

Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"



"Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica"

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**"EVALUACIÓN DEL PRE TRATAMIENTO DEL CARBÓN ACTIVADO
EN LA EXTRACCIÓN DE ORO Y PLATA -2020"**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
METALÚRGICO

Autor:

Bach: ROGER ROLANDO MORALES CIRILO.

Asesor:

M(o) ABARCA RODRIGUEZ, JOAQUIN JOSE.

C.I.P. N° 108833

Huacho - Perú

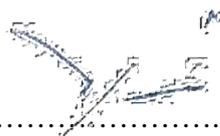
2021

“EVALUACIÓN DEL PRE TRATAMIENTO DEL CARBÓN ACTIVADO EN LA EXTRACCIÓN DE ORO Y PLATA -2020”



M(o). Guerra Lazo, Cayo Eduardo.

Presidente



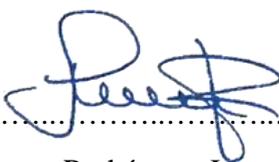
M(o). Narvasta Torres, Israel.

Secretario



Mg. Ing. JAIME IMAN MENDOZA
C.I.P. 102834 DNU 432
M(o) Iman Mendoza, Jaime.

Vocal



M(o). Abarca Rodríguez, Joaquín José.

Asesor

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo brindado durante todo el tiempo y a mis amigos que contribuyeron de una otra manera para que se haga realidad este proyecto y a las personas que me apoyaron en la redacción y corrección de la presente tesis.

Roger

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la luz, que guía mi camino,
a mis padres por darme la vida y son las que
me dan las fuerzas para seguir adelante.

Roger

PENSAMIENTO

“El éxito es la suma de pequeños esfuerzos
repetidos día tras días”.

Robert Collier

RESUMEN

El objetivo del estudio es “Evaluar el pre tratamiento del carbón activado en la extracción de oro y plata -2020”, es una investigación básica explicativa, experimental con enfoque cuantitativa. Se realizo en el laboratorio de la Escuela De Ingeniería Metalúrgica en el año 2020. El trabajo consiste en el tratamiento de un mineral de pulpa con una densidad de 1350 g/L con 40 gramos de carbón de calgon y norit por espacio de 6 horas para cada carbón a 3 diferentes minerales con leyes diferentes y con una cuarta muestra con las mismas condiciones y leyes diferentes en un espacio de 8 horas con 60 gramos de carbón para cada uno de los carbones en estudio. El mejor resultado se tiene en el carbón de 0,558 g/kg de oro con una recuperación del 99,34%, mientras que 0,147 g/kg con 40,52% para la plata en el carbón calgon y 0,560 g/Kg con una recuperación del 99,70% de oro y 0,233 g/Kg con una recuperación de 64,03% de plata para el carbón norit. Se concluye que el carbón norit tiene mejor calidad y recuperación de oro y plata en comparación de carbón calgon. El tiempo empleado en la calidad de absorción y recuperación aumenta en función del tiempo tanto para el carbón calgon y norit. La ley de cabeza del oro es estadísticamente significativamente en la calidad de absorción ya que el valor de p calculado es 0,040 y 0,037 menor a 0,05 y el valor de A (Au g/t) es superior a la línea de 12,71 en el diagrama de Pareto para una confiabilidad del 95%. Mientras que la ley de plata y oro en el mineral no es estadísticamente influencia en la calidad de absorción de plata y en la recuperación de oro y plata ya que el valor de p calculado es mayor que 0,05 y A(Au g/t) B(Ag g/t) es menor a 12,71 en el diagrama de Pareto.

Palabra clave: Absorción de Au, Carbón en pulpa, extracción de oro en carbón activado, recuperación de Ag en carbón activado.

ABSTRACT

The objective of the study is "To evaluate the pretreatment of activated carbon in the extraction of gold and silver -2020", it is an explanatory, experimental basic research with a quantitative approach. It was carried out in the laboratory of the School of Metallurgical Engineering in 2020. The work consists of treating a pulp mineral with a density of 1350 g / L with 40 grams of calgon and norit carbon for 6 hours to each coal to 3 different minerals with different grades and with a fourth sample with the same conditions and different grades in a space of 8 hours with 60 grams of coal for each of the coals under study. The best result is obtained in the coal of 0.558 g / kg of gold with a recovery of 99.34%, while 0.147 g / kg with 40.52% for silver in the calgon coal and 0.560 g / Kg with a recovery 99.70% gold and 0.233 g / Kg with a recovery of 64.03% silver for the norit coal. It is concluded that norit coal has better quality and recovery of gold and silver compared to calgon coal. The time spent on the absorption and recovery quality increases as a function of time for both calgon and norit coal. The head grade of gold is statistically significantly in the quality of absorption since the calculated p value is 0.040 and 0.037 less than 0.05 and the value of A (Au g / t) is higher than the line of 12.71 on the Pareto chart for 95% reliability. While the silver and gold grade in the mineral is not statistically influence on the quality of silver absorption and on the recovery of gold and silver since the calculated p value is greater than 0.05 and A (Au g / t) B (Ag g / t) is less than 12.71 on the Pareto chart.

Keyword: Absorption of Au, Carbon in pulp, extraction of gold in activated carbon, recovery of Ag in activated carbon.

INTRODUCCIÓN

En la “Evaluación del pre tratamiento del carbón activado en la extracción de oro y plata - 2020”, se puede fundamentar que la extracción de iones auríferos desde soluciones cianuradas, se pueden recuperar por intercambio iónico, absorción, evaporación, etc. El mejor camino técnico y económico para un nivel de minería pequeña es la absorción empleando carbón activo o resinas, pero para nuestro caso se usaron el carbón activado. En la búsqueda de la eficiencia de absorción se debe de buscar los parámetros operacionales más convenientes para cada proceso. Los carbones activados también tienen sus propias particularidades de absorción esta se fundamenta básicamente en el tipo de material usado para la fabricación y el proceso de producción y activación del carbón. Por lo que es necesario realizar pruebas de absorción para ver la eficiencia de cada carbón. En margen a ello se buscó la comparación de absorción respecto a la calidad y recuperación de oro y plata para los carbones de la marca calgon y norit. Donde se buscaron ver cuál de los dos tiene mejor comportamiento en la recuperación del oro y plata.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
PENSAMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	14
1.2 Formulación del Problema.....	14
1.2.1 Problema General.....	14
1.2.2 Problemas Específicos.....	15
1.3 Objetivos de la Investigación.....	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivo Específico.....	15
1.4 Justificación de la Investigación.....	16
1.5 Delimitación del Estudio.....	16
1.6 Viabilidad del Estudio.....	17
CAPITULO II MARCO TEORICO.....	18
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	18
2.1.1. Investigación Internacional.....	18
2.1.2. Investigación Nacional.....	19
2.2. Bases Teóricas.....	21
2.2.1. Adsorción de Carbón Activado.....	21
2.3. Definiciones Conceptuales.....	24
2.4. Hipótesis de la Investigación.....	26
2.4.1. Hipótesis General.....	26
2.4.2. Hipótesis Específicos.....	26
2.5. Operacionalización de Variables e Indicadores.....	27
CAPITULO III METODOLOGIA.....	28
3.1. Diseño Metodológico.....	28
3.2. Población y Muestra.....	29
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	30

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.	30
CAPITULO IV RESULTADOS	31
4.1.1. Condiciones de Trabajo.....	31
4.1.2. Resultados.	32
4.2.1. Contratación de Hipotesis General.	54
4.2.2. Contratación de Hipotesis Especifico.	54
CAPITULO V DISCUSIÓN	57
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
CAPÍTULO V FUENTES DE INFORMACION	62
5.1. Fuentes Bibliográficas	62

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – I prueba	32
Figura 2 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – I prueba.....	33
Figura 3 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – II prueba.....	34
Figura 4 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – II prueba.....	35
Figura 5 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – III prueba.....	36
Figura 6 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – III prueba	37
Figura 7 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – IV prueba	38
Figura 8 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – IV prueba.....	39
Figura 9 Diagrama de Pareto para carbón Calgon(g/kg)Au vs. Au(g/t); Ag(g/t)	42
Figura 10 Diagrama de Pareto para carbón Norit (g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	43
Figura 11 Diagrama de Pareto para carbón Calgon(g/kg)Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t)	44
Figura 12 Diagrama de Pareto para carbón Norit (g/kg)Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	45
Figura 13 Diagrama de Pareto para Recup(Au) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	47
Figura 14 Diagrama de Pareto para Recup(Ag) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	48
Figura 15 Diagrama de Pareto para Recup(Au) de carbón Norit vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	49
Figura 16 Diagrama de Pareto para Recup(Ag) de carbón Norit vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	50
Figura 17 Curva de calidad de Au en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.	51
Figura 18 Curva de recuperación de Au en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.	51
Figura 19 Curva de calidad de Ag en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.	52
Figura 20 Curva de recuperación de Ag en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.	53

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operaciones de las variables de estudio.....	27
Tabla 2 Primera prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit.....	32
Tabla 3 Primera prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit	33
Tabla 4 Segunda prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit.....	34
Tabla 5 Segunda prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit	35
Tabla 6 Tercera prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit	36
Tabla 7 Tercera prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit	37
Tabla 8 Cuarta prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit.....	38
Tabla 9 Cuarta prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit	39
Tabla 10 Recuperación de oro y plata en carbón Calgon y Norit	40
Tabla 11 Calidad de oro y plata en g/kg en carbón Calgon y Norit	41
Tabla 12 Coeficientes de carbón Calgon(g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	42
Tabla 13 Coeficientes de carbón Norit (g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	43
Tabla 14 Coeficientes de carbón Calgon (g/kg) Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	44
Tabla 15 Coeficientes de carbón Norit (g/kg) Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	45
Tabla 16 Coeficientes de Recup(Au) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	46
Tabla 17 Coeficientes de Recup(Ag) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	47
Tabla 18 Coeficientes de Recup(Au) de carbón norit vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	48
Tabla 19 Coeficientes de Recup(Ag) de carbón norit vs. Au(g/t); Ag(g/t).....	49
Tabla 20 Calidad y recuperación de oro en el carbón de calgon y norit.	50
Tabla 21 Calidad y recuperación de oro en el carbón de calgon y norit	52

Anexo

Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	65
Anexo 2 INSTRUMENTOS PARA LA TOMA DE DATOS	66
Anexo 3 Primera prueba para el oro carbón calgon y norit.....	68
Anexo 4 Primera prueba para la plata carbón calgon y norit	68
Anexo 5 Segunda prueba para el oro carbón calgon y norit	68
Anexo 6 Segunda prueba para la plata carbón calgon y norit	68
Anexo 7 Tercera prueba para el oro carbón calgon y norit	68
Anexo 8 Tercera prueba para la plata carbón calgon y norit.....	69
Anexo 9 Cuarta prueba para el oro carbón calgon y norit.....	69
Anexo 10 Cuarta prueba para la plata carbón calgon y norit	69

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.

En la industria de la extracción del oro y plata por cianuración, es una de las actividades que se realizado en el mundo cada día, el agotamiento de las reservadas de oro y plata de alta ley cada día es un hecho por lo que es necesario, el procesamiento de minerales de baja ley y esto está a sujeto a las evacuaciones económicas por ello es necesario realizar las evaluaciones técnicas de todo los insumos y equipos a utilizar.

En la industria peruana respecto a la minería, existe la gran minería, la mediana minería y la pequeña o artesanal, esta última para que sea rentable es necesario realizar los estudios de los insumos. Por ellos que el carbón activado que existe en el mercado debe ser evaluados, para ver qué tipo de carbón activado y de que proveedor es la más adecuado. Nuestro estudio se evocará a la evaluación de dos tipos de carbón activado para ver cuál de esos es la más adecuada para el proceso de adsorción de oro y plata.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

En el proceso de las comparaciones de los tipos de carbón para la adquisición, no es solo el costo económico sino también la efectividad en las operaciones industriales, es decir deben de cumplir ciertos requisitos y uno de ellos es la eficiencia en la adsorción del oro y plata. Por lo que es necesario establecer una relación del problema y los resultados que se podrían obtener.

- ¿Tendrá una relación la evaluación del pre tratamiento del carbón activado en la eficiencia de la extracción de oro y plata -2020?

1.2.2 Problemas Específicos.

En la adsorción de oro y plata por los tipos de carbón para la elección de este, es necesario las relacionar los problemas planteados con los resultados a obtener, en nuestro caso debemos relacionar el tipo de carbón, tiempo y la ley de cabeza en qué medida tendrá el efecto en la recuperación y la adsorción los carbones a evaluar.

- ¿Tendrá efecto la cantidad de carbón activado introducido en la cianuración por agitación en pulpa, para obtener en el proceso de adsorción una calidad y recuperación de oro y plata?
- ¿Cuál será el tiempo adecuado empleado en la cianuración por agitación en pulpa, que permite obtener una adsorción de calidad y una recuperación óptima de oro y plata?
- ¿En qué medida la ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, permite obtener una adsorción adecuada de calidad y recuperación de oro y plata?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

En el proceso de comparación de los tipos de carbón activado es necesario tener los objetivos necesarios del estudio y elegir en función a sus resultados obtenidos.

- Evaluar el pre tratamiento del tipo de carbón activado, para ver cuál de ellos permite una extracción óptima de oro y plata -2020.

1.3.2 Objetivo Específico.

En las comparaciones de los tipos de estudio del carbón activado se tiene objetivos precisos que se debe de tener en cuenta, dentro de ellos tenemos los siguientes:

- Analizar el efecto de la cantidad de carbón activado introducido en la cianuración por agitación en pulpa, para obtener una adsorción de calidad y recuperación de oro y plata.
- Analizar el tiempo empleado en la cianuración por agitación en pulpa, para obtener una adsorción de calidad y una recuperación óptima de oro y plata.
- Cuantificar en qué medida la ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, permite obtener una adsorción adecuada de calidad y recuperación de oro y plata.

1.4 Justificación de la Investigación

En el estudio de comparación de tipo de carbón activado, tiene la importancia de ver cuál de ellos es más eficiente en la extracción de oro y plata, en función de las variables en estudio. Desde el punto de vista metodológica una vez comprobados las técnicas, procedimientos, se podrán utilizar en otros trabajos relacionados al tema.

