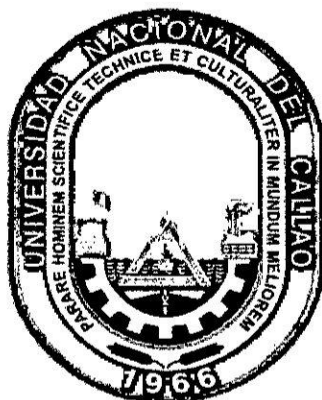


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA



TESIS

**“CONDICIONES FAVORABLES
PARA LA OBTENCIÓN DE ÓXIDO DE
PLATA DE CHATARRA
ELECTRÓNICA TRATADA CON
ÁCIDO NÍTRICO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
QUÍMICO**

**NOMBRES Y APELLIDOS DEL AUTOR (ES):
CANDIOTTI SERRANO, CRISTINA VICTORIA
RAMOS SALAZAR, JOHANA CRISTINA**

Callao, Mayo, 2017

PERÚ

Dedicatorias

Dedicamos este trabajo de investigación a la familia Candiotti Serrano y a la familia Ramos Salazar, ya que gracias a ellos con su apoyo, consejos, recursos y comprensión logramos crecer profesional y personalmente.

Así mismo dedicamos este esfuerzo a nuestros amigos, y compañeros de trabajo que siempre estuvieron con nosotros brindándonos sus conocimientos y consejos.

Agradecimientos

Agradecemos principalmente a nuestro padres María Serrano Vda de Candiotti y Julia Candiotti Serrano; Jose Ramos y Graciela Salazar, que siempre nos apoyaron de todas las formas posibles y a nuestros abuelos Hilario Salazar y Marina Galan que a pesar de su edades nos dieron sus sabios consejos que nos ayudaron a seguir adelante.

A Angelica Salazar Galan por apoyarme en todo el trayecto de mi carrera.

Al Ing. Albino Huaytalla Huamaní, Ing. Juan Fernandez Trujillo y Ing. Luis Carrasco Venegas, por el asesoramiento teórico, técnicas y sugerencias que nos brindó durante todo el transcurso del proyecto.

A la empresa Coipsa que nos brindó parte de su material para hacer posible este trabajo.

INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	3
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Identificación del problema.....	4
1.2. Formulación del problema.....	4
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.4. Justificación.....	5
1.5. Importancia.....	5
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes del estudio.....	6
2.2. Desechos electrónicos.....	11
2.3. Técnica de recuperación de metales en desechos electrónicos.....	12
2.3.1. Separación física.....	13
2.3.2. Refinación térmica y química.....	16
2.4. Disolución ácida.....	20
2.5. Método de correntación de la plata.....	20
2.5.1. Obtención del cloruro de plata.....	20
2.6. Fundentes.....	20
2.6.1. Propiedades de los fundentes.....	20
2.6.2. Clasificación de los fundentes.....	21
2.6.3. Descripción de los principales fundentes.....	23
2.7. Escorias.....	25
2.7.1. Propiedades de la escoria.....	26
2.8. Proceso de fundición.....	27
2.8.1. Triángulos de concentración para aleaciones ternarias.....	30
2.9. Copelación.....	30
2.9.1. Tipos de copelas.....	31
2.10. Óxido de plata.....	32
2.11. El óxido de plata y su importancia económica.....	32
2.12. Método de obtención del óxido de plata a partir de nitrato de plata.....	34
2.13. Demanda de plata en el mundo.....	34
2.14. Suministro de plata.....	37
III. VARIABLES E HIPOTESIS	
3.1. Definición de las variables de investigación	38
3.2. Operacionalización de variables.....	38
3.3. Hipótesis general e hipótesis específicas	39

