,12 mg g⁻¹ para el MPZnCl₂

RECOMENDACIONES

Realizar estas mismas pruebas con otros modificadores o activadores químicos que puedan modificar la química superficial de los carbones activados con el fin de comparar y determinar su capacidad de adsorción de F.

Realizar ensayos con otros adsorbatos para observar el efecto de las modificaciones frente a diferentes tipos de contaminantes y conjuntamente realizar pruebas de desorción de los contaminantes y regeneración de los carbones activados.

Si se desea dar continuidad al estudio, se recomienda proseguir con el análisis de los parámetros planteados en este proyecto y adicionar otros parámetros de caracterización de la materia prima, con la finalidad de permitir el estudio de la factibilidad de la aplicación de un sistema de tratamiento térmico, siendo el parámetro adicional de mayor relevancia el poder calórico.

Si se plantea realizar un sistema de tratamiento térmico con un aprovechamiento energético, se recomienda hacer un secado previo del material precursor para así poder eliminar la humedad, ya que un alto valor de este parámetro afectara todo el proceso.

Es necesario tener un adecuado manejo de las muestras, desde su recolección, traslado y su manejo dentro del laboratorio para que no haya una alteración en sus características.

Antes de realizar algún tratamiento térmico es importante tomar en cuenta el valor intrínseco que posee cada material, por lo que someterlos a una clasificación y tratamiento de diferenciado podría significar un aprovechamiento de los recursos y el potencial contenido en ellos.

Utilizar el protocolo desarrollado a lo largo de este proyecto para la determinación de los parámetros de interés que signifique una base para el correcto desarrollo de la experimentación en el laboratorio.

GLOSARIO

Adsorción: Proceso de adhesión de algunos átomos y/o moléculas de una sustancia a la superficie de un líquido o sólido que se encuentra en contacto con ella. El resultado de este fenómeno es la formación de una capa líquida o sólida en la superficie de un medio líquido o gaseoso. La cantidad de material adsorbido depende de las tasas de adsorción y desorción de la sustancia, y del punto en el cual se alcance el equilibrio entre ambas. Cuanto mayor sea la adsorción y menor se la desorción, hallaremos mayor cantidad de material adsorbido en equilibrio. La cantidad de material adsorbido (adsorbato) va a depender de la capacidad de adsorción y de desorción de la sustancia (adsorbente), cuanto mayor es la adsorción menor es la desorción. (Valdés y Zaror, 2010, pp.40-44).

ANOVA: Analysis of variance. Es un análisis estadístico de varianza que determina la hipótesis: “las medias de dos o más poblaciones son iguales”. Se compone de una hipótesis nula que establece que todas las medias de la población son iguales y una hipótesis alternativa que defiende que al menos una media es diferente (Pita y Pértega, 2001, pp.191-195).

ATSDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de Estados Unidos con sede en Atlanta, Georgia, es una agencia de salud pública federal que forma parte del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU (Hidalgo-Gato et al., 2007, p.4).

Biomasa: Es la materia orgánica vegetal o animal que es aprovechada como fuente de energía. El material orgánico de las aguas residuales, el lodo de las depuradoras, la parte orgánica de los residuos sólidos urbanos y otros residuos orgánicos industriales también son considerados biomasa. La biomasa es considerada como materia prima formada por vía biológica de forma espontánea o provocada (Cabrera et al., 2016, pp. 27-35).

Carbón fijo: Es el residuo sólido combustible que permanece una vez se haya eliminado el material volátil, la humedad y las cenizas del carbón. Sirve para determinar la cantidad de productos de combustión intermedios que se generó y la cantidad de contenido no quemado del material volátil (Filippín, 2017, p.61).

Contenido de Ceniza: Cantidad de residuo sólido fino que procede de la combustión de la materia. La ceniza orgánica es un polvo fino de color negro grisáceo de masa reducida. Es la porción inorgánica no combustible de los residuos sólidos y de la materia orgánica no combustible (hollín). El contenido de ceniza se basa en un análisis de residuos inorgánicos que queda después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de la biomasa (Cano, 2016, p.31).

Espectrofotometría: Es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en una disolución, la relación entre la concentración de una muestra y la cantidad de luz que un analito absorbe se fundamenta por la Ley de Lambert-Beer, debido a la relación directa existente entre la absorbancia y el analito. El equipo empleado es el espectrofotómetro (Díaz, et al., 2010, pp.8-10).

Fisisorción: Es el proceso de adsorción física provocada por fuerzas atractivas entre el adsorbato y el adsorbente, estas fuerzas débiles se denominan fuerzas de Van der Waals, este fenómeno se caracteriza porque el adsorbato, sin modificar su naturaleza química, se adhiere a la superficie del adsorbente (Húmpola, 2013, pp. 112–113).

Fluorosis dental: Condición ocasionada por la excesiva ingestión de fluoruro durante la formación del diente, produce manchas pequeñas blancas o amarillentas en la superficie esmaltada de la dentadura (Hidalgo-Gato et al., 2007, p.4).

Fluorosis esquelética: Es una enfermedad resultado de la acumulación de flúor en los huesos que provoca cambios en el sistema óseo, haciendo que los huesos delicados y quebradizos (Hidalgo-Gato et al., 2007, p.4).

Fluorosis severa: Fluorosis dental avanzada que produce rayas, manchas color marrón y llega a dañar la superficie del diente, dando una apariencia desgastada, picada y áspera (Hidalgo-Gato et al., 2007, p.4).

Macroporo: Poro (fracción hueca de un cuerpo), es una medida de espacios vacíos en un material superior a los 50 nanómetros (Nm) (García, & Granillo, 2016, p.24).