1.5 Delimitación del Estudio

El estudio se llevará a cabo, en el área de metalurgia extractiva en los laboratorios de pirometalurgia e hidrometalurgia del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Química y Metalúrgica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

La ubicación esta en la ciudad universitaria, distrito de Huacho, provincia Huaura, departamento de Lima Provincias en Perú. Las coordenadas en Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84) son Latitud: -11.126113 (11°7'34.005"), Longitud: -77.609353 (77°36'33.669"), Altitud: 28 metros (Google Maps, 2020).

El periodo de ejecución del trabajo será el 2020 desde enero a agosto del presente.

1.6 Viabilidad del Estudio

En cuanto a las viabilidades del estudio, es viable por que se cuentan con los equipos, materiales e insumos para su realización. En el parte de las informaciones se cuentan con bibliografías tanto físicos como virtuales para su fundamentación y su validación de los resultados del estudio realizados, también se cuentan con personal relacionado al tema con experiencia.

respecto al acceso de los laboratorios y equipos se cuenta con el permiso del director del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales, en el periodo que durara el trabajo experimental.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigación Internacional.

En el proceso de la recuperación de elementos metálicos como oro y plata, mediante compuestos orgánicos y minerales adsorbentes, se tiene una infinidad de estudio y las más que tienen similitudes se describen líneas abajo.

En su estudio, Rakhila, y otros (2019) concluye que “la adsorción de plata y oro fue exotérmica y espontánea. La adsorción de 108.3 mg/g Au (III) y 85 mg/g para Ag(I), (...) la arcilla es un adsorbente efectivo para plata y oro. Las recuperaciones fueron 76.5%, 79.9%, respectivamente” (p.679). Los minerales que están definidos como arcillas también por su afinidad con los iones metálicos tiende la propiedad de adsorbe y su superficie.

En la adsorción de oro de solución de lixiviación de cianuro sobre carbón activado procedente de la cáscara de coco: estudios de optimización, cinética y equilibrio, Khosravi, Azizi, Ghaedrahmati, Gupta, & Agarwal (2017) concluye que “la importancia en la sorción de oro, se encontró pH, velocidad de agitación, concentración de carbón activado y tiempo, (...). La concentración influye significativamente en el rendimiento de adsorción y la capacidad de sorción mejora al aumentar la concentración” (p.13).

En la adsorción de oro (III) de soluciones de desechos diluidos sobre resina Amberlite XAD7 modificada con ácido L-glutámico. Mih ilesco y otros (2019) concluye que la máxima “adsorción fue 14,23 mg (Au)/g material adsorbente, para una concentración de Au de 75 mg/L. (...), respaldado por estudios cinéticos, termodinámicos y de equilibrio. La adsorción es espontánea, lográndose mediante interacciones entre el ion metálico y el material activos (p.11). Las resinas tienen un rango de pH de adsorción tanto los aniónicos conos catiónico, la adsorción tiene un rango de saturación.

2.1.2. Investigación Nacional.

Los componentes que adsorben metales desde los electrolitos se tiene carbón activado, reciñas, arcillas, quienes por su fuerza de atracción adsorben estos elementos, en función a estas propiedades fisicoquímicas se emplean en la recuperación de oro y plata. En el Perú referente a estos temas se han desarrollado unas infinidades de trabajo respecto a ello, los trabajos que tiene la afinidad de al tema se describen, en las líneas abajo.

En modelo de control de la adsorción de Oro en carbón activado en el proceso de carbón en pulpa (CIP), (Mayta, 2017) Concluye la adsorción del carbón activado en “el modelo desarrollado tiene el control del proceso para Carbón en Pulpa, velocidad de adsorción, concentración en la solución y concentración en el carbón activado. Los carbones activados con altas capacidades adsorber son más rápido para el oro” (p.3).

En el carbón activado obtenido a partir de cáscara de castaña y su evaluación de la capacidad de adsorción de oro, Barazorda & Lima (2019) concluye que la máxima eficiencia de, “adsorción de oro es 0.74 mg/g de carbón, con eficiencia de adsorción de 64.76%. El carbón activado obtenido de la cáscara de castaña, mediante la activación química, presenta baja eficiencia de adsorción de oro en comparación a los comerciales” (p.93). Es necesario ver la capacidad de adsorción de los carbones y el medio de activación para la elección para el uso.

Efecto de impurezas metálicas cianuradas en la adsorción del oro en carbón activado en soluciones de lixiviación en la planta de beneficio de Laytaruma, Borja & Nuñez (2019) concluye que “los cianuros de metal disminuyen la adsorción de oro en el carbón activado al adsorberse con el oro. Los metales presentes en la solución lixiviada como Ag, Ni y Cu, etc., la adsorción de estos metales disminuye” (p.63). Los metales y no metales son adsorbidos por el carbón activado, este permite bajar la eficiencia.

Evaluación y optimización del proceso de adsorción de soluciones de oro en carbón activado, para la recuperación del mineral presente en la zona aurífera de San Juan de Churunga,

Ludeña & Ludeña (2015) concluye la “adsorción de oro en carbón activado es rápido y eficiente, menores a 16 minutos, obteniéndose 48% oro, lenta entre 16 a 2000 minutos, con recuperación 93%, superiores a los 500 minutos se hace nula, recomendable no usar los equipos” (p.64). El tiempo prudencial de saturación es un intermedio esto depende de cada planta de acuerdo a la carga del oro y de las impurezas.

Estudio de la adsorción con carbón activado para mejorar la recuperación del Oro en la planta San Juan de Century Mining Perú.S.A.C, para Hilari (2018) “el incremento de la dosis de carbón, y la velocidad de adsorción incrementa el oro sobre el carbón activado. Por otra parte, la aplicación de la ecuación de Freundlich se obtuvo una constante de equilibrio igual a 4.18×10^{-8} ” (p.69). El incremento del carbón permite la adsorción del oro que se encuentra en la solución de esa manera no permite pérdida en un proceso real.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Adsorción de Carbón Activado.

2.2.1.1. Propiedad de Carbón Adsorción.

El carbón activado es un carbón orgánico, con estructura gráfica, La estructura interna tiene macro y micros poro, con un área extremadamente grande que podrían tener valores de más de 1000 m²/g. Por lo que, en la industria, tiene aplicaciones para el proceso de separación de gases y líquidos; específicamente en la adsorción del oro desde soluciones cianuradas (Marsden & House, 2006).

El uso del carbón activado en la extracción de oro, tiene, muchas importancias, en función a las siguientes propiedades: “Capacidad de adsorción, Velocidad de adsorción, Resistencia mecánica y resistencia al desgaste, Características de la reactivación, Distribución del tamaño de partícula” (Marsden & lain House, 2006, p. 297). Estas propiedades lo hacen importante en la aplicación industrial del carbón activado para la recuperación del oro y plata, que se encuentran como electrolito ya sea ion, molécula o metálico.

2.2.1.2. Factores Físicos que Afectan la Adsorción.

En el proceso de adsorción, el carbón activado tiene ciertos “factores físicos que afectan la adsorción de oro, tales como. Tipo Carbón, Tamaño de partícula de Carbón, Eficiencia de mezcla, Efecto de los sólidos” (Marsden & House, 2006, págs. 303-304). Los tipos de carbón se producen de diferentes materiales y esto le da ciertas propiedades físicas y químicas que afectan la velocidad de adsorción. El tamaño de partícula tiene efecto que al disminuir la partícula aumenta la velocidad de adsorción, una agitación adecuada permite una recuperación optima y el sólido tiene un efecto sobre la mezcla para la suspensión adecuado para los contactos.

2.2.1.3. Mecanismo de Adsorción de Oro.

La adsorción del carbón activado dentro de la porosidad permite la adsorción de ion, moléculas o elemento metálico, por su “compleja estructura física y química, que permite la adsorción de diferentes especies por diversos mecanismos. La adsorción de oro desde soluciones cianuradas son cianuro Au(I), AuCN, reducción y adsorción oro metálico y Adsorción de catión de metal (Ca²⁺)” (Marsden & House, 2006, pág. 334). La adsorción de oro desde los electrolitos es captada en forma de ion, moléculas y estado metálico que se haya reducido en el proceso.

El mecanismo de adsorción de oro está representado por la siguiente reacción:



2.2.1.4. Factores que Afectan la Eficiencia de Adsorción.

En el proceso de adsorción de oro y plata, los factores que más influyen en el proceso se pueden describir a los siguiente: “temperatura, concentración de oro en solución, Concentración de cianuro, pH en la Solución, fuerza iónica, concentración de otras métales, oxígeno disuelto, Carbón ensuciando” (Marsden & House, 2006, págs. 308-311). Estos factores afectan la adsorción del oro en el carbón.

2.2.1.5. Orden de Adsorción de Otros Metales.

El producto de la lixiviación de los minerales tiene elementos metálicos en forma de iones complejas que podrían estar constituido de acuerdo a la mineralogía del mineral tratado y estos pueden incluir Au, Ag, Mg, Zn, Fe, Ni, Cu, Ca, etc., pueden ser adsorbido en el carbón activado en diferentes grados, dependiendo de la concentración de cada especie.

En la adsorción de los metales “es altamente selectivo el oro frente a otros metales. El orden general de adsorción para complejos metálicos tenemos: “Au(CN)₂⁻ > Hg(CN)₂ > Ag(CN)₂⁻ > Cu(CN)₂³⁻ > Zn(CN)₄²⁻ > Ni(CN)₄²⁻ » Fe(CN)₆⁴⁻” (Marsden & House, 2006, pág.

312). La adsorción de los metales puede ser beneficioso para el oro y la plata, pero si se tiene otros elementos permitirá disminuir la eficiencia en la recuperación, además otros componentes pueden ser adsorbidos como los carbonatos.

2.3. Definiciones Conceptuales.

- a. **Adsorción activada:** Es el mecanismo por el cual se forman enlaces químicos entre las moléculas de los fluidos y la superficie adsorbente (Daintith, 2008, pág. 10).
- b. **Adsorción:** Es la adhesión sobre la superficie de gases, líquidos y sólidos, existiendo dos tipos de fuerzas y esto dependiendo de su naturaleza, la “quimisorción que las capas de moléculas, átomos o iones es unido a la superficie adsorbente por enlaces químicos y la fisorción adsorbida que las moléculas son retenidas por las fuerzas más débiles de van der Waals” (Daintith, 2008, pág. 14).
- c. **Carbón activado:** Es el carbón que posee porosidades macro y micro, tiene la propiedad de adsorber en gases, líquidos y sólidos en la porosidad que tiene, aprovechando su fuerza de adhesión física y química (Marsh & Rodríguez, 2006).
- d. **Carbón en pulpa (CIP):** El carbón activado se mezcla directamente con la pulpa de mineral de oro a lixiviar (Marsden & House, 2006, pág. 325).
- e. **Carbono en columnas (CIC):** Las soluciones de oro clarificada o semi clarificadas son percoladas a través de columnas empaquetadas con carbón activado granular (Marsden & House, 2006, pág. 329).
- f. **Circuito de carbón en lixiviación (CIL):** El carbón activado se agrega a la pulpa del mineral en los tanques de mezcla a medida que se produce la cianuración (Marsden & House, 2006, pág. 328)
- g. **Eficiencia:** Es la “capacidad de disponer algo para conseguir el cumplir adecuada de las metas trazadas” (RAE, 2020). En el proceso de la recuperación de oro por adsorción.
- h. **Factores:** Son “elementos que actúa en conjunto con otros” (RAE, 2020). Para que el proceso de extracción de oro y plata tenga una eficiencia en la recuperación.

- i. **Mecanismo:** Es la “totalidad que forman los diversos componentes de una **maquinaria** y que se hallan en la disposición propicia para su adecuado funcionamiento” (RAE, 2020).
En las plantas de cianuración por agitación en pulpa.
- j. **Muestra:** Es “una parte ó porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa del mismo” (Alfaro, 2002, pág. 5).
- k. **Muestreo:** “Es la acción de recoger muestras representativas” (Alfaro, 2002, pág. 5).

2.4. Hipótesis de la Investigación.

2.4.1. Hipótesis General

En un proceso industrial los insumos que ingresan al proceso deben tener una validación, por ello es necesario la evaluación, en nuestro caso se verificará los tipos de carbón activado, cuál de ellos nos permite una recuperación óptima en la recuperación del oro en pulpa, para ellos el resultado a la pregunta planteadas será:

Realizando un tratamiento de adsorción en pulpa a los tipos de carbón se podrá realizar una evaluación del pretratamiento del carbón activado, en función a ello se tendrá una selección de extracción óptima de oro y plata -2020

2.4.2. Hipótesis Específicos

En los procesos de cianuración por agitación en pulpa de oro y plata, para la recuperación se utiliza el carbón activado, que este adsorbe en los micro y macros poros, para una adecuada recuperación se tiene que controlar algunas variables, dentro ellos, por su característica de diseño de nuestro trabajo se medirán la marca de carbón, tiempo y ley de oro y plata, que tiene influencia en la calidad y recuperación en el carbón activado de oro y plata.

Introduciendo una marca de carbón activado en la cianuración por agitación en pulpa, se obtendrá en el proceso de adsorción una calidad y recuperación de oro y plata.

El tiempo empleado con intervalo de espacio en el análisis de la solución cianurada por agitación en pulpa, permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación óptima de oro y plata.

La ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación adecuada de oro y plata.

2.5. Operacionalización de Variables e Indicadores.

Evaluación del pre tratamiento del carbón activado en la extracción de oro y plata -2020

Tabla 1 Operaciones de las variables de estudio.

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicador
Independiente			
Pre tratamiento	- Es un proceso antes de llevar a cabo al proceso real, en la búsqueda de condiciones favorables, para una selección de los insumos, que cumplan las condiciones óptimas para la recuperación del oro.	Caracterización	- Marca de carbón activado. - Tiempo - Ley.
Dependiente			
Extracción	- Es el mecanismo por la cual se recupera elementos de interés de una solución, mediante la adsorción, en nuestro caso la recuperación del oro, con el carbón activado.	Cuantificación	- Calidad. - Recuperación.
Intervinientes.			
Componentes	Conjunto de variables que intervienen en el proceso del pretratamiento del proceso de adsorción de tipos de carbón en la recuperación de oro.	Control	- Granulometría del carbón. - Temperatura de adsorción. - Agitación de pulpa.

Nota: Fuente diseño de las variables de acuerdo los objetivos planteados por el autor

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación.