IV.	METODOLOGÍA	
4.1.	Tipo de investigación.....	40
4.2.	Diseño de investigación	40
4.3.	Población y muestra	42
4.4.	Técnica e instrumentos de recolección de datos	42
4.5.	Procedimientos de recolección de datos.....	43
	4.5.1. Etapas que comprenden la prueba experimental.....	43
	4.5.2. Procedimiento experimental	44
V.	RESULTADOS	
5.1.	Caracterización de la muestra	48
5.2.	Determinación estequiométrica de ácido nítrico	50
5.3.	Efecto de la concentración de ácido nítrico	51
5.4.	Determinación estequiométrica del hidróxido de sodio	57
5.5.	Rendimiento de la reacción	
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS	
6.1.	Contrastación de hipótesis con los resultados.....	58
VIII.	PRESUPUESTO	60
IX.	CONCLUSIONES	61
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	ANEXO	66

TABLAS DE CONTENIDO

Número	Descripción	Página
TABLA N°1	Clasificación de metales en desechos electrónicos.	7
TABLA N°2	Cantidad de metales presentes en algunos desechos electrónicos.	7
TABLA N°3	Procesos que utilizan las diferencias físicas para separar los metales de los plásticos.	14
TABLA N°4	Métodos pirometalúrgicos típicos para reciclar metales presentes en chatarra electrónica.	17
TABLA N°5	Nuevos desarrollos hidrometalúrgicos para recuperar metales presentes en desechos electrónicos.	19
TABLA N°6	TOP 20 de los países que producen plata.	36
TABLA N°7	Identificable anteriormente. las existencias de lingotes de plata planta.	37
TABLA N°8	Características físico-químicas de la chatarra electrónica.	49
TABLA N°9	Ataque con ácido nítrico al 2.64%	52
TABLA N°10	Ataque con ácido nítrico al 2.08%	53
TABLA N°11	Ataque con ácido nítrico al 1.54%	54
TABLA N°12	Ataque con ácido nítrico al 1.01%	55
TABLA N°13	Rendimiento de la reacción.	57

TABLA N°14	Presupuesto	60
TABLA N°15	Matriz de consistencia.	67
TABLA N°16	Top 20 de las compañías que producen plata.	76
TABLA N°17	Líderes de minas primarias de plata.	77
TABLA N°18	Producción minera metálica por principales productos.	78
TABLA N°19	Variación interanual- mayo.	79
TABLA N°20	Variación acumulada/enero-mayo.	79
TABLA N°21	Variación respecto del mes anterior.	80
TABLA N°22	Producción minera metálica, empresas, enero-mayo.	80
TABLA N°23	Producto minero metálica por regiones, enero-mayo.	81
TABLA N°24	Cotizaciones, por principales metales.	82
TABLA N°25	Estructura de las exportaciones peruanas /us\$ millones.	83
TABLA N°26	Relación de subpartida nacional.	84
TABLA N°27	Operatividad aduanera – exportaciones mes de junio 2016.	85

FIGURAS DE CONTENIDO

Número	Descripción	Página
Figura N°1	Fabricación de productos eléctricos y electrónicos	12
Figura N°2	Diagrama de flujo que presenta las opciones potenciales del proceso para la recuperación de metales de desechos electrónicos	13
Figura N°3	Diagrama de flujo típico para la recuperación de metales no ferrosos provenientes de los daee antes de la fundición.	15
Figura N°4	Diagrama de flujo para proceso hidrometalurgico.	18
Figura N°5	Diagrama para la determinación de las temperaturas Liquidas de las aleaciones ternarias Au/Ag/Cu.	30
Figura N°6	Copelas de MgO.	31
Figura N°7	Copelas de ceniza de hueso.	32
Figura N°8	Representación de china respecto a la producción de óxido de etileno.	33
Figura N°9	Demanda de plata en el mundo.	35
Figura N°10	Diagrama del proceso.	41
Figura N°11	Chatarra antes de reaccionar.	45

Figura N°12	Chatarra después de reaccionar.	45
Figura N°13	Cementación de la plata.	46
Figura N°14	Botón de plata.	46
Figura N°15	Nitración de plata.	47
Figura N°16	Reactor semi batch.	59