Material Volátil: Es el material que se desprende de la primera fase del proceso de combustión, comúnmente es hidrógeno, metano, CO, CO₂, entre otros compuestos de bajo peso molecular. En un material carbonoso el contenido de volátiles es un indicador de su facilidad de ignición y se caracteriza por sus llamas estables. Un carbón con un bajo valor en volátiles tiene alto rango de ignición y arde lentamente (Cano, 2016, p.31).

Mesoporo: Poro o espacio en la materia cuyo diámetro está entre 2 y 50 nanómetros (Nm) (Sing, et al., 1985, pp.603-619)

Micrografía: Es una imagen de alta resolución de la superficie de una muestra que utiliza electrones que se reflejan o se eliminan de una región cercana a la superficie de la muestra para crear una imagen (Universitat Politècnica de València, 2017).

Microporo: Poro con un tamaño de diámetro menor a 2 nanómetros (Nm) (García, & Granillo, 2016, p.24).

Pirólisis: Proceso de degradación de la materia por el aumento de la temperatura en ausencia de oxígeno (atmósfera anóxica), donde se producen gases combustibles, aceites y carbón. Es un paso previo a la combustión, y cuando el único residuo sobrante es carbón se denomina carbonización. La temperatura inicial del proceso de pirólisis es 250°C y la completa a 500°C, pero varía dependiendo del tiempo de residencia de cada residuo (Cortés, 2013, pp.39-44).

Porcentaje de humedad: Es el contenido de agua que contiene la materia orgánica expresada en porcentaje, es una propiedad intrínseca de la materia. El contenido de agua influye directamente sobre el poder calorífico de los residuos (Cano, 2016, p.31).

Propiedades intrínsecas: Son propiedades o características específicas de la materia que permiten diferenciar un cuerpo de otro, estas pueden ser físicas o químicas. Entre ellas podemos mencionar, la humedad, densidad, dureza, punto de ebullición, las propiedades organolépticas, entre otras (Rodríguez, 2007, p.40).

Quimisorción: Proceso de adsorción donde existe reacción química, las moléculas del adsorbato y la superficie del adsorbente forman y rompen enlaces químicos dando lugar a una interacción muy fuerte y específica, principal diferencia con la fisisorción (Húmpola, 2013, pp. 112–113).

SEM: Scanning Electron Microscope. Es una técnica de microscopía electrónica que utiliza un haz de electrones para la observación y caracterización superficial de muestras orgánicas e inorgánicas. El microscopio electrónico de barrido sirve para la caracterización de materiales y la visualización de las superficies de una muestra (Universitat Politècnica de València, 2017).

SEM - EDS: Scanning Electron Microscope. Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy. Es una técnica analítica que sirve para obtener información cualitativa y cuantitativa de la composición de la superficie química de una muestra. El análisis SEM – EDS de material interno emite un haz de electrones que inciden en una muestra, creando una espectroscopia de radiación interna (Universitat Politècnica de València, 2017).

Yuyo: Planta herbácea que crece espontáneamente a los pocos meses de haber sembrado un cultivo. El término “yuyo” es perteneciente al lenguaje coloquial de la región interandina de Sudamérica, que significa maleza o hierba. Son los primeros tallos verdes de un cultivo principalmente tubérculos que mueren a 4 o 5 meses de sembrado, siendo sustituidos por otros nuevos (Salazar, 2017, p.26).

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, N.; et al. *Espectrofometría: espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. [blog]. Córdoba – Colombia: 2010. [Consulta: 2 de abril de 2019].

Disponible en: https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf

ARIAS, F.; et.al. “Study of the adsorption of mercury (II) on lignocellulosic materials under static and dynamic conditions”. *Elsevier Ltd.*, vol 180, nº1 (2017) pp. 11-23.

AZNAR, A. “Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas”. *Revista interdisciplinaria de gestión ambiental*, vol 2, nº 23 (2000), (España) pp. 12-19.

BANDOSZ, T. *Activated Carbon Surfaces in Environmental Remediation*. New York- United States of America: Elsevier Ltd, 2006, pp. 55-58.

BANSAL, R., DONNET, J. & STOECKLI, F. *Active Carbon*. New York- United States of America: Marcel Dekker, 1998, pp. 15-45.

BHADUSHA, N. & ANANTHABASKARAN, T. “Adsorptive Removal of Methylene Blue onto ZnCl₂ Activated Carbon from Wood Apple Outer Shell: Kinetics and Equilibrium Studies”. *E-Journal of Chemistry*, vol 8, nº4 (2011), (India) pp. 1696-1707.

BINOD, P.; et al. “Bioethanol production from rice straw: an overview”. *Bioresource Technology*, vol 101, nº 13 (2010), (India) pp. 4767-4774.

CABRERA, E.; et al. “Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento”. *Revista Centro Azúcar*, vol 43, nº 4 (2016), (Cuba) pp. 27-35.

CABRERA, E.; et al. “Alkaline and alkaline peroxide pretreatments at mild temperature to enhance enzymatic hydrolysis of rice hulls and straw”. *Bioresource Technology*, vol 167 (2014), (Cuba) pp. 1-7.

CABRERA, E.; et al. “Comparison of industrially viable pretreatments to enhance soybean straw biodegradability”. *Bioresource Technology*, vol 194 (2015), (Cuba) pp.1-6.

CANO, L. *Cuantificación del porcentaje de humedad y cenizas contenidos en los residuos sólidos urbanos de la parroquia de Limoncocha*. (Tesis de pregrado). Universidad Internacional SEK. Quito - Ecuador. 2016. pp. 75 – 99.

CARBONOLOGÍA. *Poros de carbón activado*. [blog]. 2014. [Consulta: 15 de junio 2019].
Disponible en: <https://www.desotec.com/es/carbonologia/casos/poros-de-carb-n-activado>

CARBOTECNIA, *¿Qué es el carbón activado?* [blog]. 2004. [Consulta: 21 de abril de 2019].
Disponible en: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>

CARVAJAL, A. *Modificación Química de Carbones Activados y su Efecto en la Adsorción de Compuestos Fenólicos*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá - Colombia. 2014. pp 23 – 78.