En el trabajo sobre, pre tratamiento del carbón activado en la extracción de oro y plata -2020, es un tipo de investigación básica ya que se realizarán la parte experimental con la finalidad de probar la adsorción de los carbones activados a evaluar, para luego sugerir su aplicación a nivel operación. La investigación básica su “propósito es busca ampliar y profundizar el conocimiento científico existente acerca de la realidad” (Carrasco, 2005, pág. 43). Nuestro propósito es ver cuál de esos carbones tiene la mejor adsorción.

3.1.2. Nivel de Investigación.

En el presente estudio, el nivel de la investigación es explicativa ya que permitirá “indagar sobre la relación recíproca y concatenada de todos los hechos de la realidad, buscando dar una explicación objetiva, real y científica a aquellas que se desconocen” (Carrasco, 2005, pág. 42). Se buscará ver como la masa del carbón, tiempo y ley del oro influye en la adsorción del oro en el carbón y la recuperación.

3.1.3. Diseño de la Investigación.

El diseño del presente estudio sobre la comparación de dos tipos de carbón activado en la adsorción de oro y plata es un diseño experimental que conlleva por su rigor de investigación cuasiexperimental ya que “el investigador ejerce poco o ningún control sobre las variables extrañas, los sujetos participantes de la investigación se pueden asignar aleatoriamente a los grupos y algunas veces se tiene grupo de control” (Bernal, 2010, pág. 146). El diseño es

experimental ya que se diseñarán los variables de ingreso aleatoriamente, el tipo de carbón, tiempo y la ley de ley oro.

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

Sobre el trabajo a realizar es un enfoque cuantitativo, con característica que permite usa la estadística para probar la hipótesis, “utiliza datos recolectados para probar hipótesis en base a la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 4). El enfoque es cuantitativo, porque en el proceso experimental se comparación la absorción del carbón activado de dos tipos que estos datos serán numéricas.

3.2. Población y Muestra.

En el estudio sobre la comparación de los carbones activados de dos proveedores, la población estará conformado por los lotes que tiene en sus almacenes, tanto de la empresa Carbón Calgon y Carbón Norit.

Las muestras para el presente estudio se extraerán de los lotes por el método de aleatorio simple que “consiste en la selección de n fragmentos ó unidades del lote ML de modo que todas las muestras posibles de tamaño n tengan la misma probabilidad de ser elegidas” (Alfaro, 2002, pág. 11), Aproximadamente de 5 kilogramos que este posteriormente se sacaran las muestras para la corrida por el método de estratificado de 40 gramos y 60 gramos, que serán rotulado en bolsas de muestras.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1. Técnicas a Emplear.

En la comparación de los tipos de carbón activado de los proveedores, es un trabajo experimental, por lo que se empleará la técnica de observación cuantitativa, ya que en el proceso experimental se tendrá que extraer los datos a medida que se someten variables al proceso y recopilación de datos en el transcurso del tiempo.

En las técnicas de observaciones cualitativos “los elementos se van convirtiendo en unidades de análisis; además, no se determinan de antemano, ya que surgen de la misma inmersión y observación” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 400). Los datos y las observaciones sirven como información a priori.

3.3.2. Descripción de los Instrumentos.

Los aparatos para la recopilación de la información serán cámara de video para registrar la información en audio, fotos y videos. Por otra parte, se emplearán ficha de observaciones y lista de cotejos para el registro de la información que se obtiene durante el planeamiento del trabajo que se realizara y recopilación en el momento de la parte experimental y los resultados de los análisis de las variables en estudio tanto independientes y dependientes.

3.4. Técnicas para el Procesamiento de la Información.

En este trabajo se empleará la técnica analítica para procesar la información y comprobar la hipótesis y obtener las conclusiones, para ello se empleará un algoritmo en un sistema computacional que tenga programas estadístico y matemáticos para procesar los datos y obtener los resultados en tablas gráficas, etc. (Rodríguez, 2005).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Analisis de Resultados.

4.1.1. Condiciones de Trabajo.

En las pruebas de las corridas de primero al tercero se realizaron con las siguientes condiciones la densidad de pulpa es de 1350 g/L, un volumen de 3 litros a una dilución de 2:1 pasante el 90% a la malla 200, fuerza de cianuro de sodio de 0,12%, en un tiempo de 6 horas, el peso de carbón usado es de 40 gramos tanto para carbón calgon y carbón norit.

- En la primera corrida se realizaron con minerales sulfuros con leyes de mineral de 16,64 g/t ley de oro y 10,76 g/t de ley de plata.
- En la segunda corrida se realizaron con minerales oxidados con leyes de mineral de 12,18 g/t ley de oro y 23,28 g/t de ley de plata.
- En la tercera corrida se realizaron con minerales oxidados con leyes de mineral de 14,35 g/t ley de oro y 34,00 g/t de ley de plata.

En las cuartas pruebas se realizaron con las siguientes condiciones la densidad de pulpa es de 1350 g/L, un volumen de 3 litros a una dilución de 2:1 pasante el 90% a la malla 200, fuerza de cianuro de sodio de 0,20%, en un tiempo de 8 horas, el peso de carbón usado es de 60 gramos tanto para carbón calgon y carbón norit.

- En la cuarta corrida se realizaron con minerales oxidados con leyes de mineral de 3,08 g/t ley de oro y 58,90 g/t de ley de plata.

4.1.2. Resultados.

4.1.2.1. Calidad y recuperación de oro y plata en función del tiempo en carbón calgon y norit.

En las pruebas realizadas de adsorción de oro en el carbón activado se realizaron las siguientes pruebas:

Tabla 2

Primera prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit

Tiempo Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Au g/t	Au g/kg	% Recup.	Au g/t	Au g/kg	% Recup.
0	16,64	0,0000	0	16,64	0,0000	0
1	0,42	0,5474	97,5	0,20	0,5549	98,8
2	0,23	0,5538	98,6	0,13	0,5572	99,2
3	0,17	0,5559	99,0	0,10	0,5582	99,4
4	0,12	0,5576	99,3	0,07	0,5592	99,6
5	0,13	0,5572	99,2	0,06	0,5596	99,6
6	0,11	0,5579	99,3	0,05	0,5599	99,7

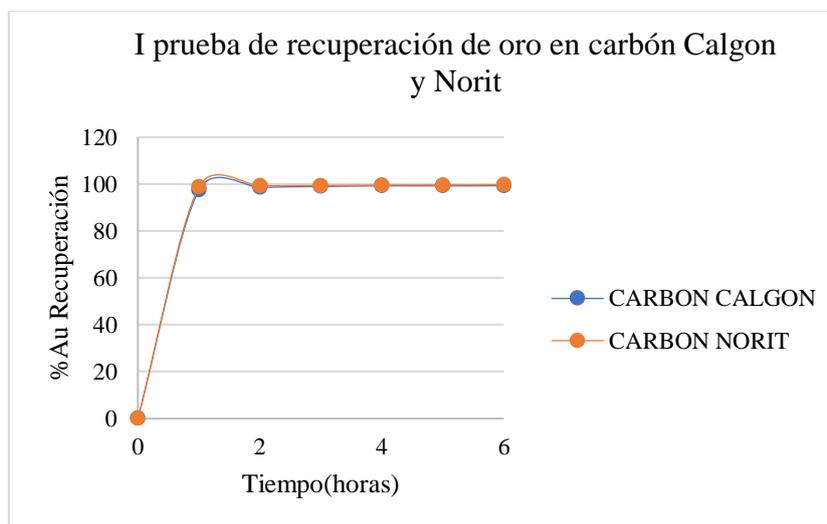


Figura 1 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – I prueba

De la tabla 2 para el oro después de 6 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,5579 g(Au)/kg de carbón, recuperación de 99,30% mientras que para el carbón

norit la calidad de 0,5599 g(Au)/kg de carbón y una recuperación de 99,70%, mientras que en la figura 1 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

Tabla 3

Primera prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit

tiemp Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Ag g/t	Ag g/kg	% Recup.	Ag g/t	Ag g/kg	% Recup.
0	10,76	0,000	0	10,76	0,000	0
1	10,51	0,008	2,3	6,88	0,131	36,1
2	8,97	0,060	16,6	6,31	0,150	41,4
3	7,83	0,099	27,2	5,14	0,190	52,2
4	7,57	0,108	29,6	4,92	0,197	54,3
5	7,34	0,115	31,8	4,64	0,207	56,9
6	6,40	0,147	40,5	3,87	0,233	64,0

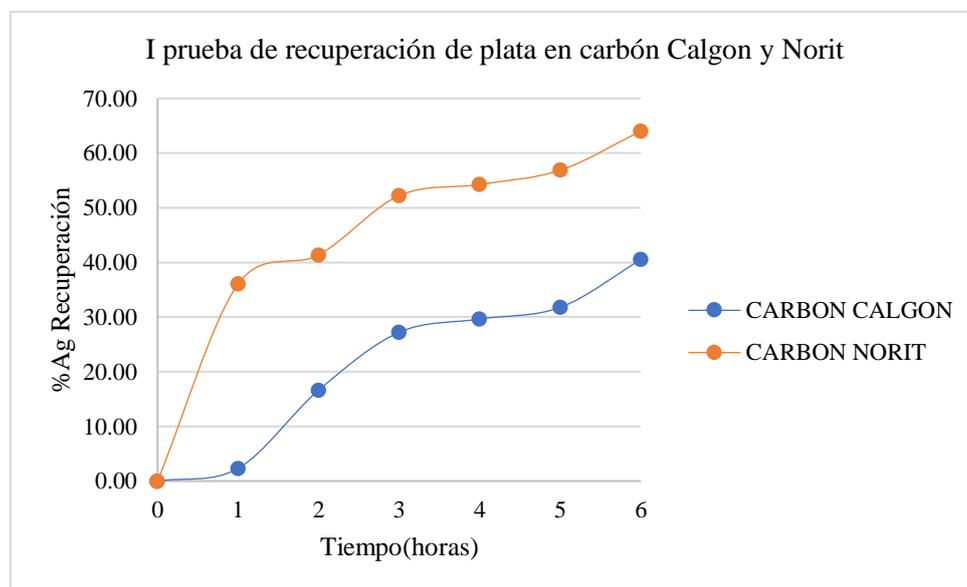


Figura 2 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – I prueba

De la tabla 3 para la plata después de 6 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,147 g(Ag)/kg de carbón recuperación de 40,50% mientras que para el carbón norit

tiene una calidad de 0,233 g(Ag)/kg de carbón con una recuperación del 64,00%, mientras que en la figura 2 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

Tabla 4

Segunda prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit

tiemp Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Au g/t	Au g/kg	% Recup.	Au g/t	Au g/kg	% Recup.
0	12,18	0,0000	0	12,18	0,0000	0
1	0,61	0,3905	95,0	0,30	0,4010	97,5
2	0,18	0,4050	98,5	0,06	0,4091	99,5
3	0,14	0,4064	98,9	0,06	0,4091	99,5
4	0,10	0,4077	99,2	0,07	0,4087	99,4
5	0,11	0,4074	99,1	0,06	0,4091	99,5
6	0,09	0,4080	99,3	0,06	0,4091	99,5

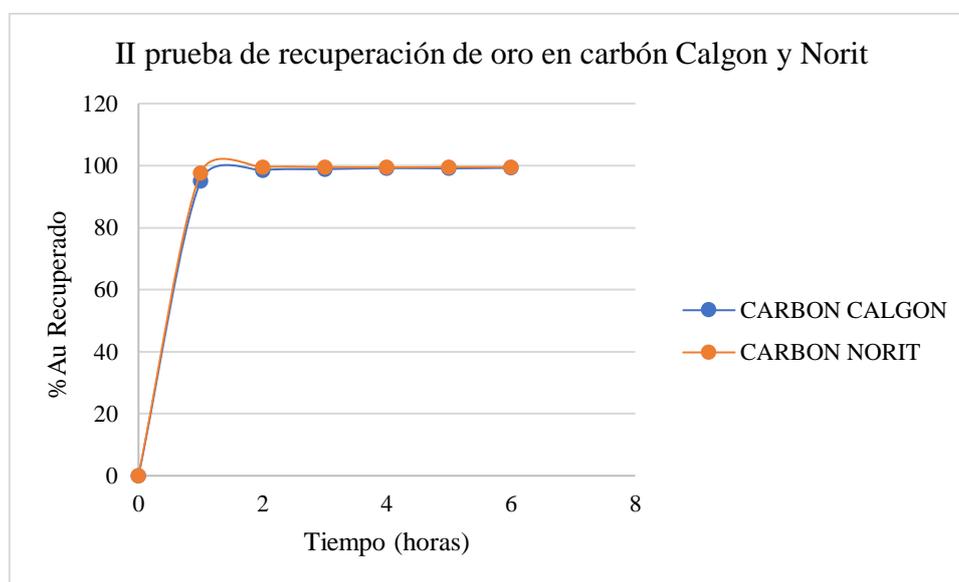


Figura 3 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – II prueba

De la tabla 4 para el oro después de 6 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,4080 g(Au)/kg de carbón y recuperación de 99,30% mientras que para el carbón

norit, tiene una calidad de 0,4091 g(Au)/kg de carbón 99,50%, mientras que en la figura 3 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

Tabla 5
Segunda prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit

tiemp Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Ag g/t	Ag g/kg	% Recup.	Ag g/t	Ag g/kg	% Recup.
0	23,28	0,000	0	23,28	0,000	0
1	11,96	0,382	48,6	8,77	0,490	62,3
2	9,10	0,479	60,9	6,53	0,565	72,0
3	7,93	0,518	65,9	5,58	0,597	76,0
4	7,80	0,522	66,5	5,54	0,599	76,2
5	9,69	0,459	58,4	5,41	0,603	76,8
6	8,04	0,514	65,5	5,39	0,604	76,8