GRÁFICOS DE CONTENIDO

Número	Descripción	Página
Grafico N°1	Ataque de ácido nítrico al 2.64%	53
Grafico N°2	Ataque de ácido nítrico al 2.08%	54
Grafico N°3	Ataque de ácido nítrico al 1.54%	55
Grafico N°4	Ataque de ácido nítrico al 1.01%	56
Grafico N°5	Ataque de ácido nítrico vs. Tiempo	56

RESUMEN

Para la realización del presente trabajo se implementó el sistema de pruebas a nivel laboratorio donde se obtuvo óxido de plata al 99.9% de pureza, la chatarra electrónica previamente pesada se hizo reaccionar con 150 ml de ácido nítrico a diferentes concentraciones, las concentraciones usadas para el procedimiento realizado fue el siguiente: 2.64%, 2.08%, 1.54%, 1.01%; se llevó a una temperatura de 90- 95 °C durante 3 horas. Se monitoreo la reacción cada 5 minutos y se analizó la plata lixiviada por absorción atómica.

La solución lixiviada de nitrato de plata más contaminantes (Cu, Fe y Cr), se precipitó con cloruro de sodio al 5%, obteniendo un precipitado de cloruro de plata, el cual fue recuperado y tratado por vía seca obteniéndose plata metálica pura. La plata metálica fue disuelta con ácido nítrico, luego se adicionó hidróxido de sodio al 5%, se obtuvo un precipitado de hidróxido de plata. Este precipitado fue luego deshidratado en una estufa a una temperatura menor de los 280 °C para obtener el óxido de plata.

Finalmente se obtuvo óxido de plata al 99.9 % y la mejor condición de concentración de ácido nítrico fue 2.64%.

ABSTRAC

For the accomplishment of the present work the test system was implemented at laboratory level where silver oxide was obtained at 99.9%, the pre-weighed electronic scrap was reacted with 150 ml of nitric acid at different concentrations, the concentrations used for the procedure performed was the following: 2.64%, 2.08%, 1.54%, 1.01%; was brought to a temperature of 90-95 ° c for 3 hours. The reaction was monitored every 5 minutes and the silver leached by atomic absorption was analyzed.

The leaching solution of silver nitrate plus contaminants (Cu, Fe and Cr) was precipitated with 5% sodium chloride, obtaining a precipitate of silver chloride, which was recovered and treated by dry process obtaining pure metallic silver. The silver metal was dissolved with nitric acid, then 5% sodium hydroxide was added, a precipitate of silver hydroxide was obtained. This precipitate was then dehydrated in a stove at a temperature lower than 280 ° C to obtain the silver oxide.

Finally, silver oxide was obtained at 99.9% and the best Nitric Acid concentration condition was 2.64%.

INTRODUCCIÓN

Debido a la poca vida útil de los equipos electrónicos y eléctricos, generan una mayor cantidad de residuos que va en aumento, provocando un gran impacto sobre el ambiente y sobre el ser humano, ya que estos residuos contienen una amplia gama de componentes metálicos, plásticos y otras sustancias potencialmente peligrosas que son de gran preocupación en el mundo.

También contienen metales valiosos como el oro, la plata y el platino, pero además en muchas ocasiones elementos como el mercurio, cadmio y plomo que son de gran preocupación ambiental. Por ejemplo un teléfono celular puede contener más de 40 elementos que van desde el cobre, el estaño, el oro, la plata y el paladio, hasta los elementos como litio y el cobalto que son de gran impacto ambiental, en una proporción conjunta de aproximadamente el 23 % del peso total y en contenidos para el caso de los valiosos hasta de 200 ó 300 partes por millón, que representan una gran oportunidad económica por la gran demanda de teléfonos celulares en el mundo, pero que a la vez representa una gran amenaza para el planeta, sino se recurre a una metodología de recuperación técnica y tecnológica desarrollada.