Corporación Eléctrica del Ecuador. *Metodología: Procedimiento para la toma de muestras*. Quito - Ecuador: CELEC EP, 2011, pp. 4-46.

CORTES, W. “Tratamientos Aplicables a Materiales Lignocelulósicos para la Obtención de Etanol y Productos Químicos”. *Revista de Tecnología. Journal of Technolog*, vol 13, n° 1 (2013) pp.39-44.

DÍAZ, N.; et al. *Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas*. [blog]. 2010. [Consulta: 22 de noviembre 2019].

Disponible en: https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf

FENGEL, D. & WENEGER, G. *Wood. Chemistry. Ultrastructure. Reactions*. Berlin - Alemania: De Gruyter, 1984, pp. 54-112.

FERNÁNDEZ, A.; et al. “Aspectos industriales de la producción de carbón activado y sus aplicaciones en la mitigación ambiental”. *IBEROMET*, vol 9, n°1 (2006), (Colombia) pp. 417-423.

FILIPPÍN, A.; et al. “Obtención y caracterización de carbón activado a partir de residuos olivícolas y oleícolas por activación física”. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, vol 8, n° 3 (2017), (Chile) pp. 2-4.

FOO, K. & HAMEED, B. “Insights into the modeling of adsorption isotherm systems”. *Chemical Engineering Journal*, vol 156, n° 1 (2010), (Malaysia) pp. 2–10.

FRENCH, M. *El derecho humano al agua en Ecuador: avances, límites y retos*. (Tesis de pregrado). Universidad Internacional del Ecuador. Quito – Ecuador. 2012. pp. 39–61.

GARCIA, R. & GRANILLO, Y. *Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cáscara de naranja Valencia Citrus sinensis Linn Osbeck*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua – Nicaragua. 2016. pp. 47–53.

GRISALES, A. & ROJAS, W. *Obtención de carbón activado a partir de activación química de pulpa de café y su aplicación en la remoción de colorantes en aguas residuales industriales.* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnología de Pereira. Pereira - Colombia. 2016. pp. 32–36.

HARRIS, D. *Exploring Chemical Analysis.* California – United States of America: W.H. Freeman, 2004, pp. 113-117

HIDALGO-GATO, I.; et al. “Fluorosis dental: no solo un problema estético”. *Revista Cubana de Estomatología*, vol 44, n° 4 (2007), (Cuba) pp. 4

HÚMPOLA, P. *Estudio de la adsorción de compuestos biorrefractarios en soluciones acuosas.* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe – Argentina. 2013. pp. 112–113.

LAPO, J. *Reactivación química del carbón activado del tipo calgn americano 6x12 utilizado en la sociedad minera “promine” para el proceso de adsorción de metales preciosos.* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala. Machala - Ecuador. 2014. pp. 87–89.

LAUREANO, L.; et al. “Understanding factors that limit enzymatic hydrolysis of biomass”. *Appl. Biochem. Biotechnol*, vol 124, n° 1 (2005), (Unites States of America) pp. 1081-1099.

LENNTECH. *Adsorción / Carbón active.* [Blog]. 2018. [Consulta: 15 de junio 2019].
Disponibile en: Recuperado de: <https://www.lenntech.es/adsorcion.htm>

LEÓN, T.; et al. “Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad”. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, vol 47, n° 2 (2013), (Cuba) pp. 13-22.

LIU, Q.; et al. "Adsorption isotherm, kinetic and mechanism studies of some substituted phenols on activated carbon fibers”. *Chemical Engineering Journal*, vol 157, n° (2010) pp. 348–356.

LÓPEZ, C. & BALAREZO, D. “El derecho humano al agua y la justicia ambiental en Ecuador”. *The Blue Planet Project.* [en línea], 2012, (Ecuador) 1(1), pp. 4-16. [Consulta: 3 de septiembre de 2019]

Disponibile en: <https://canadians.org/sites/default/files/publications/RTW-Ecuador-1.pdf>

MARTÍNEZ DE YUSO, A. *Desarrollo de carbones activados a partir de residuos lignocelulósicos para la adsorción y recuperación de tolueno y n-hexano.* (Tesis de doctorado). Universidad San Jorge. Villanueva de Gállego, Zaragoza – España. 2012. pp. 54–60.

MENÉNDEZ, J. *El carbón en la vida cotidiana. De la pintura rupestre al ascensor espacial.* Asturias – España: Createspace Independent Pub, 2012, pp. 115-117

MONTOYA, J. *Actividades económicas de Ecuador* [blog]. Ecuador: 2018. [Consulta: 14 junio 2019]

Disponible en: <https://www.actividadeseconomicas.org/2017/12/actividades-economicas-de-ecuador.html>

ORLOVE, B. & CATON, S. “Water Sustainability: Anthropological Approaches and Prospects. *Annual Review of Anthropology* [en línea], 2010, (United States of America) 39(1), pp.401-415. [Consulta: 5 de agosto 2019].

Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.012809.105045>

OSPINA, V., BUITRAGO, R. & LÓPEZ, D. “Preparación y caracterización de carbón activado a partir de torta de higuera”. *Tecno Lógicas*, vol 17, n° 32 (2013) pp. 75-84.

OWENS, G.; et al. “Determination of EDTA, NTA, and Other Amino Carboxylic Acids and Their Co(II) and Co(III) Complexes by Capillary Electrophoresis”. *Environ. Sci. Technol*, vol 34, n° 5 (2000), (United States of America) pp. 885-891.