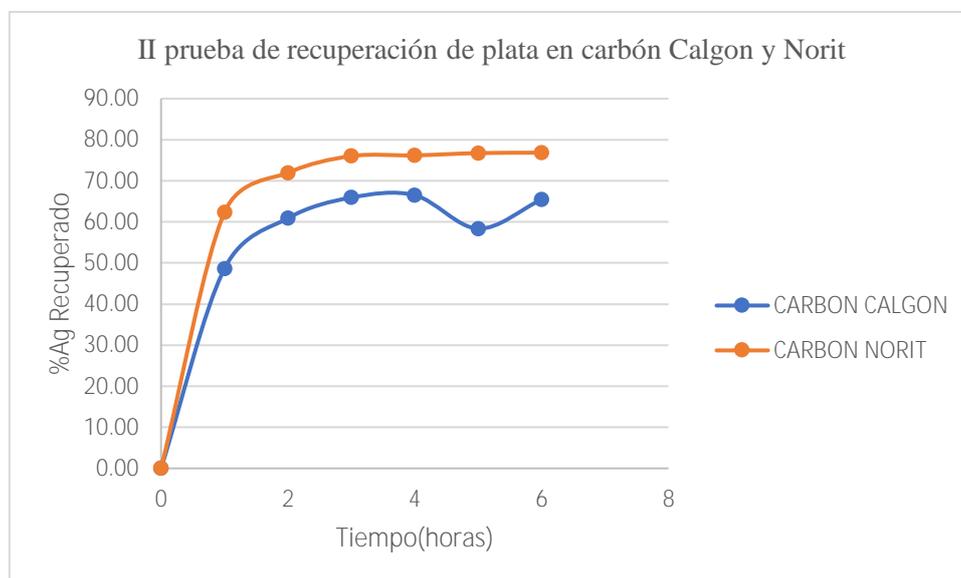


Figura 4 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – II prueba

De la tabla 5 para la plata después de 6 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,514 g (Ag)/kg de carbón con una recuperación de 65,5% mientras que para el carbón norit tiene una calidad de 0,604 g(Ag)/kg de carbón y una recuperación del 76,80%,

mientras que en la figura 4 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

Tabla 6
Tercera prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit

tiemp Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Au g/t	Au g/kg	% Recup.	Au g/t	Au g/kg	% Recup.
0	14,35	0,0000	0,00	14,35	0,0000	0,00
1	0,67	0,4617	95,3	0,27	0,4752	98,1
2	0,25	0,4759	98,3	0,10	0,4809	99,3
3	0,16	0,4789	98,9	0,06	0,4823	99,6
4	0,19	0,4779	98,7	0,11	0,4806	99,2
5	0,16	0,4789	98,9	0,08	0,4816	99,4
6	0,15	0,4793	99,0	0,08	0,4816	99,4

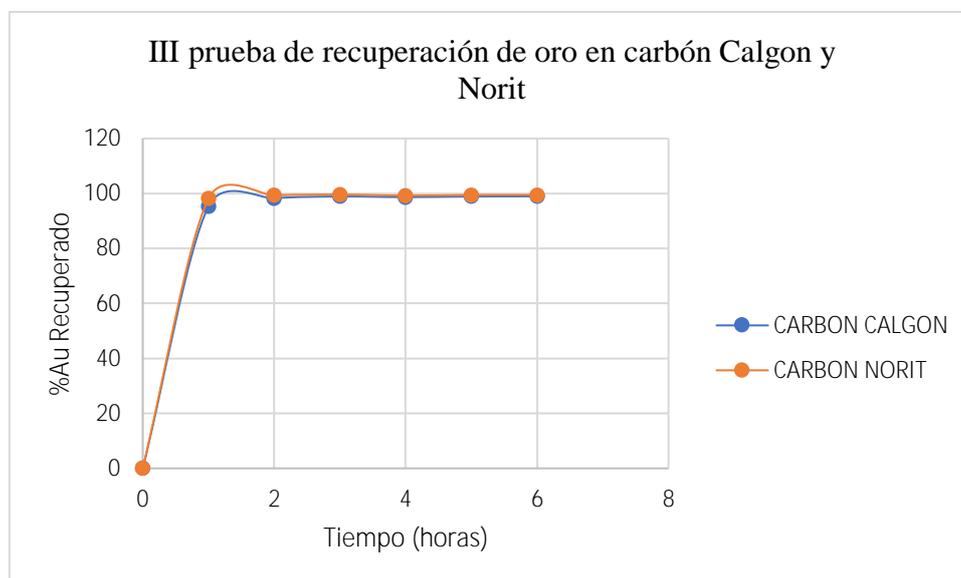


Figura 5 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – III prueba

De la tabla 6 para el oro después de 6 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,4793 g(Au)/kg de carbón con una recuperación de 99,00% mientras que para el carbón norit, tiene una calidad de 0,4816 g(Au)/kg de carbón, con una recuperación del orden

del 99,40%, mientras que en la figura 5 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

*Tabla 7
Tercera prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit*

tiemp Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Ag g/t	Ag g/kg	% Recup.	Ag g/t	Ag g/kg	% Recup.
0	34,00	0,000	0,00	34,00	0,000	0,00
1	12,77	0,717	62,4	8,81	0,850	74,1
2	10,27	0,801	69,8	6,71	0,921	80,3
3	8,67	0,855	74,5	5,78	0,952	83,0
4	8,70	0,854	74,4	5,72	0,954	83,2
5	7,18	0,905	78,9	5,15	0,974	84,9
6	7,93	0,880	76,7	4,67	0,990	86,3

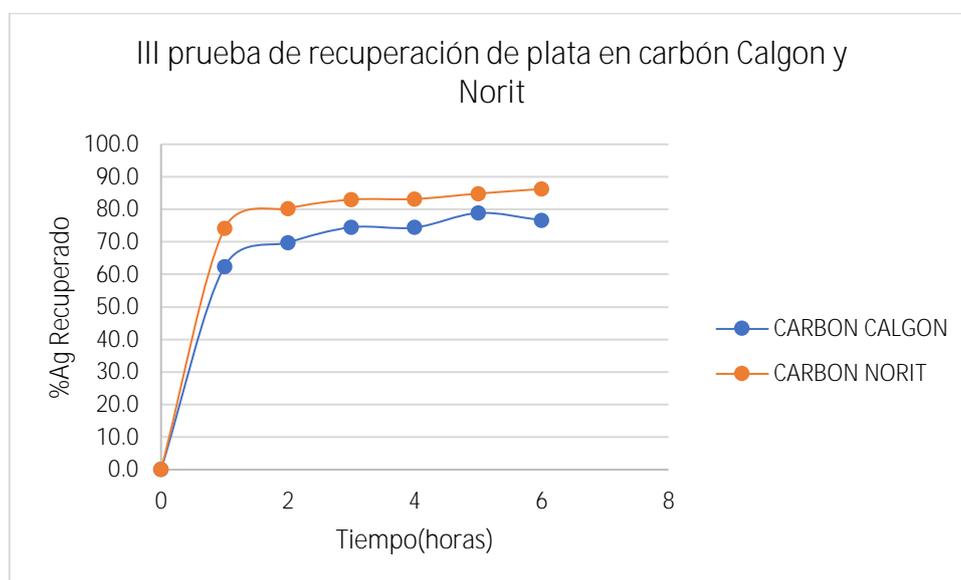


Figura 6 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – III prueba

De la tabla 7 para la plata, después de 6 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,880 g(Ag)/kg de carbón, con una recuperación de 76,70% mientras que para el

carbón norit tiene una calidad de 0,990 g(Ag)/kg de carbón con una recuperación del 86,30%, mientras que en la figura 6 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

Tabla 8

Cuarta prueba de recuperación de oro con carbón calgon y norit

tiemp Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Au gr/tm	Au g/kg	% Recup.	Au gr/tm	Au g/kg	% Recup.
0	3,08	0,0000	0	3,08	0,0000	0
1	0,47	0,0587	84,2	0,22	0,0644	92,9
2	0,26	0,0635	91,2	0,10	0,0671	96,8
3	0,16	0,0657	94,6	0,04	0,0684	98,7
4	0,11	0,0668	96,3	0,03	0,0686	99,0
8	0,11	0,0668	96,3	0,01	0,0691	99,7

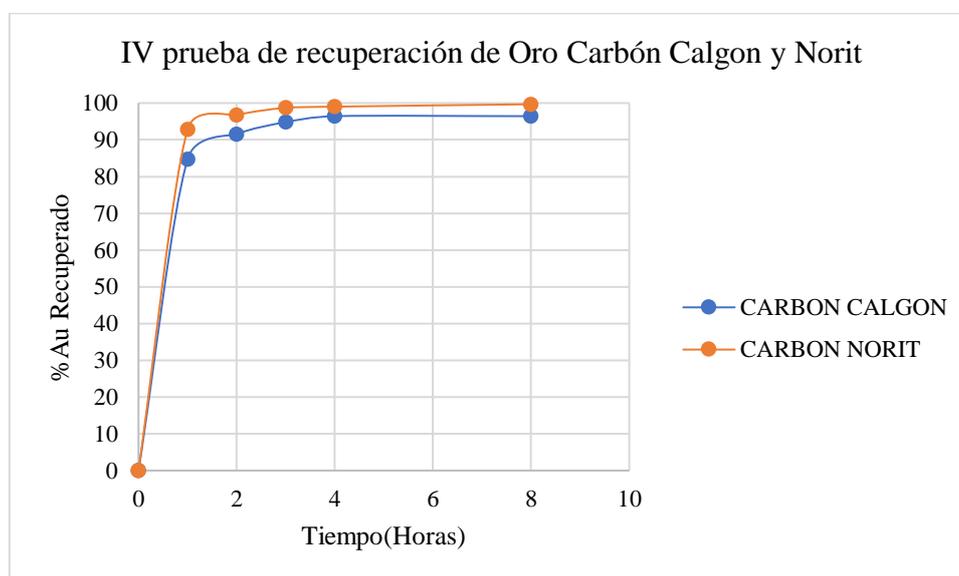


Figura 7 Curva de recuperación de oro en carbón de calgon y norit – IV prueba

De la tabla 8 para el oro, después de 8 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,0668 g(Au)/kg de carbón con una recuperación de 96,30% mientras que para el carbón norit, tiene una calidad de 0,0691 g(Au)/kg de carbón, con una recuperación del 99,70%,

mientras que en la figura 7 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

Tabla 9
Cuarta prueba de recuperación de plata con carbón calgon y norit

tiemp Absor	CARBON CALGON			CARBON NORIT		
Horas	Ag gr/tm	Ag g/kg	% Recup.	Ag gr/tm	Ag g/kg	% Recup.
0	58,90	0,000	0	58,90	0,000	0
1	42,47	0,370	23,1	31,49	0,617	46,5
2	38,88	0,450	29,6	29,72	0,657	49,5
3	35,69	0,522	35,4	27,17	0,714	53,9
4	35,59	0,524	35,5	24,82	0,767	57,9
8	28,11	0,693	49,1	24,49	0,774	58,4

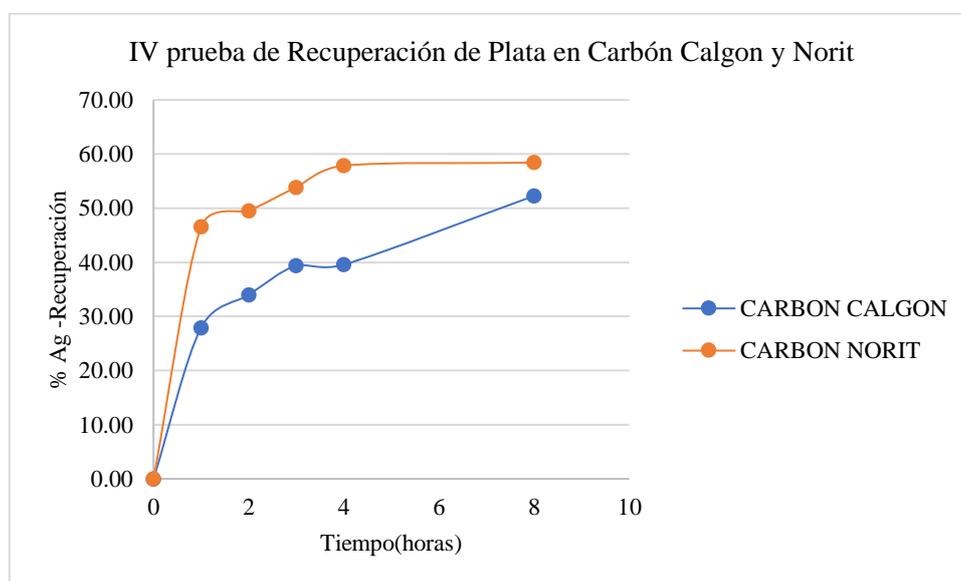


Figura 8 Curva de recuperación de plata en carbón de calgon y norit – IV prueba.

De la tabla 9 para la plata, después de 8 horas transcurridas para el carbón calgon se tiene una calidad de 0,693 g(Ag)/kg de carbón con una recuperación de 49,10% mientras que para el carbón norit, tiene una calidad de 0,774 g(Ag)/kg de carón y una recuperación de 58,00%,

mientras que en la figura 8 la curva de extracción para el carbón norit tiene una mejor recuperación que el carbón calgon.

Tabla 10
Recuperación de oro y plata en carbón Calgon y Norit

Tiempo		Carbón	NaCN	Au	Ag	Carbón Calgon		Carbón Norit	
Recuperación									
N°	Horas	Carbón(g)	%	Au(g/t)	Ag(g/t)	(Au)	(Ag)	(Au)	(Ag)
1	6	40	0,12	16,64	10,76	99,34	40,52	99,70	64,03
2	6	40	0,12	12,18	23,28	99,26	65,46	99,51	76,85
3	6	40	0,12	14,35	34,00	98,95	76,68	99,44	86,26
4	8	60	0,20	3,08	58,90	96,43	52,28	99,68	58,42

De la tabla 10 para el carbón calgon en un tiempo de 6 horas para 40 gramos de carbón en 0,12% de cianuro se absorbe el oro del orden de 99,34%; 99,26%;98,95% mientras que a la plata del orden de 40,52%,64,03%;76,68%, mientras que el carbón norit se absorbe el oro en orden de 99,70%;99,51%;99,44% y la plata se absorbe en orden del 64,03%; 76,85%;86,26%. Mientras que en un espacio de 8 horas para 60 gramos de carbón para 0,20% NaCN, en el carbón calgon absorbe un 96,43% para el oro y 52,28% para la plata, mientras que el carbón norit recupera 99,68% de oro y 58,42% para la plata.