Es por ello, que en el presente trabajo, se propone recuperar principalmente la Ag para producir óxido de plata mediante lixiviación ácida utilizando ácido nítrico para formar el nitrato de plata y demás nitratos, lo cual el nitrato de plata pasará por una cementación y obtener plata metálica, y nuevamente lixiviación ácida utilizando ácido nítrico para formar el nitrato de plata, la solución final estará compuesto por nitrato de plata lista para ser atacada por una base fuerte para oxidar la plata y obtener el óxido de plata.

Objetivos específicos

- a) Identificar las características, químicas, físicas de la chatarra electrónica a utilizar.
- b) Identificar las características geométricas del reactor a experimental.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica por ser una nueva alternativa de obtención de óxido de plata a partir de chatarra electrónica, ya que actualmente contamos con el “Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos” que nos permitirá industrializar el proceso de extracción de plata a partir de chatarra electrónica que será un gran aporte al desarrollo de la industria del reciclaje.

Significará un aporte al conocimiento teórico, experimental y al desarrollo de un proceso de investigación básico.

1.5. Importancia

La importancia de reducir el problema ambiental provocado por los residuos electrónicos reside en ver alternativas de extracción de metales como la plata para la producción de sales como el óxido de plata, que actualmente tiene una mayor importancia en la industria del óxido de etileno.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Luego de una revisión de la literatura existente, se presenta a continuación dicha información.

Título: “EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE RECUPERACIÓN Y REFINACIÓN DE LOS METALES PRECIOSOS A NIVEL LABORATORIO A PARTIR DE LOS DESPERDICIOS CON ALTO CONTENIDO DE ORO”

Autor: Carol Elizabeth Barrientos Rojas

Resumen: En esta tesis se evalúan dos métodos de recuperación y refinación de metales como el oro a partir de desechos de joyería. Estos métodos son el encuarte y agua regia, son adecuados para una refinación a pequeña y gran escala. Se logró recuperar oro y como sub producto plata a los cuales se analizó cuantitativamente el grado de pureza obteniéndose mayor recuperación con el agua regia. Se comprobó estadísticamente por medio del análisis de varianza de dos factores, que tanto el método como el quilataje de la muestra influyen en la cantidad de oro metálico obtenido, así como en la pureza del mismo, sin embargo, estos factores no interactúan entre sí.

Título: “METAL EXTRACTION PROCESSES FOR ELECTRONIC WASTE AND EXISTING INDUSTRIAL ROUTES: A REVIEW AND AUSTRALIAN PERSPECTIVE”

Autor: Abdul Khaliq, Muhammad Akbar Rhamdhani , Geoffrey Brooks and Syed Masood.

Resumen: Según Castellanos (2005), los desechos electrónicos generalmente están constituidos por: polímeros en un 30% (plásticos), óxidos refractarios en un 30% (cerámicos) y por metales en un 40%. En general los metales en los residuos electrónicos se pueden agrupar en Metales Preciosos, Metales del grupo del platino, metales comunes, metales peligrosos, y elementos escasos, tales como los siguientes:

TABLA N°1.

CLASIFICACIÓN DE METALES EN DESECHOS ELECTRÓNICOS.

Metales preciosos	Au, Ag
Metales del grupo platino	Pd, Pt, Rh, Ir y Ru
Metales básicos	Cu, Al, Ni, Sn, Zn y Fe
Metales peligrosos	Hg, Be, en, Pb, Cd, As y Sb
Elementos escasos	Ga, Se, Ta y Ge

Fuente: Metal Extraction Processes for Electronic Waste and Existing Industrial Routes: A Review and Australian Perspective, pag 156.

La extracción de los Au, Ag y Pd y Cu, Pb y Zn a partir de los desechos electrónicos es rentable debido a su valor asociado, tal como se resume en la siguiente tabla.

TABLA N°2.
CANTIDAD DE METALES PRESENTES EN ALGUNOS DESECHOS ELECTRÓNICOS.