PITA, S. & PÉRTEGA, S. “Significancia estadística y relevancia clínica”. *Complexo Hospitalario Universitario de A Coruña* [en línea]. 2001, (España) 8(1), pp.191-195. [Consulta: 10 de septiembre de 2019]

Disponible en: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/signi_estadi/signi_estadi.asp

PRÍAS, J., ECHEVERRY, N. & CALDERÓN, H. “Fabricación y caracterización de carbón activado y de nanoplaquetas de carbón a partir de *Guadua angustifolia kunth* para aplicaciones en electrónica”. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol 39, n° 153 (2015), (Colombia) pp. 444-449.

PRÍAS, J.; et al. “Identificación de las variables óptimas para la obtención de carbón activado a partir del precursor *Guadua angustifolia kunth*”. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol 35, n° 135 (2011), (Colombia) pp.157-166.

RIVAS, C.; et al. “Isoterma de Langmuir y Freundlich como modelos para la adsorción de componentes de ácido nucleico sobre Wo”. *SABER Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, vol 26, n° 1 (2014), (Venezuela) pp. 43-49.

RODRÍGUEZ, F. *El carbón activado como adsorbente universal. En: Sólidos porosos preparación, caracterización y aplicaciones.* Bogotá - Colombia: Ediciones Uniandes, 2007, pp. 54-59.

RODRÍGUEZ, F., MOLINA, M. & GONZALEZ, M.T. “The use of steam CO₂ as activating agents in the preparation of activated carbons”. *Carbon*, vol 33, n° 1 (1995), (España) pp. 15-23

ROMERO, J. *Potabilización del Agua*. México D.F.– México: ALFAOMEGA, S.A. de C V, 1999, 221-224

SALAZAR, B. “Identificación de los factores que inciden en la pérdida de los saberes ancestrales en la producción de papa *solanum tuberosum* en la parroquia Ambatillo, cantón Ambato”. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato - Ecuador. 2017. pp. 37-39.

SARKAR, N.; et al. “Bioethanol production from agricultural wastes: an overview”. *Renewable Energy*, vol 37, n° 1 (2012), (India) pp. 19-27.

SERRANO, D. & RUCALVA, M. “Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química”. *Educación Química*, vol 24, n° 1 (2013), (México) pp. 94-95.

SING, K.; et al. “Reporting physisorption data for Gas/solid systems with Special Reference to the Determination of Surface Area and Porosity”. *Pure and App. Chem.*, vol 57, n° 4 (1985), (United Kingdom) pp. 603-619

SISTEMA IBEROAMERICANO DE INFORMACIÓN SOBRE EL AGUA. *Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)*. [blog]. Ecuador, 2014. [Consulta: 5 de julio 2019].
Disponible en: <http://www.siagua.org/organismos/secretaria-nacional-agua-senagua>

SOLÍS, J.; et al. “Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña”. *Tecnología, Ciencia, Educación*, vol 27, n° 1 (2012), (México) pp. 36-48.

SONTHEIMER, H.; CRITTENDEN, J. & SCOTT, R. *Activated carbon for water treatment*. Karlsruhe– Alemania: DVGW-Forschungsstelle, Engler-Bunte-Institut, 1988, pp. 113-117.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. *Preparación de muestras para el microscopio de barrido*. [blog]. Valencia – España, 2017. [Consulta: el 22 de noviembre 2019].
Disponible en: <http://www.upv.es/entidades/SME/info/753330normalc.html>

VALDÉS, H. & ZAROR, C. “Influencia de la composición química superficial del carbón activado en la adsorción de benzotiazoles”. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol 18, n°1 (2010), (Chile) pp 38-43.

VÁSCONEZ, L.; Durán, W. *Evaluación ambiental de la cuenca del río gala del cantón Camilo Ponce Enríquez*. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica Salesiana Unidad de Posgrados. Cuenca - Ecuador. 2015. pp 54-63.

ANEXOS

ANEXO A. Preparación del material precursor del carbón activo “yuyo de papa”



ANEXO A-1: Corte y troceado del material precursor.



ANEXO A-2. Materia prima secada a 200°C por 48 horas.

Laboratorio de Química Instrumental	Preparación del material precursor del carbón activo “yuyo de papa”		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo A-1. Troceado con diámetro de 1 a 2 centímetros. Anexo A-2. Peso de la materia prima seca 861.96g .	1	1:1	2019/12/28

ANEXO B. Molienda, tamizado y pesaje del material precursor del carbón activo



ANEXO B-1: Equipo mixto de moliendo y tamizado.



ANEXO B-2. Pesaje del material precursor molido y tamizado.

Laboratorio de Operaciones Unitarias	Molienda y tamizado del material precursor del carbón activo “yuyo de papa”		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo B-1. Diámetro máximo de materia: 0.5 cm Anexo B-2. Se pierde masa por la ventilación del equipo	2	1:1	2019/12/28

ANEXO C. Proceso de pirólisis



ANEXO C-1: Reactor de pirólisis.



ANEXO C-2. Material carbonoso obtenido.

Laboratorio de Química Instrumental	Proceso de carbonización		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo C-1. Parámetros del Equipo: Temperatura 400°C, presión 60 psi y tiempo 30 minutos. Se dejó fluir gas nitrógeno Anexo C-2. Peso del carbón obtenido: 829.25g	3	1:1	2019/12/28

ANEXO D. Proceso de activación térmica: carbonización



ANEXO D-1: Triturado del carbón activo con mortero y pistilo.



ANEXO D-2. Proceso de carbonización: uso de la mufla.

Laboratorio de Química Instrumental	Proceso de carbonización		
	LÁMINA	ESCALA	FECHA
NOTAS: Anexo D-2. Temperatura: 600°C. Uso de una capsula de porcelana.	4	1:1	2019/12/28

ANEXO E. Proceso de activación química del carbón activo: preparación de soluciones



ANEXO E-1: Solución de $ZnCl_2$ al 40%



ANEXO E-2. Solución de KOH al 10%



ANEXO E-3: Solución de H_3PO_4 al 20%.