Tabla 11

Calidad de oro y plata en g/kg en carbón Calgon y Norit

N°	Tiempo		%NaCN	Au		Ag		Carbón Calgon		Carbón Norit	
	Horas	Carbón(g)		Au(g/t)	Ag(g/t)	g/kg(Au)	g/kg(Ag)	g/kg(Au)	g/kg(Ag)		
1	6	40	0,12	16,64	10,76	0,558	0,147	0,560	0,233		
2	6	40	0,12	12,18	23,28	0,408	0,514	0,409	0,604		
3	6	40	0,12	14,35	34,00	0,479	0,880	0,482	0,990		
4	8	60	0,2	3,08	58,90	0,067	0,693	0,069	0,774		

De la tabla 11 para el carbón calgon, en un tiempo de 6 horas, para 40 gramos de carbón en 0,12% de cianuro se absorbe el oro del orden de 0,558 g/kg; 0,408 g/kg; 0,479 g/kg mientras que a la plata del orden de 0,147 g/kg; 0,514 g/kg; 0,880 g/kg, mientras que el carbón norit se absorbe el oro en orden de 0,560 g/kg; 0,409 g/kg; 0,482 g/kg y la plata se absorbe en orden del 0,233 g/kg; 0,604 g/kg; 0,990 g/kg. Mientras que en un espacio de 8 horas para 60 gramos de carbón para 0,20% NaCN, en el carbón calgon absorbe un 0,067 g/kg para el oro y 0,693 g/kg para la plata, mientras que el carbón norit recupera 0,069 g/kg de oro y 0,774 g/kg para la plata.

4.1.2.2. Calidad y recuperación de oro y plata en función de ley de cabeza de g/t de oro y plata en carbón calgon y norit.

Análisis de regresión: Calgon(g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Tabla 12

Coefficientes de carbón Calgon(g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-0,0327	0,0467	-0,70	0,612	
Au(g/t)	0,03592	0,00228	15,75	0,040	6,63
Ag(g/t)	-0,000148	0,000663	-0,22	0,860	6,63

S R-cuad. R-cuad. (ajustado) R-cuad. (pred)

0,0091209 99,94% 99,82% 96,53%

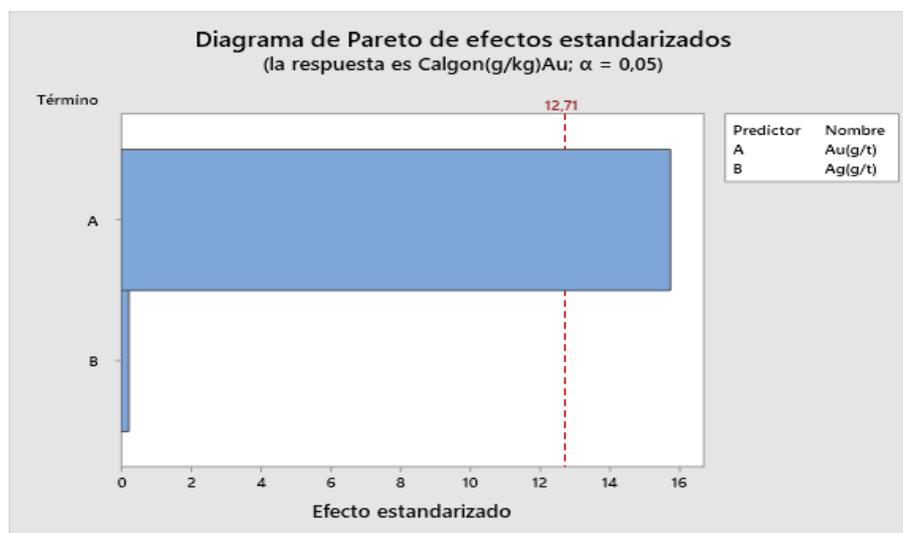


Figura 9 Diagrama de Pareto para carbón Calgon(g/kg)Au vs. Au(g/t); Ag(g/t)

De la tabla 12 la ley de cabeza del oro es estadísticamente significativamente en la calidad de absorción de oro en el carbón activado para Carbón calgon, el valor calculad de p es de orden 0,04 siendo menor a 0,05. Mientras que la ley de plata no es significativamente en la calidad de absorción de oro en el carbón ya que el valor calculado de p es de orden 0,86 mayor a 0,05. En

la figura 9 en el diagrama de Pareto la barra A para la ley del oro es superior a la línea 12,71 que indica que tiene significancia y B para la ley de la plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

Análisis de regresión: Para carbón Norit (g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Tabla 13

Coefficientes de carbón Norit (g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-0,0343	0,0429	-0,80	0,571	
Au(g/t)	0,03608	0,00210	17,21	0,037	6,63
Ag(g/t)	-0,000094	0,000609	-0,15	0,903	6,63

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0083823	99,95%	99,85%	97,07%

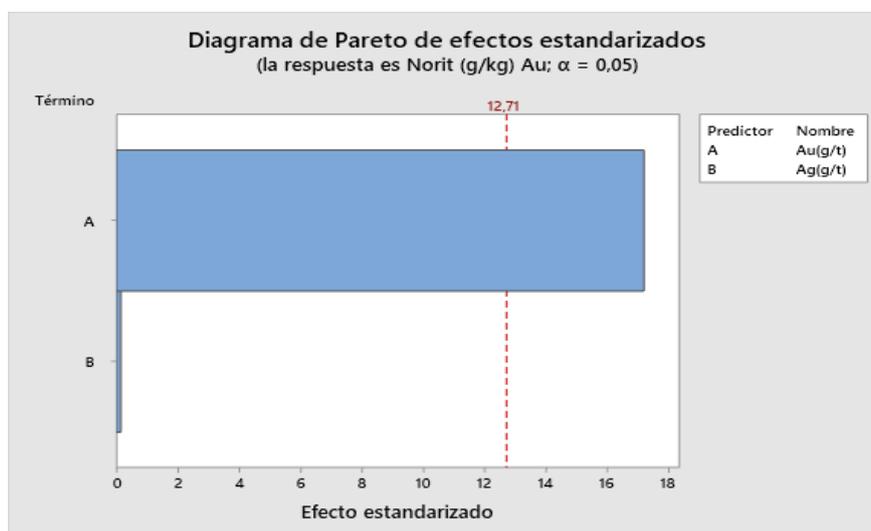


Figura 10 Diagrama de Pareto para carbón Norit (g/kg) Au vs. Au(g/t); Ag(g/t)

De la tabla 13 la ley de cabeza del oro es estadísticamente significativamente en la calidad de absorción de oro en el carbón activado para Carbón norit, el valor calculado de p es de orden 0,037 siendo menor a 0,05. Mientras que la ley de plata no es significativamente en la calidad

de absorción de oro en el carbón ya que el valor calculado de p es de orden 0,903 mayor a 0,05. En la figura 10 en el diagrama de Pareto la barra A para la ley el oro es superior a la línea 12,71 que indica que tiene significancia y B para la ley de plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

Análisis de regresión: Para carbón Calgon(g/kg) Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Tabla 14

Coefficientes de carbón Calgon (g/kg) Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-1,31	1,22	-1,08	0,476	
Au(g/t)	0,0765	0,0594	1,29	0,420	6,63
Ag(g/t)	0,0311	0,0173	1,80	0,322	6,63

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,237475	80,72%	42,15%	0,00%

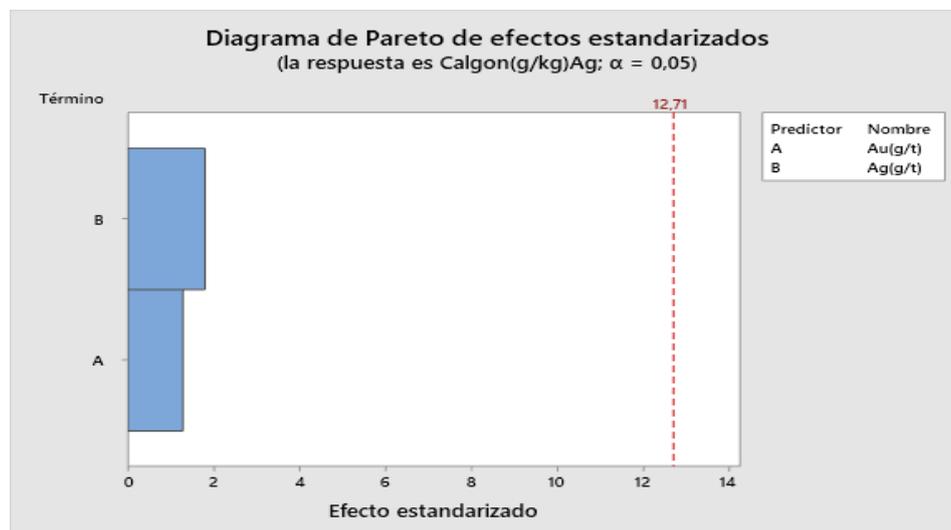


Figura 11 Diagrama de Pareto para carbón Calgon(g/kg)Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t)

De la tabla 14 la ley de cabeza de la plata no es estadísticamente significativamente en la calidad de absorción de plata en el carbón activado para Carbón calgon, el valor calculad de p es de

orden 0,420 siendo mayor a 0,05. Mientras que la ley de plata no es significativamente en la calidad de absorción de plata en el carbón ya que el valor calculado de p es de orden 0,322 mayor a 0,05. En la figura 11 en el diagrama de Pareto la barra A para la ley de oro es inferior a la línea 12,71 que indica que no tiene significancia y B para el lay de plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

Análisis de regresión: para Carbón Norit (g/kg) Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Tabla 15

Coeficientes de carbón Norit (g/kg) Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-1,32	1,26	-1,05	0,484	
Au(g/t)	0,0816	0,0614	1,33	0,411	6,63
Ag(g/t)	0,0324	0,0178	1,82	0,320	6,63

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,245357	80,41%	41,24%	0,00%

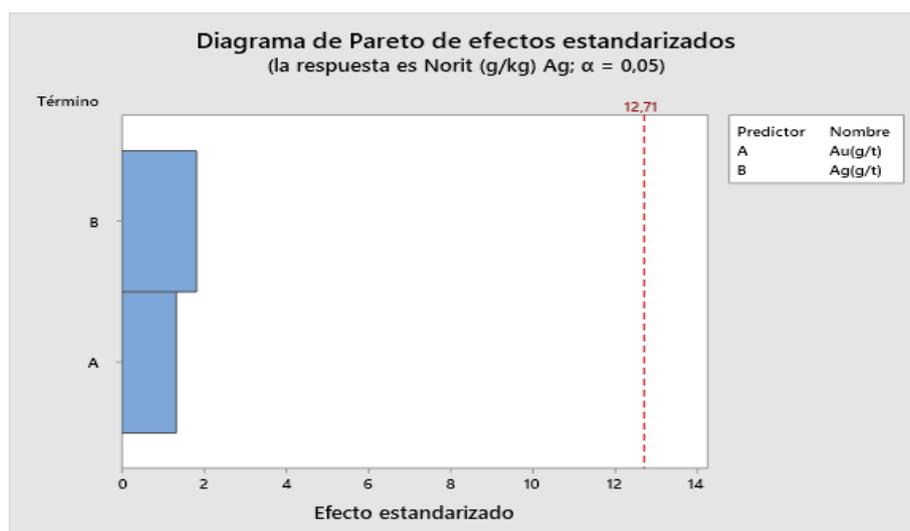


Figura 12 Diagrama de Pareto para carbón Norit (g/kg)Ag vs. Au(g/t); Ag(g/t)

De la tabla 15 la ley de cabeza del oro no es estadísticamente significativamente en la calidad de absorción de plata en el carbón activado para Carbón norit, el valor calculad de p es de orden 0,411 siendo mayor a 0,05. Mientras que la ley de plata no es significativamente en la calidad de absorción de plata en el carbón ya que el valor calculado de p es de orden 0,320 mayor a 0,05. En la figura 12 en el diagrama de Pareto la barra A para la ley de oro es inferior a la línea 12,71 que indica que no tiene significancia y B para la ley de plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

Análisis de regresión: Recup(Au) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Tabla 16

Coefficientes de Recup(Au) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p FIV
Constante	104,8	11,4	9,15	0,069
Au(g/t)	-0,262	0,679	-0,39	0,766 1,30
Ag(g/t)	-0,100	0,112	-0,89	0,537 1,30

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,87978	44,27%	0,00%	*

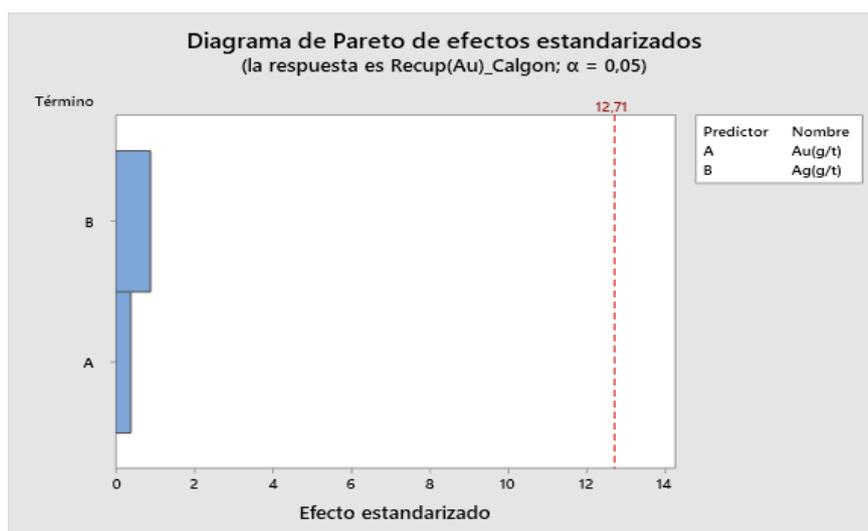


Figura 13 Diagrama de Pareto para Recup(Au) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t)

De la tabla 16 la ley de cabeza del oro y plata no es estadísticamente significativamente en la recuperación de oro en el carbón activado para Carbón calgon, el valor calculad de p es de orden 0,766 y 0,537 siendo mayor a 0,05. En la figura 13 en el diagrama de Pareto la barra A y B para la ley de oro y plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

Análisis de regresión: Recup(Ag) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Tabla 17

Coefficientes de Recup(Ag) de carbón Calgon vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	163	275	0,59	0,659	
Au(g/t)	-7,0	16,3	-0,43	0,741	1,30
Ag(g/t)	-0,51	2,68	-0,19	0,881	1,30