Peso (%)	Fe (%)	Al (%)	Cu (%)	Plástico (%)	Ag (ppm)	Au (ppm)	Pd (ppm)
Placa de TV	28	10	10	28	280	20	10
Placas de circuito impreso	7	5	20	23	1000	250	110
Audio portátil	5	1	13	56	1380	350	210
Celulares	23	1	21	47	150	10	4
DVD	62	2	5	24	115	15	4
Calculadoras	4	5	3	61	260	50	5

Fuente: Metal Extraction Processes for Electronic Waste and Existing Industrial Routes: A Review and Australian Perspective, pag 158.

Título: "RECUPERACIÓN DE ORO A PARTIR DE LA CHATARRA ELECTRÓNICA".

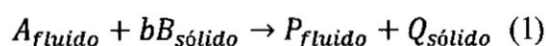
Autor: Ramírez Pelcastre, Juan Manuel.

Resumen: En este trabajo se realizaron tres tipos de extracción de metal precioso en circuitos impresos de computadoras, los cuales son el proceso pirometalurgico, por solventes e hidrometalurgico. En el proceso hidrometalurgico se hizo el estudio de la naturaleza de reacción de lixiviación de metales en el sistema $O_2 - H_2SO_4^{2-}$ y el estudio de los efectos de velocidad de agitación, temperatura, concentración de H_2SO_4 y presión del O_2 .

Mecanismos de reacción de un sistema solido-liquido

A continuación, se realiza una breve descripción de los conceptos cinéticos para reacciones que transcurren en sistemas heterogéneos, puesto que las reacciones de precipitación y/o lixiviación de metales ocurren de esta manera.

La reacción química ocurre en una interfase sólido-líquido y en términos generales puede ser representada por la reacción (1):



Las etapas generales que conforman este sistema son:

1. Transporte de A la superficie del sólido B.
2. Transporte de A a través de la capa de productos sólidos Q
3. Adsorción de A en la interfase
4. Reacción química en la interfase
5. Desorción de los productos de reacción
6. Transporte de productos fluidos de reacción a través de la capa Q de productos sólidos
7. Transporte de productos fluidos de reacción a través de la película fluida.

Por lo general la constante cinética para una de las etapas mencionadas significativamente menor que para las otras etapas y esta etapa será la que controle la cinética global, en tanto que las demás etapas estarán cerca del equilibrio.

Si las etapas propiamente químicas del proceso son rápidas (etapas 3, 4 y 5), la velocidad de reacción depende esencialmente de la velocidad de transporte. En este caso se tiene un control por transporte y por tanto las variables hidrodinámicas, como velocidad del fluido, viscosidad, etc., afectan a la velocidad de reacción. Por otro lado, si la velocidad de las etapas químicas es lenta comparada con la velocidad de transporte se tiene un control químico. En este caso las variables hidrodinámicas no afectan a la velocidad de reacción, siendo en tal caso muy sensible a la temperatura.

Velocidad de reacción en sistemas heterogéneos

La velocidad de una reacción en sistema heterogéneo en forma general puede representarse como:

$$\text{Velocidad de reacción} = \frac{\text{cantidad de sustancia transformada}}{\text{tiempo de observación}} \quad (2)$$

De esta manera, la velocidad de reacción respecto a la ecuación general (1) puede ser descrita de la siguiente forma.