Laboratorio de Química Instrumental	Proceso de activación química del carbón activo: preparación de soluciones		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo E. Las concentraciones establecidas se extrajeron Prias, 2011, para determinar la influencia del activador en el proceso de activación.	5	1:1	2019/12/28

ANEXO F. Proceso de activación química del carbón activo: fase de contacto



ANEXO F-1: Fase de contacto entre la solución del agente activante y el carbón activado.



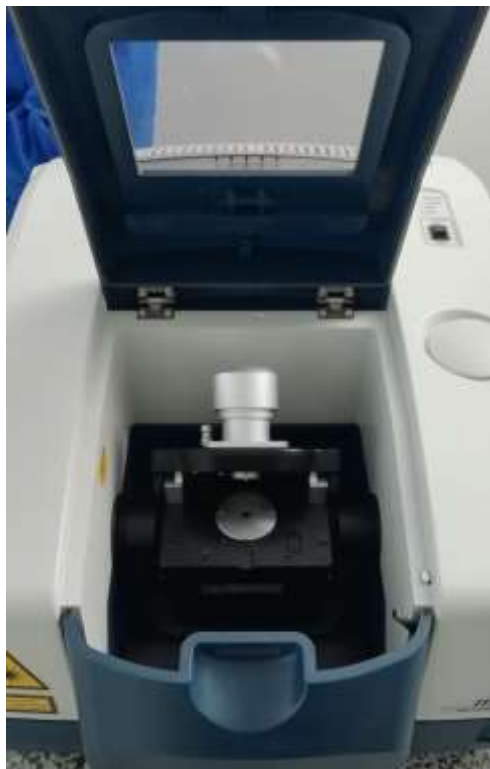
ANEXO F-2. Filtrado del exceso de solvente líquido.

Laboratorio de Química Instrumental	Proceso de activación química del carbón activo: fase de contacto		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo F-1. Las muestras han pasado 24 horas de tiempo de impregnación. Anexo F-2. Equipo de filtrado: Bomba al vacío, kitasato y embudo Büchner.	6	1:1	2019/12/28

ANEXO G. Pruebas de caracterización del carbón activado



ANEXO G-1: Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM).



ANEXO G-2. Pruebas FT-IR. Espectrofotómetro Infrarrojo.

Laboratorio de Química Instrumental	Pruebas de caracterización del carbón activado		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo G. Se analizó los 4 tipos de muestra: MP, MP _{KOH} , MP _{H3PO4} , MP _{ZnCl2}	7	1:1	2019/12/28

ANEXO H. Pruebas de adsorción



ANEXO H-1: Solución de NaF con una concentración de F⁻ de 1000ppm.



ANEXO H-2. Alícuotas de 1 mL de solución de MP_{KOH}, MP_{H₃PO₄}, MP_{ZnCl₂}.

Laboratorio de Calidad del Agua	Pruebas de adsorción		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo H-1. Se colocaron 2.214 g de NaF en 1L de agua destilada. Anexo H-2. Se tomaron alícuotas de 1mL en función del tiempo: cada 1, 5, 10 y 20 minutos hasta el minuto 300.	8	1:1	2019/12/28

ANEXO I. Efecto del pH sobre la adsorción: variación del pH y agitación



ANEXO I-1: Acidificación de la muestra.



ANEXO I-2. Alcalinización de la muestra.



ANEXO I-3: Agitación de las muestras a 200 rpm.

Laboratorio de Investigación	Efecto del pH sobre la adsorción: Variación del pH y agitación		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo I-1: Las muestras se acidificaron con HCl 1M Anexo I-2: Las muestras se alcalinizaron con NaOH 1M Anexo I-3: Agitador orbital OrbiCult. Tiempo: 3 horas. Temperatura: 30 a 35 °C	9	1:1	2019/12/28

ANEXO J. Efecto del pH sobre la adsorción: análisis fotométrico



ANEXO J-1: Solución SPANS para el análisis de fluoruros.



ANEXO J-2. Análisis de concentración de fluoruros: Fotómetro.

Laboratorio de Calidad del Agua	Efecto del pH sobre la adsorción: análisis fotométrico		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo J-1. Se usó 2mL de solución SPANS por tubo. Anexo J-2. Tubos centrifugos con 10 mL de muestra.	10	1:1	2019/12/28

ANEXO K. II feria de proyectos de vinculación ESPOCH 2019



ANEXO K-1: Stand de exposición.



ANEXO K-2. Banner expositor



ANEXO K-3. Gafete de expositores.

Laboratorio de Calidad del Agua	II feria de proyectos de vinculación ESPOCH 2019		
NOTAS:	LÁMINA	ESCALA	FECHA
Anexo K. La feria de exposición de proyectos de vinculación se llevó a cabo el 5 de julio de 2019.	11	1:1	2019/12/28

ANEXO L. Informes de la concentración de F-. Adsorción MP KOH


**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua CIU: NA R: A0213-19
 MC22.1
 Revisión: 8
 Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: KOH-2 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,6							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI							
HORA DE INGRESO			2019/09/02							
FECHA DE ANALISIS			14:30							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/04							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12							
			Pauffa Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)				
					A0213-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
 PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 980 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

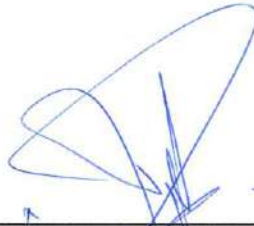
CIU: NA

R: A0214-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-4'
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/04							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llve							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLI (1)				
					A0214-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE

Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1013 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUÍMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0216-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-6
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5											
		HUMEDAD (%):	41											
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI											
			NI											
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente											
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple											
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23											
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI											
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02											
HORA DE INGRESO			14:30											
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/04											
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12											
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llivo											
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)								
					A0216-19									
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017,4500F	3%	>10,00	NA								