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
45,1139	15,68%	0,00%	*

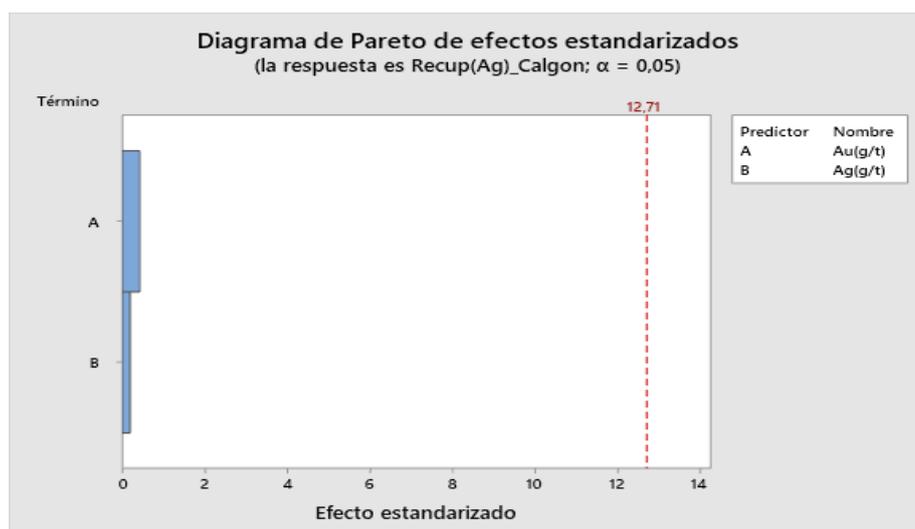


Figura 14 Diagrama de Pareto para Recup (Ag) de carbón Calgon vs. Au(g/t);
Ag(g/t)

De la tabla 17 la ley de cabeza del oro y plata no es estadísticamente significativamente en la recuperación de plata en el carbón activado para Carbón calgon, el valor calculad de p es de orden 0,741 y 0,881 siendo mayor a 0,05. En la figura 14 en el diagrama de Pareto la barra A y B para la ley de oro y plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

Análisis de regresión: Recup (Au) de carbón Norit vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Tabla 18

Coefficientes de Recup (Au) de carbón norit vs. Au(g/t); Ag(g/t)

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	99,147	0,951	104,29	0,006	
Au(g/t)	0,0351	0,0564	0,62	0,646	1,30
Ag(g/t)	-0,00285	0,00929	-0,31	0,810	1,30

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,156123	46,30%	0,00%	*

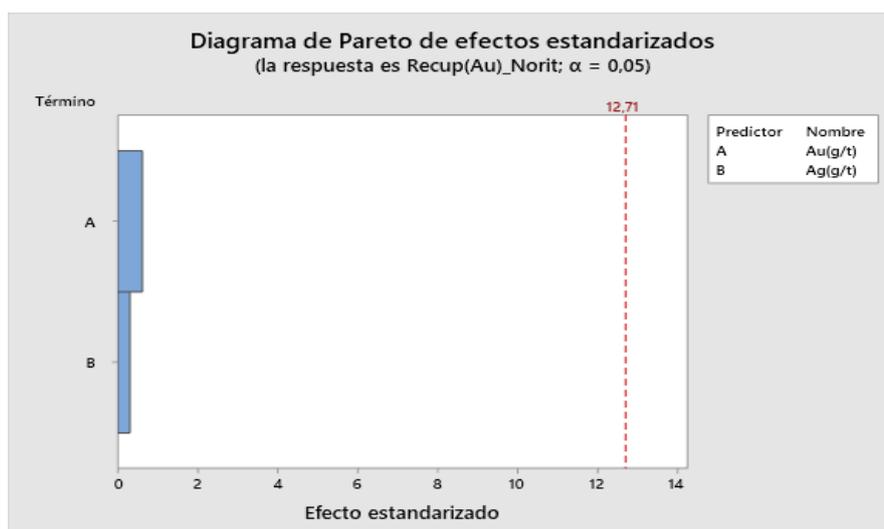


Figura 15 Diagrama de Pareto para $Recup(Au)$ de carbón Norit vs. $Au(g/t)$; $Ag(g/t)$

De la tabla 18 la ley de cabeza del oro y plata no es estadísticamente significativamente en la recuperación de oro en el carbón activado para Carbón norit, el valor calculad de p es de orden 0,646 y 0,810 siendo mayor a 0,05. En la figura 15 en el diagrama de Pareto la barra A y B para la ley de oro y plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

Análisis de regresión: $Recup(Ag)$ de carbón Norit vs. $Au(g/t)$; $Ag(g/t)$

Tabla 19

Coefficientes de $Recup(Ag)$ de carbón norit vs. $Au(g/t)$; $Ag(g/t)$

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	135	193	0,70	0,612	
$Au(g/t)$	-4,0	11,4	-0,35	0,786	1,30
$Ag(g/t)$	-0,40	1,89	-0,21	0,866	1,30

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
31,6936	11,10%	0,00%	*

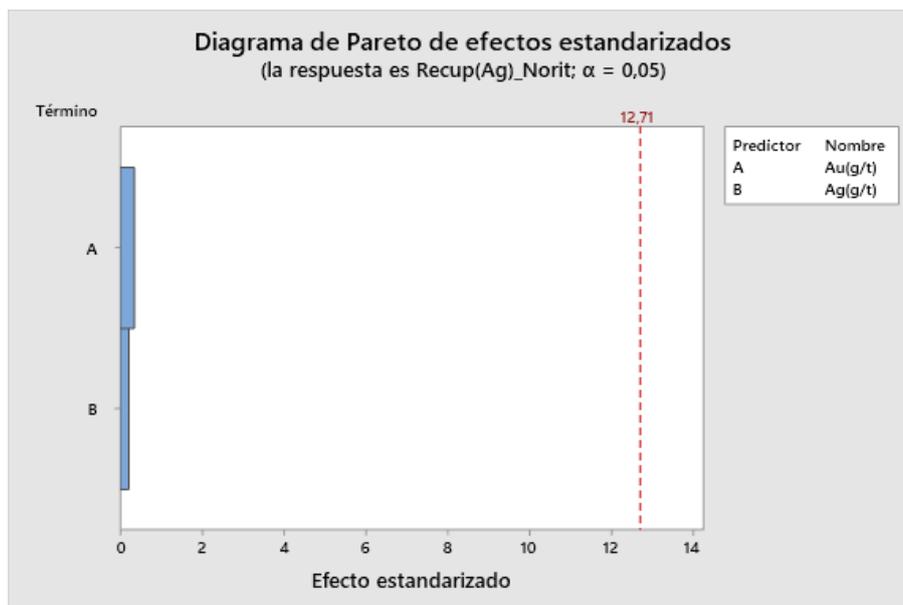


Figura 16 Diagrama de Pareto para Recup(Ag) de carbón Norit vs. Au(g/t); Ag(g/t)

De la tabla 19 la ley de cabeza del oro y plata no es estadísticamente significativamente en la recuperación de oro en el carbón activado para Carbón norit, el valor calculad de p es de orden 0,786 y 0,866 siendo mayor a 0,05. En la figura 16 en el diagrama de Pareto la barra A y B para la ley de oro y plata es inferior a la línea 12,71 que no tiene influencia.

4.1.2.3. Calidad y recuperación de oro y plata en carbón calgon y norit.

Tabla 20

Calidad y recuperación de oro en el carbón de calgon y norit.

N°	g/kg(Au)		%Recuperación Au	
	Calgon(g/kg)Au	Norit (g/kg) Au	Calgon	Norit
1	0,558	0,560	99,34	99,70
2	0,408	0,409	99,26	99,51
3	0,479	0,482	98,95	99,44
4	0,067	0,069	96,43	99,68

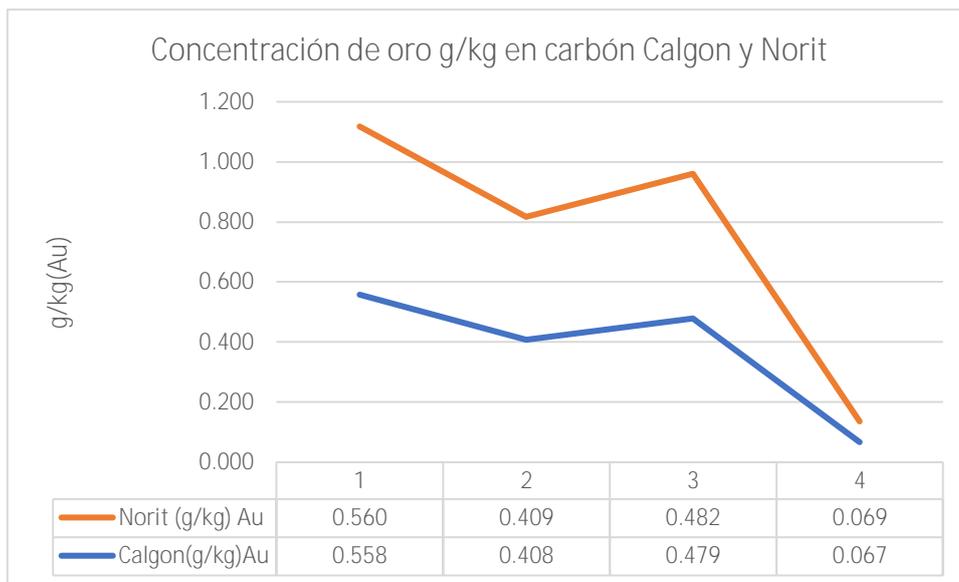


Figura 17 Curva de calidad de Au en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.

De la tabla 20 mayor calidad en el carbón para el oro(g/kg) se tiene para el carbón norit que el carbón calgon de igual manera en la figura 17 la curva de extracción de oro del carbón en pulpa tiene una mejor extracción de oro en gramos de oro por kilogramo de carbón se tiene para el carbón norit. La curva en la gráfica es superior a la del carbón calgon.

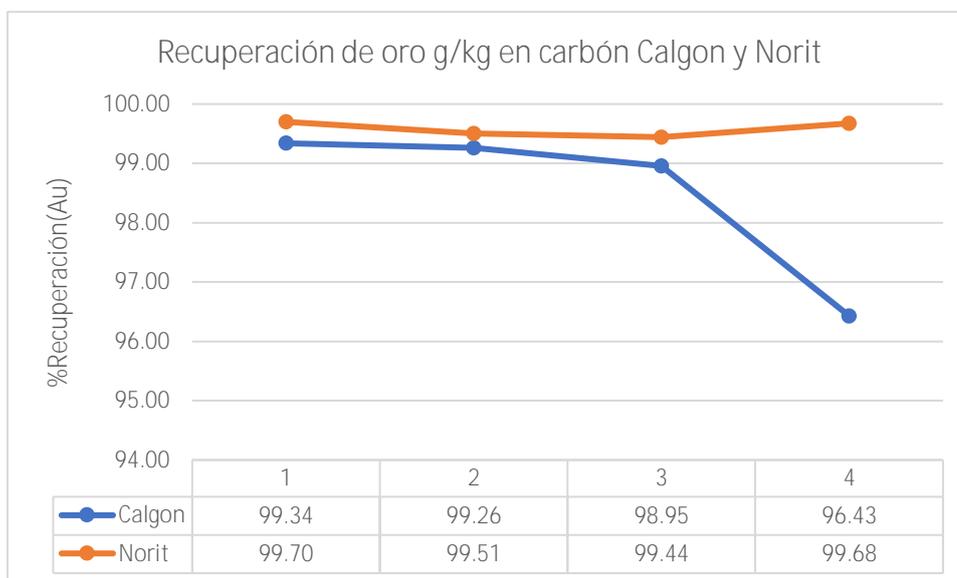


Figura 18 Curva de recuperación de Au en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.

De la tabla 20 la mayor recuperación de oro se tiene en el carbón norit que el carbón calgon de igual manera en la figura 18 la curva de recuperación del oro en el carbón en pulpa tiene una

mejor recuperación de oro se tiene para el carbón norit. La curva en la gráfica es superior a la del carbón calgon.

Tabla 21

Calidad y recuperación de oro en el carbón de calgon y norit

N°	g/kg (Ag)		%Recuperación Ag	
	Calgon(g/kg)Ag	Norit (g/kg) Ag	Calgon	Norit
1	0,147	0,233	40,52	64,03
2	0,514	0,604	65,46	76,85
3	0,880	0,990	76,68	86,26
4	0,693	0,774	52,28	58,42

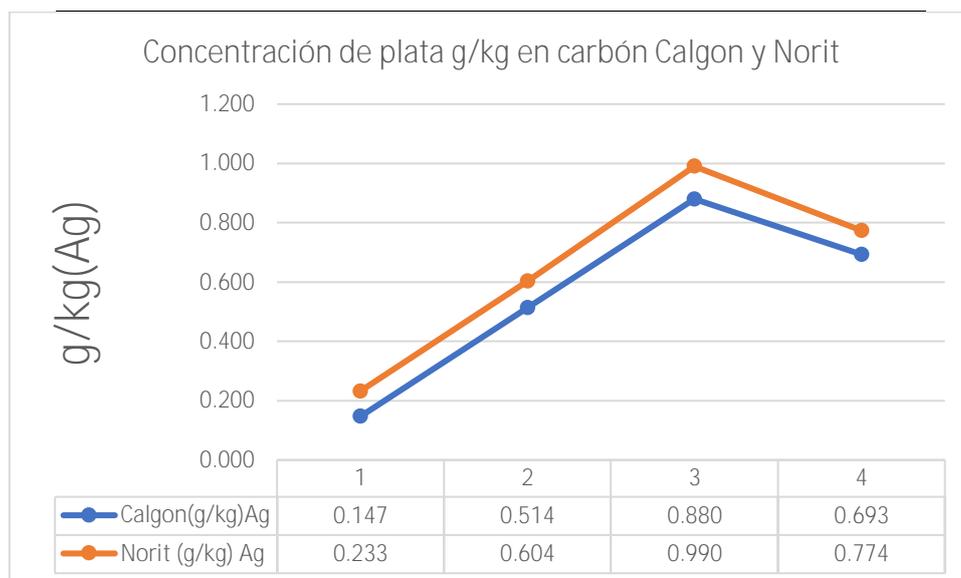


Figura 19 Curva de calidad de Ag en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.

De la tabla 21 mayor calidad en el carbón para la plata (g/kg) se tiene para el carbón norit que el carbón calgon de igual manera en la figura 19 la curva de calidad de plata del carbón en pulpa tiene una mejor calidad de plata en gramos de plata por kilogramo de carbón se tiene para el carbón norit. La curva en la gráfica es superior a la del carbón calgon.