Velocidad e reacción:

$$\text{Velocidad de reacción de A} = -\frac{1}{S} \left[\frac{dN_A}{dt} \right] \quad (3)$$

$$\text{Velocidad de reacción de B} = -\frac{1}{S} \left[\frac{dN_B}{dt} \right] = -b \frac{1}{S} \left[\frac{dN_A}{dt} \right] \quad (4)$$

En donde:

S= área de la superficie del sólido

N_A = número de moles de A

N_B = número de moles de B

t = tiempo

b = coeficiente estequiométrico

Las unidades más usuales de la velocidad de reacción son: $\text{mol} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$, $\text{mol} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$, etc., aunque la unidad del SI, $\text{mol} \times \text{m}^{-2} \times \text{s}^{-1}$

Una ecuación cinética experimental es una expresión cuantitativa de las dependencias observadas. Al menos en ciertos intervalos de condiciones, estas expresiones toman una forma general como la representa en la ecuación (5) (expresión a temperatura constante):

$$v = -\frac{1}{S} \left[\frac{dN_A}{dt} \right] = k \prod c^{n_i} \quad (5)$$

En donde:

k = constante experimental de velocidad.

$\prod c$ = producto de las concentraciones de los reactantes fluidos

n_i = ordenes de la reacción

En cinética heterogénea una constante de velocidad puede ser: Una constante química, y por ello cuantificará el efecto de la naturaleza de las sustancias así como la naturaleza. Una constante de transporte y depende por tanto de las variables hidrodinámicas. En cualquier caso, la constante de velocidad suele estar afectada por factores como: Temperatura, área superficial y concentración (Ramírez Pelcastre, Juan Manuel. Recuperación de Oro a partir de la chatarra electrónica).

Efecto de la temperatura

La forma más práctica de evaluar el efecto de la temperatura es a través del cálculo de la energía de activación del sistema en reacción. Las constantes de velocidad aumentan al incrementarse la temperatura. El químico sueco Svante Arrhenius encontró que dicho aumento podía describirse del modo siguiente:

$$K = K_0 \exp \left[-\frac{Ea}{RT} \right] \quad (6)$$

Donde K_0 es el factor de frecuencia. Ea es la energía de activación de la reacción. R la constante de los gases. T la temperatura. En forma logarítmica la ecuación (6), resulta:

$$\ln K = \ln K_0 \exp \left[-\frac{Ea}{RT} \right] \quad (7)$$

La representación gráfica de los valores de $\ln k$ frente $1/T$ da una línea recta de pendiente negativa cuyo valor es $-\frac{Ea}{RT}$. Esto permite determinar la energía de activación del proceso si se conocen previamente las constantes de velocidad diferentes temperaturas.

En procesos controlados por la reacción química, la energía de activación es superior a 40 KJmol (>10 kcal/mol). Por otra parte, en procesos controlados por transporte se obtiene valores inferiores a 20 KJmol (<5 kcal/mol). Regímenes de control mixto

presentan energías de activación entre 20 y 40 KJmol (Ramírez Pelcastre, Juan Manuel. Recuperación de Oro a partir de la chatarra electrónica).

Efecto del área superficial

El área de la interfase, en igual de otros factores, afecta proporcionalmente a la velocidad de reacción ya que un aumento de dicha área conlleva a un aumento de proporcional del número de puntos activos (disminuye la velocidad de reacción). Por ello en las reacciones que intervienen sólidos, una disminución del tamaño de partícula aumenta la velocidad de reacción.

Así mismo, la geometría de la interfase es también importante en tales reacciones, ya que condicionará la evolución del área durante la reacción. A igualdad de otros factores, las partículas con geometría laminar reaccionarán rápidamente en contraste con las formas isométricas (Ramírez Pelcastre, Juan Manuel. Recuperación de Oro a partir de la chatarra electrónica).