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 990 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0216-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0997199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Calaña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: KOH-8 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM-AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/10						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llivo						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)			
					A0216-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1013 mg/L . Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUÍMICO AMBIENTAL

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: B
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0217-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo CaluAa PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: KOH-10' LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,5																
		HUMEDAD (%):	41																
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI																
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI																
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente																
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple																
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23																
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI																
HORA DE INGRESO			2019/09/02																
FECHA DE ANALISIS			14:30																
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/04																
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12																
			Paulina Llave																
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)													
					A0217-19														
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA													

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1015 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107


CIU: NA

R: A0218-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: KOH-20° LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI						
HORA DE INGRESO			2019/09/02						
FECHA DE ANALISIS			14:30						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/04						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12						
			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0218-19	CUMPLE (C)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 980 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

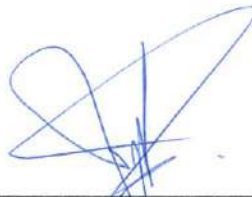
CIU: NA

R: A0219-10

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-30'
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,6							
	HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Cliente							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		Simple							
HORA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		NI							
HORA DE INGRESO		2019/09/02							
FECHA DE ANALISIS		14:30							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/02 - 2019/09/04							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		2019/09/12							
		Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)			
					A0219-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(*) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE

Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 950 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 0
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0220-10

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-40
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,6						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/10						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0220-19	CUMPLE (*)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(*) Las opiniones e Interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica

SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo

U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE

- El valor de Fluoruros fue 875 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0221-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo Calaña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: KOH-50 LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/04						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llave						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)			
					A0221-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 955 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0222-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-50
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/04							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llivo							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
					A0222-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE





Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica

SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo

U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 925 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de Trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0223-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: KOH-70' LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANÁLISIS			2019/09/02 - 2019/09/04							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
					A0223-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4600F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
 RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protección Agency
 PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 905 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0224-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: KOH-80 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	---

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,5																	
	HUMEDAD (%):	41																	
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI																	
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente																	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple																	
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23																	
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI																	
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02																	
HORA DE INGRESO		14:30																	
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/04																	
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12																	
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Lliva																	

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)														
					A0224-19															
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA														

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE





Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 975 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0225-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-100
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Calaña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,6							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI							
HORA DE INGRESO			2019/09/02							
FECHA DE ANALISIS			14:30							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/10							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12							
			Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLI (*)				
					A0225-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 865 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0226-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-120
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM-AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/05						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)			
					A0226-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
 RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
 PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
 - Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
 - Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
 - El valor de Fluoruros fue 955 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

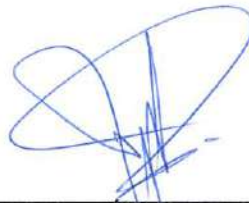
CIU: NA

R: A0227-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	KOH-140
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Calaña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,5								
	HUMEDAD (%):	41								
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI								
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente								
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple								
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/09/23								
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI								
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02								
HORA DE INGRESO		14:30								
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/05								
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12								
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Lilve								
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	A0227-19 >10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE

Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 950 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

 ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
 MC22.1
 Revisión: 8
 Orden de trabajo N° OT-2019-A-107


CIU: NA

R: A0228-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	H3PO4-2
DIRECCIÓN:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Calaña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/10						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLI (C)			
					A0228-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
 RESPONSABLE TECNICO

 NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
 PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 960 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0229-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Calaña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: H3PO4-4" LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/05						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llivo						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)			
					A0229-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 945 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0230-19

CLIENTE:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y	CODIGO DE MUESTREO:	H3PO4-6'
DIRECCION:	Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0997199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,5								
	HUMEDAD (%):	41								
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI								
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente								
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple								
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23								
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI								
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02								
HORA DE INGRESO		14:30								
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/05								
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12								
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Llivo								
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (C)				
					A0230-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 930 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107


CIU: NA

R: A0231-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Calaña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: H3PO4-8 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	--

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,6								
	HUMEDAD (%):	41								
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI								
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente								
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple								
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23								
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI								
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02								
HORA DE INGRESO		14:30								
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/11								
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12								
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Lliva								
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0231-19	CUMPLE (1)				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1005 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0232-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	H3PO4-10'
DIRECCIÓN:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/10						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llve						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0232-19	CUMPLE (1)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e Interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Solo
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U.: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 930 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0233-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	H3P04-20
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM-AMB (°C):	21,6							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI							
HORA DE INGRESO			2019/09/02							
FECHA DE ANALISIS			14:30							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/05							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12							
			Paulina Lilve							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
					A0233-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017,4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 930 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0234-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo Calaña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: H3F04-30 LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,6							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/10							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llivo							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)				
					A0234-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 884 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

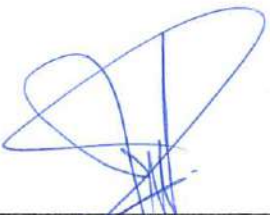
R: A0235-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	H3PO4-40°
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN :	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR :	Dr. Edmundo Calaña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,5								
	HUMEDAD (%):	41								
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI								
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente								
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple								
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23								
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI								
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02								
HORA DE INGRESO		14:30								
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/06								
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12								
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Llivo								
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
					A0235-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE





Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1000 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107


CIU: NA

R: A0236-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: H3PO4-50 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM-AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/06							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lilve							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0236-19	CUMPLE (1)				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 975 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0237-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	H3PO4-60'
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN :	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR :	Dr. Edmundo Calaña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,5							
	HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02							
HORA DE INGRESO		14:30							
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/10							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	A0237-19 >10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 981 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0238-19

CLIENTE:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y	CODIGO DE MUESTREO:	H3PO4-70"
DIRECCION:	Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN :	ESPOCH - Facultad de Ciencias
TELEFONO:	0987199017		Laboratorio de Investigación
SOLICITADO POR :	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)			
					A0238-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e Interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protección Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1045 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0239-19