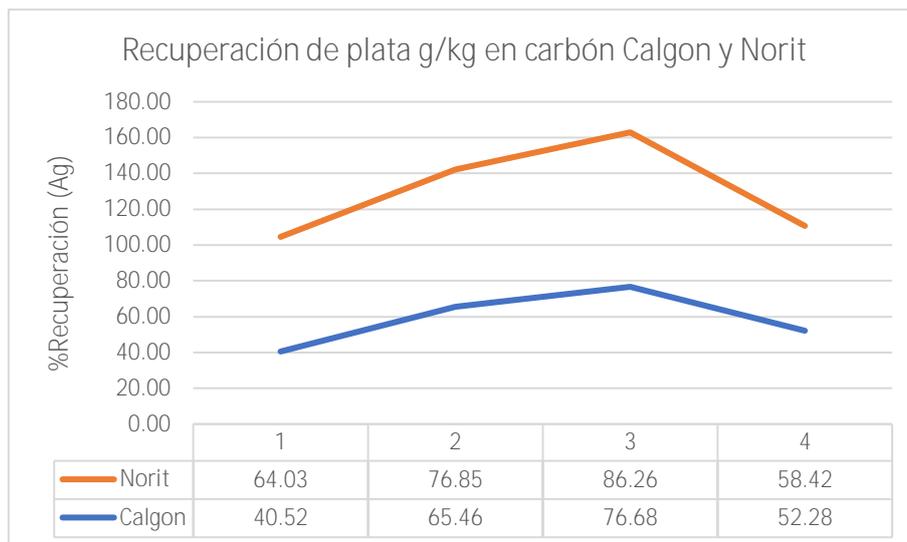


Figura 20 Curva de recuperación de Ag en la cianuración en pulpa con carbón calgon y norit.

De la tabla 21 mayor recuperación de plata se tiene para el carbón norit que el carbón calgon de igual manera en la figura 17 la curva de recuperación de plata en el carbón se tiene para el carbón norit, la curva en la gráfica es superior a la del carbón calgon.

4.2. Contrastación de Hipotesis.

4.2.1. Contrastación de Hipotesis General.

H1: Realizando un tratamiento de adsorción en pulpa a los tipos de carbón se podrá realizar una evaluación del pretratamiento del carbón activado, en función a ello se tendrá una selección de extracción optima de oro y plata -2020.

H0: Realizando un tratamiento de adsorción en pulpa a los tipos de carbón se podrá realizar una evaluación del pretratamiento del carbón activado, en función a ello **no** se tendrá una selección de extracción optima de oro y plata -2020.

De acuerdo la tabla 20 y las figuras 17, 18 la calidad del oro y la recuperación para el carbón norit tiene una mayor absorción en comparación al carbón calgon. Por otra parte, de acuerdo la tabla 21 y las figuras 19 y 20 la absorción de la plata y la recuperación tiene mayor captación el carbón norit en comparación al carbón calgon. Por lo tanto, la hipótesis alternativa predomina y se rechaza la hipótesis nula.

4.2.2. Contrastación de Hipotesis Especifico.

a. **H1:** Introduciendo una marca de carbón activado en la cianuración por agitación en pulpa, se obtendrá en el proceso de adsorción una calidad y recuperación de oro y plata.

H0: Introduciendo una marca de carbón activado en la cianuración por agitación en pulpa, no se obtendrá en el proceso de adsorción una calidad y recuperación de oro y plata.

De acuerdo las tabla 20 y 21 y las figuras 17, y 19 la absorción de oro y plata que tiene mayor cantidad es para el carbón norit a comparación del carbón calgon. Por otra parte, la recuperación de oro y plata de acuerdo las tablas 20 y 21 y las figuras 18 y 20 tiene a tener mayor recuperación en el carbón norit en comparación del carbón calgon. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y predetermina la hipótesis alternativa.

b. **H1:** El tiempo empleado con intervalo de espacio en el análisis de la solución cianurada por agitación en pulpa, permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación óptima de oro y plata.

H0: El tiempo empleado con intervalo de espacio en el análisis de la solución cianurada por agitación en pulpa, **no** permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación óptima de oro y plata.

De acuerdo las tablas 2, 4,6,8 y las figuras, 1, 3,5,7 el oro en el carbón activado se va incrementando en gramos de oro por kilogramos de carbón y el porcentaje de recuperación con mayor presencia en el carbón norit, en comparación del calgon. Mientras que para la plata de acuerdo las tablas 3,5,7, 9 y las figuras 2,4,6,8 se va incrementado progresivamente en el tiempo gramos de plata por kilogramo de carbón con mayor presencia para el carbón norit que para el carbón calgon y la recuperación de la plata es en menor proporción que del oro de acuerdo las tablas y las curvas de recuperación de acuerdo las figuras descrita anteriormente.

Por lo que se descarta la hipótesis nula y predetermina la hipótesis alterna o planteada.

c. **H1:** La ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación adecuada de oro y plata.

H0: La ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, **no** permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación adecuada de oro y plata

De acuerdo la tabla 12, 13 y figura 9, 10 la ley de cabeza del oro es significativa estadísticamente en la calidad del oro ya que el valor p calculada es menor a 0,05 y barra A del diagrama de Pareto es superior a la línea de 12,71; mientras que la ley de plata no tiene efecto significativo estadísticamente en la calidad del oro ya que el valor calculado de p es mayor a 0,05 y la barra B del diagrama de Pareto es inferior a la línea 12,71; para carbón calgon y norit.

Por otra parte, de acuerdo la tabla 14, 15 y figura 11, 12 la ley de cabeza de oro y plata no es significativa estadísticamente en la calidad de la plata ya que el valor p calculada es mayor a 0,05 y barra A y B del diagrama de Pareto es inferior a la línea de 12,7 para carbón calgon y norit.

De igual forma de acuerdo la tabla 16, 17, 18, 19 y figura 13, 14, 15, 16 la ley de cabeza de oro y plata no es significativa estadísticamente en la recuperación del oro y plata ya que el valor p calculada es mayor a 0,05 y barra A y B del diagrama de Pareto es inferior a la línea de 12,7 para carbón calgon y norit. Por lo tanto, para la calidad de oro se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, mientras que para la calidad de la plata y la recuperación oro y plata se aceptan la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de Resultados.

En el trabajo realizado sobre la “Evaluación del pre tratamiento del carbón activado en la extracción de oro y plata -2020”, se trabajó con las siguientes condiciones con una densidad de pulpa de 1350 g/L a una liberación del 90% pasante a la malla 200 con una fuerza de 0,12% de NaCN, con un volumen de pulpa de 3 litros en relación liquido solido de 2:1. El periodo de trabajo para la absorción del oro y plata es de 6 horas con 40 gramos de carbón activado tanto para la marca calgon y norit. Con estas condiciones se realizaron 3 pruebas. Mientras que la cuarta prueba se realiza con un tiempo de absorción de 8 horas, con una fuerza de 0,20% NaCN y 60 gramos de carbón calgon y norit.

Como resultado para la primera se tiene una calidad de oro de 0,558 g(Au)/kg carbón y una recuperación de 99,34%, con una calidad de plata de 0,147 g(Ag)/kg y una recuperación de 40,52% en el carbón calgon, mientras que una calidad de oro de 0,560 g(Au)/kg carbón y una recuperación de 99,70%, con una calidad de plata de 0,233 g(Ag)/kg y una recuperación de 64,03% en el carbón norit.

En la segunda corrida se tiene una calidad de oro de 0,408 g(Au)/kg carbón y una recuperación de 99,26%, con una calidad de plata de 0,514 g(Ag)/kg y una recuperación de 65,46% en el carbón calgon, mientras que una calidad de oro de 0,409 g(Au)/kg carbón y una recuperación de 99,51%, con una calidad de plata de 0,604 g(Ag)/kg y una recuperación de 76,85% en el carbón norit.

En la tercera corrida se tiene una calidad de oro de 0,479 g(Au)/kg carbón y una recuperación de 98,95%, con una calidad de plata de 0,880 g(Ag)/kg y una recuperación de 76,68% en el carbón calgon, mientras que una calidad de oro de 0,482 g(Au)/kg carbón y una

recuperación de 99,44%, con una calidad de plata de 0,990 g(Ag)/kg y una recuperación de 86,26% en el carbón norit.

En la cuarta corrida se tiene una calidad de oro de 0,067 g(Au)/kg carbón y una recuperación de 96,43%, con una calidad de plata de 0,693 g(Ag)/kg y una recuperación de 52,28% en el carbón calgon, mientras que una calidad de oro de 0,069 g(Au)/kg carbón y una recuperación de 99,68%, con una calidad de plata de 0,774 g(Ag)/kg y una recuperación de 54,42% en el carbón norit.

En cuanto a la calidad y la recuperación de oro y plata en las cuatro pruebas realizadas se tiene una mejor absorción y recuperación en el carbón norit a comparación del carbón calgon, esto se puede ver en las tablas y figuras en la calidad y recuperación del oro y plata con carbón calgon y norit.

La calidad y recuperación de oro y plata en relación al tiempo se incrementa a medida que pasa el tiempo por lo que, el espacio predetermina en la absorción del oro y plata en el carbón, en este proceso relacionado al tiempo el carbón norit tiene una mayor influencia en la calidad y recuperación frente al carbón calgon.

La ley de cabeza del oro en la calidad influye significativamente ya que los valores de p calculado son inferiores a 0,05 y la barra A del diagrama de Pareto superior a la línea 12,71 tanto para el carbón calgon y norit. Mientras que la ley de oro y plata no tiene efecto estadísticamente significativo en la calidad de plata y en la recuperación de oro y plata ya que el valor p calculado es superior a 0,05 y la barra B del diagrama de Pareto es inferior a 12,71 tanto para el carbón calgon y norit.

Por otra parte en los estudios internacionales, se tiene que la adsorción de oro y plata en la arcilla es efectiva y exotérmica y espontánea (Rakhila, y otros, 2019). De igual manera, que la adsorción de oro en carbón de coco tiene relación con el pH, velocidad de agitación, concentración del carbón y el tiempo, donde la concentración influye significativamente en

aumentar la concentración (Khosravi, Azizi, Ghaedrahmati, Gupta, & Agarwal, 2017). Por otra parte, la adsorción de oro en resinas es espontanea debido a la interacción entre el ion metálico y el material activo (Mihăilescu, y otros, 2019).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

De los resultados obtenidos del estudio realizado respecto a la “Evaluación del pre tratamiento del carbón activado en la extracción de oro y plata -2020”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

La mejor recuperación se llega a obtener con las siguientes condiciones en 6 horas para 40 gramos de oro para una ley de cabeza de oro de 16,64 g/t con 10,64 g/t de plata con una calidad de oro en el carbón de 0,558 g/kg con una recuperación del 99,34% de oro, mientras que 0,147 g/kg con 40,52% para la plata en el carbón calgon y 0,560 g/kg con una recuperación del 99,70% de oro y 0,233 g/kg con una recuperación de 64,03% de plata en el carbón norit.

La mejor calidad de oro absorbido en el carbón y recuperación del oro y plata se obtiene para todas las pruebas realizadas es el carbón norit que el carbón calgon, esto se pueden observar en la figura 19 y 20.

El tiempo empleado en la absorción del oro y plata en el carbón y la recuperación del oro y plata es predominante para un tiempo, a medida que pasa hay mayor presencia del oro y plata en el carbón y se incrementa la recuperación del oro y plata de acuerdo a las figuras de curva de calidad y recuperación para el carbón calgon y norit predominado en el carbón norit.

La ley del oro en el mineral influye significativamente en la calidad de absorción del oro tanto para el carbón calgon y norit ya que el valor de p calculado es 0,040 y 0,037 menor a 0,05 y el valor de A (Au g/t) es superior a la línea de 12,71 en el diagrama de Pareto para una confiabilidad del 95%. Mientras que la ley de plata en el mineral no es estadísticamente influencia en la calidad de absorción de oro y plata ya que el valor de p calculado es mayor que 0,05 y $A(Au \text{ g/t}) B(Ag \text{ g/t})$ es menor a 12,71 en el diagrama de Pareto. De igual manera la ley de oro y plata no es estadísticamente significativa en la recuperación del oro y plata ya que el

valor p calculado es mayor que 0,05 y el valor de $A(\text{Au g/t})/B(\text{Ag g/t})$ es menor a 12,71 en el diagrama de Pareto.

6.2. Recomendaciones.

Respecto al trabajo realizado sobre la “Evaluación del pre tratamiento del carbón activado en la extracción de oro y plata -2020” en merito a los resultados obtenidos se recomienda los siguientes:

Realizar una prueba de saturación de absorción de oro y plata en el carbón activado para ver qué elementos más está influyendo en la absorción del oro. En esta misma línea ver el tiempo de saturación para pregerminar en tiempo de absorción del carbón.

Determinar el tiempo absorción óptima de oro y plata para los carbones en estudio para prolongar la vida útil de carbón y no absorber otros elementos que perjudican en la reactivación del carbón.

Buscar una concentración de cianuro de sodio y densidad de pulpa óptima para la absorción de oro y plata más eficiente de los carbones activado en estudio.

CAPÍTULO V

FUENTES DE INFORMACION

5.1. Fuentes Bibliográficas

Alfaro, M. (2002). *Introducción al muestreo minero*. Santiago.

Barazorda, K., & Lima, E. (2019). Evaluación de la capacidad de adsorción de oro con carbón activado obtenido a partir de la cáscara de castaña. *Ingeniero Químico*. Universidad Nacional de San Antonio Abad dEL Cusco, Cusco. Obtenido de http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4484/253T20190486_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogota: Pearson Educación.

Borja, M., & Nuñez, J. (2019). Efecto de impurezas metálicas cianuradas en la adsorción del oro en carbón activado en soluciones de lixiviación en la planta de beneficio de Laytaruma. *Ingeniero Metalurgista y de Materiales*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huncayo. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5779>

Carrasco, S. (2005). *Metodologia de la Investigación*. Lima: San Marcos.

Daintith, J. (2008). *A Dictionary of Chemistry*. New York: Oxford University Press.

Google Maps. (2020). *Coordenadas Geograficas*. Obtenido de Coordenadas gps: <https://www.coordenadas-gps.com/>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL.

Hilari, A. (2018). Estudio de la adsorción con carbon activado para mejorar la recuperación del Oro en la planta San Juan de Century Mining Perú.S.A.C. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/240888>

- Khosravi, R., Azizi, A., Ghaedrahmati, R., Gupta, V., & Agarwal, S. (2017). Adsorption of gold from cyanide leaching solution onto activated carbon originating from coconut shell—Optimization, kinetics and equilibrium studies. *researchGate*, 13.
- Ludeña, J., & Ludeña, R. (2015). Evaluación y optimización del proceso de adsorción de soluciones de oro en carbón activado, para la recuperación del mineral presente en la zona aurífera de San Juan de Churunga. *Ingeniero Químico*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/242>
- Marsden, J., & House, C. (2006). *The Chemistry of Gold Extraction*. Littleton: Copyright.
- Marsh, H., & Rodríguez, F. (2006). *Activated Carbon*. Alicante: Elsevier Science & Technology Books.
- Mayta, W. (2017). Modelo de control de la adsorción de Oro en carbón activado en el proceso de carbón en pulpa (CIP). *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12351>
- Mihăilescu, M., Negrea, A., Ciopec, M., Mircea, C., Negrea, P., Du eanu, N., & Rusu, G. (2019). Gold (III) adsorption from dilute waste solutions onto Amberlite XAD7 resin modified with L-glutamic acid. *Scientific Reports*, 11-12. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-019-45249-1.pdf?proof=t>
- RAE. (2020). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/residuo>
- Rakhila, Y., Elmchaouri, A., Mestari, A., Korili, S., Abouri, M., & Gil, A. (2019). Adsorption recovery of Ag(I) and Au(III) from an electronics industry wastewater on a clay mineral composite. *Springer*, 679. doi:<https://link.springer.com/article/10.1007/s12613-019-1777-x>
- Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. DC México : Villahermosa.

ANEXOS

Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “EVALUACIÓN DEL PRE TRATAMIENTO DEL CARBÓN ACTIVADO EN LA EXTRACCIÓN DE ORO Y PLATA -2020”
AUTOR: ROGER ROLANDO MORALES CIRILO.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Operacionalización			
			Variable	Indicadores	Medidas	Métodos
Generales						
¿Tendrá una relación la evaluación del pre tratamiento del carbón activado en la eficiencia de la extracción de oro y plata -2020?	Evaluar el pre tratamiento del tipo de carbón activado, para ver cuál de ellos permite una extracción optima de oro y plata-2020.	Realizando un tratamiento de adsorción en pulpa a los tipos de carbón se podrá realizar una evaluación del pretratamiento del carbón activado, en función a ello se tendrá una selección de extracción optima de oro y plata -2020	<u>Independiente</u> • Evaluación de Pre tratamiento <u>Dependiente.</u> • Extracción optima de oro y plata	<u>Independiente</u> - Evaluación - Carbón - Tipo <u>Dependiente.</u> - Extracción - Opima.	Nivel de medición de razón	Deductivo
Específicos						
¿Tendrá efecto la cantidad de carbón activado introducido en la cianuración por agitación en pulpa, para obtener en el proceso de adsorción una calidad y recuperación de oro y plata?	Analizar el efecto de la cantidad de carbón activado introducido en la cianuración por agitación en pulpa, para obtener una adsorción de calidad y recuperación de oro y plata.	Introduciendo una marca de carbón activado en la cianuración por agitación en pulpa, se obtendrá en el proceso de adsorción una calidad y recuperación de oro y plata.	<u>Independiente</u> - Tipo de carbón - Tiempo de Adsorción . - Ley de oro y plata <u>Dependiente.</u> - Adsorción de oro. - Recuperación de oro	<u>Independiente</u> - Cantidad - Adición - Tiempo <u>Dependiente.</u> - Adsorción - Calidad - Recuperación	Nivel de medición de razón	Deductivo
¿Cuál será el tiempo empleado adecuado en la cianuración por agitación en pulpa, que permite obtener una adsorción de calidad y una recuperación optima de oro y plata?	Analizar el tiempo empleado en la cianuración por agitación en pulpa, para obtener una adsorción de calidad y una recuperación optima de oro y plata.	El tiempo empleado con intervalo de espacio en el análisis de la solución cianurada por agitación en pulpa, permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación optima de oro y plata.				
¿En qué medida la ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, permite obtener una adsorción adecuada de calidad y recuperación de oro y plata?	Cuantificar en qué medida la ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, permite obtener una adsorción adecuada de calidad y recuperación de oro y plata.	La ley de oro y plata en la cianuración por agitación en pulpa, permite obtener en la adsorción una calidad y recuperación adecuada de oro y plata.				

Anexo 2 INSTRUMENTOS PARA LA TOMA DE DATOS

tiempo Adsorción	Mineral			Carbón Calgon		
horas	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.
0						
1						
2						
3						
4						
8						

tiempo Adsorción	Mineral			Carbón Norit		
horas	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.
0						
1						
2						
3						
4						
8						

Tiempo Adsorción	Mineral			Carbón Calgon		
horas	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.
0						
1						
2						
3						
4						
8						

Tiempo Adsorción	Mineral			Carbón Norit		
horas	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.
0						
1						
2						
3						
4						
8						

Anexo 3 Primera prueba para el oro carbón calgon y norit

		Carbón= 40 g			Au = 0,022464 g								
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon			Mineral			Carbón Norit			
horas	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.	
0	16,64	0,02246	100,00	0,00000	0,0000	0,00	16,64	0,02246	100,00	0,00000	0,0000	0,00	
1	0,42	0,00057	2,52	0,02190	0,5474	97,48	0,20	0,00027	1,20	0,02219	0,5549	98,80	
2	0,23	0,00031	1,38	0,02215	0,5538	98,62	0,13	0,00018	0,78	0,02229	0,5572	99,22	
3	0,17	0,00023	1,02	0,02223	0,5559	98,98	0,10	0,00014	0,60	0,02233	0,5582	99,40	
4	0,12	0,00016	0,72	0,02230	0,5576	99,28	0,07	0,00009	0,42	0,02237	0,5592	99,58	
5	0,13	0,00018	0,78	0,02229	0,5572	99,22	0,06	0,00008	0,36	0,02238	0,5596	99,64	
6	0,11	0,00015	0,66	0,02232	0,5579	99,34	0,05	0,00007	0,30	0,02240	0,5599	99,70	

Anexo 4 Primera prueba para la plata carbón calgon y norit

		Carbón= 40 g			Ag = 0,014526 g								
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon			Mineral			Carbón Norit			
horas	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.	
0	10,76	0,01453	100,00	0,00000	0,000	0,00	10,76	0,01453	100,00	0,00000	0,000	0,00	
1	10,51	0,01419	97,68	0,00034	0,008	2,32	6,88	0,00929	63,94	0,00524	0,131	36,06	
2	8,97	0,01211	83,36	0,00242	0,060	16,64	6,31	0,00852	58,64	0,00601	0,150	41,36	
3	7,83	0,01057	72,77	0,00396	0,099	27,23	5,14	0,00694	47,77	0,00759	0,190	52,23	
4	7,57	0,01022	70,35	0,00431	0,108	29,65	4,92	0,00664	45,72	0,00788	0,197	54,28	
5	7,34	0,00991	68,22	0,00462	0,115	31,78	4,64	0,00626	43,12	0,00826	0,207	56,88	
6	6,4	0,00864	59,48	0,00589	0,147	40,52	3,87	0,00522	35,97	0,00930	0,233	64,03	

Anexo 5 Segunda prueba para el oro carbón calgon y norit

		Carbón= 40 g			Au = 0,016443 g								
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon			Mineral			Carbón Norit			
horas	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.	
0	12,18	0,01644	100,00	0,00000	0,0000	0,00	12,18	0,01644	100,00	0,00000	0,0000	0,00	
1	0,61	0,00082	5,01	0,01562	0,3905	94,99	0,30	0,00041	2,46	0,01604	0,4010	97,54	
2	0,18	0,00024	1,48	0,01620	0,4050	98,52	0,06	0,00008	0,49	0,01636	0,4091	99,51	
3	0,14	0,00019	1,15	0,01625	0,4064	98,85	0,06	0,00008	0,49	0,01636	0,4091	99,51	
4	0,1	0,00014	0,82	0,01631	0,4077	99,18	0,07	0,00009	0,57	0,01635	0,4087	99,43	
5	0,11	0,00015	0,90	0,01629	0,4074	99,10	0,06	0,00008	0,49	0,01636	0,4091	99,51	
6	0,09	0,00012	0,74	0,01632	0,4080	99,26	0,06	0,00008	0,49	0,01636	0,4091	99,51	

Anexo 6 Segunda prueba para la plata carbón calgon y norit

		Carbón= 40 g			Ag = 0,031428 g								
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon			Mineral			Carbón Norit			
horas	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.	
0	23,28	0,03143	100,00	0,00000	0,000	0,00	23,28	0,03143	100,00	0,00000	0,000	0,00	
1	11,96	0,01615	51,37	0,01528	0,382	48,63	8,77	0,01184	37,67	0,01959	0,490	62,33	
2	9,1	0,01229	39,09	0,01914	0,479	60,91	6,53	0,00882	28,05	0,02261	0,565	71,95	
3	7,93	0,01071	34,06	0,02072	0,518	65,94	5,58	0,00753	23,97	0,02390	0,597	76,03	
4	7,8	0,01053	33,51	0,02090	0,522	66,49	5,54	0,00748	23,80	0,02395	0,599	76,20	
5	9,69	0,01308	41,62	0,01835	0,459	58,38	5,41	0,00730	23,24	0,02412	0,603	76,76	
6	8,04	0,01085	34,54	0,02057	0,514	65,46	5,39	0,00728	23,15	0,02415	0,604	76,85	

Anexo 7 Tercera prueba para el oro carbón calgon y norit

		Carbón= 40 g			Au = 0,0193725 g								
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon			Mineral			Carbón Norit			
horas	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.	
0	14,35	0,01937	100,00	0,00000	0,0000	0,00	14,35	0,01937	100,00	0,00000	0,0000	0,00	
1	0,67	0,00090	4,67	0,01847	0,4617	95,33	0,27	0,00036	1,88	0,01901	0,4752	98,12	
2	0,25	0,00034	1,74	0,01904	0,4759	98,26	0,10	0,00014	0,70	0,01924	0,4809	99,30	
3	0,16	0,00022	1,11	0,01916	0,4789	98,89	0,06	0,00008	0,42	0,01929	0,4823	99,58	
4	0,19	0,00026	1,32	0,01912	0,4779	98,68	0,11	0,00015	0,77	0,01922	0,4806	99,23	
5	0,16	0,00022	1,11	0,01916	0,4789	98,89	0,08	0,00011	0,56	0,01926	0,4816	99,44	
6	0,15	0,00020	1,05	0,01917	0,4793	98,95	0,08	0,00011	0,56	0,01926	0,4816	99,44	

Anexo 8 Tercera prueba para la plata carbón calgon y norit

	Carbon= 40 g			Ag = 0,0459 g				Carbon= 40 g			Ag = 0,0459 g		
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon				Mineral			Carbón Norit		
horas	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.		Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.
0	34	0,04590	100,00	0,00000	0,000	0,00		34,00	0,04590	100,00	0,00000	0,000	0,00
1	12,77	0,01724	37,56	0,02866	0,717	62,44		8,81	0,01189	25,91	0,03401	0,850	74,09
2	10,27	0,01386	30,21	0,03204	0,801	69,79		6,71	0,00906	19,74	0,03684	0,921	80,26
3	8,67	0,01170	25,50	0,03420	0,855	74,50		5,78	0,00780	17,00	0,03810	0,952	83,00
4	8,7	0,01175	25,59	0,03416	0,854	74,41		5,72	0,00772	16,82	0,03818	0,954	83,18
5	7,18	0,00969	21,12	0,03621	0,905	78,88		5,15	0,00695	15,15	0,03895	0,974	84,85
6	7,93	0,01071	23,32	0,03519	0,880	76,68		4,67	0,00630	13,74	0,03960	0,990	86,26

Anexo 9 Cuarta prueba para el oro carbón calgon y norit

	Carbon= 60 g			Au = 0,004158 g				Carbon= 60 g			Au = 0,004158 g		
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon				Mineral			Carbón Norit		
horas	Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.		Au g/t	Au g	%Relave	Au g	Au g/kg	%Recup.
0	3,08	0,00416	100,00	0,00000	0,0000	0,00		3,08	0,00416	100,00	0,00000	0,0000	0,00
1	0,47	0,00063	15,26	0,00352	0,0587	84,74		0,22	0,00030	7,14	0,00386	0,0644	92,86
2	0,26	0,00035	8,44	0,00381	0,0635	91,56		0,10	0,00014	3,25	0,00402	0,0671	96,75
3	0,16	0,00022	5,19	0,00394	0,0657	94,81		0,04	0,00005	1,30	0,00410	0,0684	98,70
4	0,11	0,00015	3,57	0,00401	0,0668	96,43		0,03	0,00004	0,97	0,00412	0,0686	99,03
8	0,11	0,00015	3,57	0,00401	0,0668	96,43		0,01	0,00001	0,32	0,00414	0,0691	99,68

Anexo 10 Cuarta prueba para la plata carbón calgon y norit

	Carbon= 60 g			Ag = 0,079515 g				Carbon= 60 g			Ag = 0,079515 g		
tiemp Absor	Mineral			Carbón Calgon				Mineral			Carbón Norit		
horas	Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.		Ag g/t	Ag g	%Relave	Ag g	Ag g/kg	%Recup.
0	58,9	0,07952	100,00	0,00000	0,000	0,00		58,90	0,07952	100,00	0,00000	0,000	0,00
1	42,47	0,05733	72,11	0,02218	0,370	27,89		31,49	0,04251	53,46	0,03700	0,617	46,54
2	38,88	0,05249	66,01	0,02703	0,450	33,99		29,72	0,04012	50,46	0,03939	0,657	49,54
3	35,69	0,04818	60,59	0,03133	0,522	39,41		27,17	0,03668	46,13	0,04284	0,714	53,87
4	35,59	0,04805	60,42	0,03147	0,524	39,58		24,82	0,03351	42,14	0,04601	0,767	57,86
8	28,11	0,03795	47,72	0,04157	0,693	52,28		24,49	0,03306	41,58	0,04645	0,774	58,42