CLIENTE:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y	CODIGO DE MUESTREO:	H3PO4-80'
DIRECCION:	Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN :	ESPOCH - Facultad de Ciencias
TELEFONO:	0987199017		Laboratorio de Investigación
SOLICITADO POR :	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,6							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI							
HORA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
FECHA DE ANALISIS			14:30							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/06							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12							
			Paulina Llave							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)				
					A0239-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-E4-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE


 Dr. Luis Soto
 RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
 PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 960 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIJU: NA

R: A0240-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: H3PO4-100* LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/10						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llave						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)			
					A0240-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 922 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0241-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: H3PO4-120" LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,6						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/08/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/06						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llave						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0241-19	CUMPLE (*)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017,4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 935 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUÍMICO AMBIENTAL

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

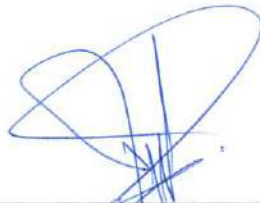
CIU: NA

R: A0242-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: H3PO4-140 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5																	
		HUMEDAD (%):	41																	
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI																	
			NI																	
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente																	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple																	
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23																	
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI																	
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02																	
HORA DE INGRESO			14:30																	
FECHA DE ANÁLISIS			2019/09/02 - 2019/09/06																	
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12																	
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lilve																	
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLI (*)														
					A0242-19															
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017,4500F	3%	>10,00	NA														

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 955 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0243-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZnCl2-2
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,6							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
					A0243-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1046 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107


CIU: NA

R: A0244-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZnCl2-4'
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,6						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/06						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)			
					A0244-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
 RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
 PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
 - Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
 - Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
 - El valor de Fluoruros fue 886 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 0
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0245-19

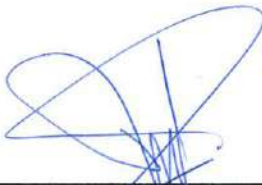
CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZnCl2-6'
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN :	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR :	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,6
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/09/23
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02
HORA DE INGRESO		14:30
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/05
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Litve

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)						
					A0245-19							
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA						

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE





Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Específico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 950 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0246-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Calaña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: ZnCl2-8 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llivo							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)				
					A0246-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 1025 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUÍMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0247-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZnC12-10
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,5							
	HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Cliente							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		Simple							
HORA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		NI							
HORA DE INGRESO		2019/09/02							
FECHA DE ANALISIS		14:30							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/02 - 2019/09/11							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		2019/09/12							
		Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLI (1)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	A0247-19	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Específico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 913 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0248-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZnC12-20
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI						
HORA DE INGRESO			2019/09/02						
FECHA DE ANALISIS			14:30						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/06						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12						
			Paulina Litve						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0248-19	CUMPLE (*)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 910 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUÍMICO AMBIENTAL

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0249-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: ZNCl2-30 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,6																	
		HUMEDAD (%):	41																	
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI																	
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente																	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple																	
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23																	
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI																	
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02																	
HORA DE INGRESO			14:30																	
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11																	
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12																	
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva																	
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)														
					A0240-19															
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017,4500F	3%	>10,00	NA														

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Específico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 957 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107


CIU: NA

R: A0250-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZNC12-40
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,6						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lilve						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0250-19	CUMPLE (1)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
 RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 901 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0251-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZnCI2-507
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR:	Dr. Edmundo Calaña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
					A0251-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE





Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 930 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Fisicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0252-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0997199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: ZnCl2-60 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02							
HORA DE INGRESO			14:30							
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Llivo							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLI O (*)				
					A0252-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




 Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No Indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 830 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0253-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELÉFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo Calaña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: ZnCl2-70° LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	---

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANÁLISIS			2019/09/02 - 2019/09/11						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)			
					A0253-19				
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency

PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 945 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANÁLISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0254-19

CLIENTE:		TIPO DE MUESTRAS:	Agua Natural
EMPRESA:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH"	CODIGO DE MUESTREO:	ZnCl2-80°
DIRECCION:	Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre	LOCALIZACIÓN :	ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
TELEFONO:	0987199017		
SOLICITADO POR :	Dr. Edmundo Caluña		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5							
		HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			NI							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Cliente							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			Simple							
HORA DE TOMA DE MUESTRA			2019/09/23							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			NI							
HORA DE INGRESO			2019/09/02							
FECHA DE ANALISIS			14:30							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/02 - 2019/09/11							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			2019/09/12							
			Paulina Llivo							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)				
					A0254-19					
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA				

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U : Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 995 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

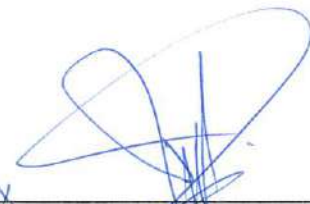
CIU: NA

R: A0255-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR: Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: ZnCl2-100' LOCALIZACIÓN: ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
--	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM AMB (°C):	21,5																
		HUMEDAD (%):	41																
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI																
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente																
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple																
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23																
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI																
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02																
HORA DE INGRESO			14:30																
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11																
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12																
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva																
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (*)													
					A0255-19														
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA													

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 972 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE

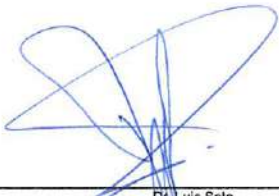
**INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL**

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua CIJU: NA R: A0256-19
 MC22.1
 Revisión: 8
 Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: ZnCl2-120 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	--

CONDICIONES AMBIENTALES		TEM. AMB (°C):	21,5						
		HUMEDAD (%):	41						
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO			NI						
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA			Cliente						
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)			Simple						
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			2019/08/23						
HORA DE TOMA DE MUESTRA			NI						
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA			2019/09/02						
HORA DE INGRESO			14:30						
FECHA DE ANALISIS			2019/09/02 - 2019/09/11						
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME			2019/09/12						
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME			Paulina Lliva						
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial A0256-19	CUMPLE (C)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	>10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE



 Dr. Luis Soto
 RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
 SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
 PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 925 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO QUIMICO AMBIENTAL

ANALISIS: Físicoquímico de Muestras de Agua
MC22.1
Revisión: 8
Orden de trabajo N° OT-2019-A-107

CIU: NA

R: A0257-19

CLIENTE: EMPRESA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - "ESPOCH" DIRECCION: Panamericana Sur Km 1 1/2 entre Av. Canónigo Ramos y Av. 11 de Noviembre TELEFONO: 0987199017 SOLICITADO POR : Dr. Edmundo Caluña PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS: NA	TIPO DE MUESTRAS: Agua Natural CODIGO DE MUESTREO: ZnCl2-140 LOCALIZACIÓN : ESPOCH - Facultad de Ciencias Laboratorio de Investigación
---	--

CONDICIONES AMBIENTALES	TEM AMB (°C):	21,5							
	HUMEDAD (%):	41							
COORDENADAS EN EL PUNTO DE MUESTREO		NI							
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Cliente							
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (Simple/Compuesta)		Simple							
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		2019/08/23							
HORA DE TOMA DE MUESTRA		NI							
FECHA DE INGRESO DE MUESTRA		2019/09/02							
HORA DE INGRESO		14:30							
FECHA DE ANALISIS		2019/09/02 - 2019/09/11							
FECHA DE REALIZACIÓN DE INFORME		2019/09/12							
ANALISTA RESPONSABLE DE ELABORACION DE INFORME		Paulina Lliva							
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR MAX. PERMISIBLE	METODOS	U (k=2)	Especial	CUMPLE (1)			
Fluoruros	mg/L	NA	PEE43/SM-Ed-23 2017.4500F	3%	A0257-19 >10,00	NA			

(1) Las opiniones e interpretaciones, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE




Dr. Luis Soto
RESPONSABLE TECNICO

NOTA: C= Cumple con la norma, NC=No cumple con la norma, NI= No indicado por el cliente, NA=No aplica
SM= Standard Methods; EPA=Environmental Protection Agency
PEE= Procedimiento Especifico de Ensayo U: Incertidumbre del Método

- El Informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
- Prohibida la reproducción parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE
- El valor de Fluoruros fue 978 mg/L. Valor comprendido fuera del alcance de acreditación del SAE



ANEXO N. Informes de la concentración de F-. Efecto del pH en la adsorción: MP_{ZnCl_2}



INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH2
TELEFONO:	0990939476	LOCALIZACION:	ESPOCH, Facultad de Ciencias
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		Laboratorio de Calidad del Agua
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 1

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21,5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN EL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0,25	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

- El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
- Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
- El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Álvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH3
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH. Facultad de Ciencias Laboratorio de Calidad del Agua
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 2

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN EL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.59	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

-El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
-Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
-El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Alvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH4
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH. Facultad de Ciencias Laboratorio de Calidad del Agua
DIRECCIÓN:	Cdla. Los Olivos		
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 3

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN DEL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.69	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

- El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
- Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
- El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Álvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH5
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH. Facultad de Ciencias Laboratorio de Calidad del Agua
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 4

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN DEL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.76	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C= cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

- El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
- Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
- El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Alvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH6
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH, Facultad de Ciencias
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		Laboratorio de Calidad del Agua
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 5

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN DEL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.77	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

-El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
-Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
-El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Álvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH7
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH. Facultad de Ciencias
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		Laboratorio de Calidad del Agua
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 6

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN DEL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.83	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

- El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
- Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
- El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Álvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH8
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH, Facultad de Ciencias
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		Laboratorio de Calidad del Agua
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 7

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN DEL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.85	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

-El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
-Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
-El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Álvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH9
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH. Facultad de Ciencias
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		Laboratorio de Calidad del Agua
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 8

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN DEL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.85	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

- El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
- Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
- El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.

Dra. Gina Álvarez
Técnico Responsable del Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS DEL LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA - ESPOCH

ANÁLISIS:	Fisicoquímico de muestras de agua	TIPO DE MUESTRA:	Agua Natural
TESISTA:	Israel Rodríguez Males	CODIGO DE MUESTREO:	pH10
TELÉFONO:	0990939476	LOCALIZACIÓN:	ESPOCH, Facultad de Ciencias
DIRECCIÓN:	Cda. Los Olivos		Laboratorio de Calidad del Agua
SOLICITADO POR:	Dr. Fabián Arias		
PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS:	NA		

INFORME DE RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestra No. 9

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA AMB (°C):	21.5
	HUMEDAD (%):	41
COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		NI
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA		Tesista
TIPO DE TOMA DE MUESTRA (SIMPLE/COMPUESTA)		Simple
FECHA DE TOMA DE MUESTRA		12/12/19
HORA DE TOMA DE MUESTRA		10:00
FECHA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		13/12/19
HORA DE ANÁLISIS DE MUESTRA		9:00
FECHA DE REALIZACIÓN DEL INFORME		16/12/19
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME		Tesista

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO	VALOR MAX. PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Fluoruros	0.85	NA	mg/L	Fotómetro

Nota: C=cumple con la norma. NC= No cumple con la norma. NI= No indicado por el tesista. NA= No aplica

-El informe solo afecta a las muestras sometidas al ensayo.
-Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
-El uso que se le dé al informe es responsabilidad del tesista y no del Laboratorio de Calidad del Agua. ESPOCH.


 Dra. Gina Álvarez
 Técnico Responsable del Laboratorio



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL
APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 05 / 08 / 2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: : Israel Santiago Rodríguez Males
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental
Título a optar: Ingeniero en Biotecnología Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



05-08-2020

0173-DBRAI-UPT-2020