Efecto de la concentración

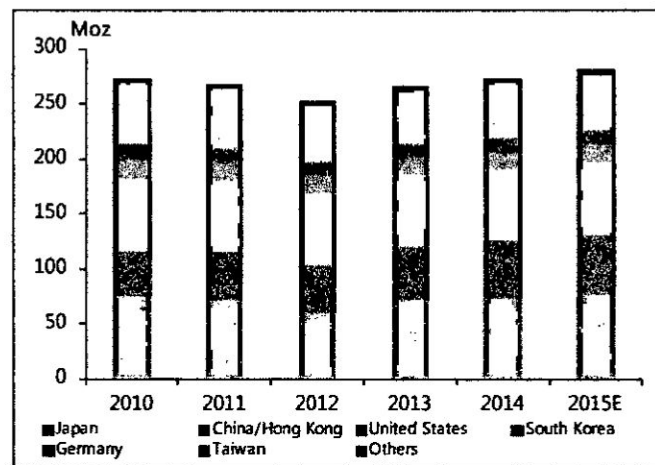
El efecto de la concentración en las reacciones heterogéneas se ve acentuado en condiciones extremas; es decir a concentraciones muy bajas, se tiene una difusión lenta y se dice que el proceso está controlado por la difusión. En el otro extremo, a concentraciones muy elevadas, la difusión se verifica más rápidamente y la reacción química es la etapa controlante del proceso (Ramírez Pelcastre, Juan Manuel. Recuperación de Oro a partir de la chatarra electrónica).

2.2. Desechos electrónicos

Este segmento de desechos electrónicos se refiere a la recuperación de plata a partir de artículos electrónicos, que están dominados por los bienes de consumo y por lo que significa una amplia variedad de productos tales como PCs, tabletas o consolas de juegos. El uso de la plata en estos productos ha crecido sustancialmente en las últimas décadas y esto ha alimentado a través de un fuerte crecimiento en el volumen de los desechos electrónicos. De acuerdo con un estudio de la ONU, el volumen global de los

desechos electrónicos se ha incrementado en casi un 25% en los últimos cinco años a partir de 33,8Mt en el 2010 a 41.4Mt en 2014; aún más el crecimiento de 4-5% de un año es esperada en el futuro. El rápido crecimiento se debió a los residuos como los teléfonos celulares, computadoras, aparatos de aire acondicionado y televisores. Todo esto significa que estos productos representan una fuente importante para el reciclaje de plata (Metal Focus, Silver Scarp).

FIGURA N°1.
FABRICACION DE PRODUCTOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS



Fuente: Metals Focus, pag. 17

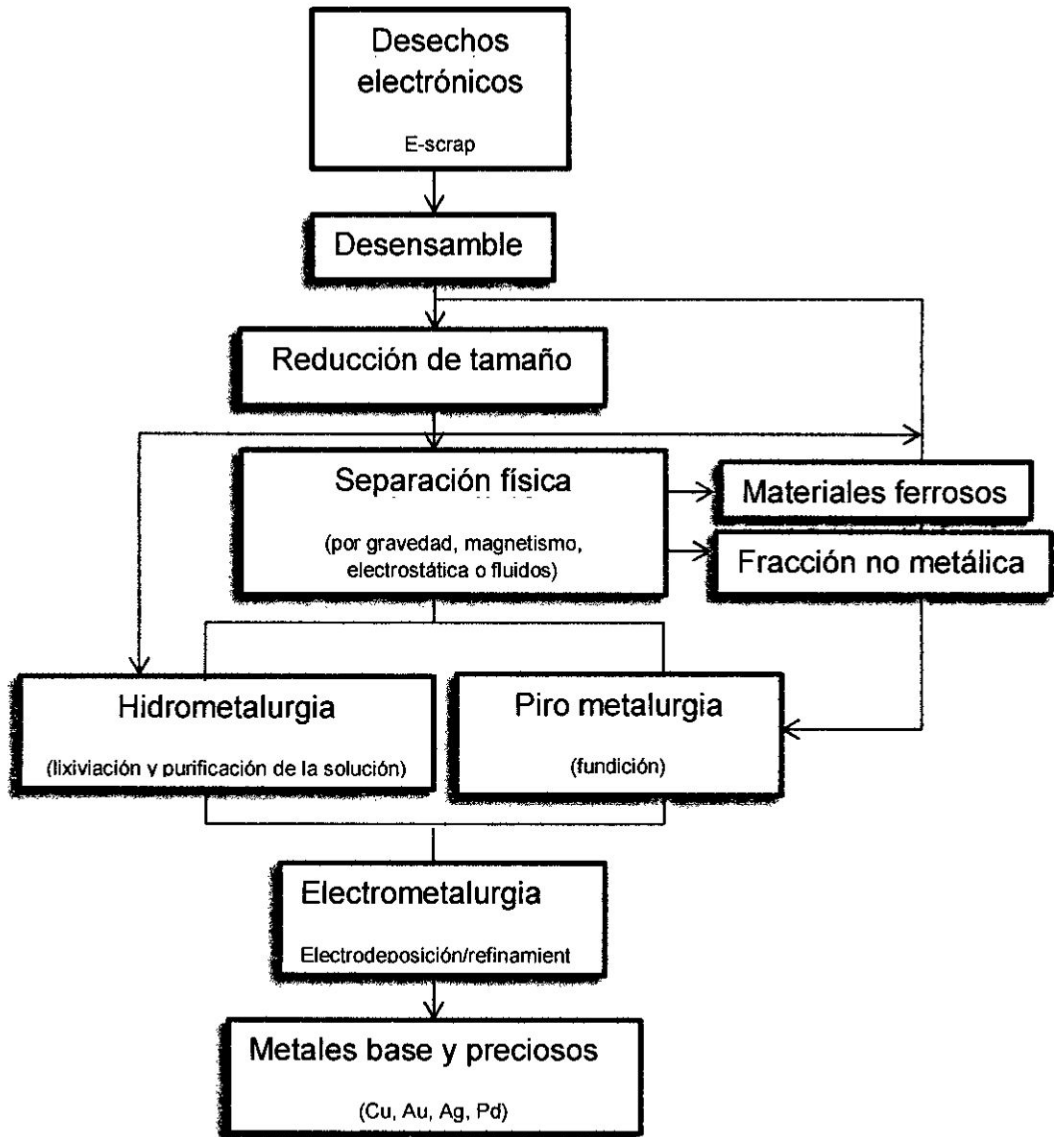
2.3. Técnica de recuperación de metales en desechos electrónicos.

La naturaleza tan compleja y heterogénea de los desechos electrónicos es uno de los obstáculos para la recuperación de los materiales preciosos. Se han propuesto varias opciones basadas en la mecánica convencional, la física y procesos piro e hidrometalúrgicos para la recuperación de los metales.

Un factor importante que afecta del proceso de reciclaje y la recuperación de los materiales contenidos en los desechos electrónicos es la pérdida de los metales preciosos, debido al proceso de pulverización. Por otro lado, los procesos hidrometalúrgicos usan una gran cantidad de sustancias tóxicas, tanto ácidas como básicas o bien reactivos inflamables y generan una gran cantidad de desechos sólidos y efluentes (Olivera Ponce, José Manuel. Optimización del proceso de reciclado de tarjetas de circuitos impresos -PBC).

FIGURA N° 02

DIAGRAMA DE FLUJO QUE PRESENTA LAS OPCIONES POTENCIALES DEL PROCESO PARA LA RECUPERACION DE METALES DE DESECHOS ELECTRONICOS



Fuente: Optimización del proceso de reciclado de tarjetas de circuitos impresos – PCB, pag 25

2.3.1. Separación física

En la Tabla N°3 se muestran algunos ejemplos de los procesos de separación física de los metales de chatarra electrónica plástica. Los métodos de separación son cuatro, los cuales se han empleado para la recuperación de metales de la chatarra electrónica. En la Figura 4 se muestra un diagrama de flujo de un circuito de

separación física para la eliminación de componentes de gran tamaño: los metales ferrosos y los no metales mediante clasificación manual, dos etapas de separación magnética y una de separación por corrientes de Foucault, previo a la fundición de metales base y preciosos.

TABLA N°3
PROCESOS QUE UTILIZAN LAS DIFERENCIAS FÍSICAS PARA
SEPARAR LOS METALES DE LOS PLÁSTICOS

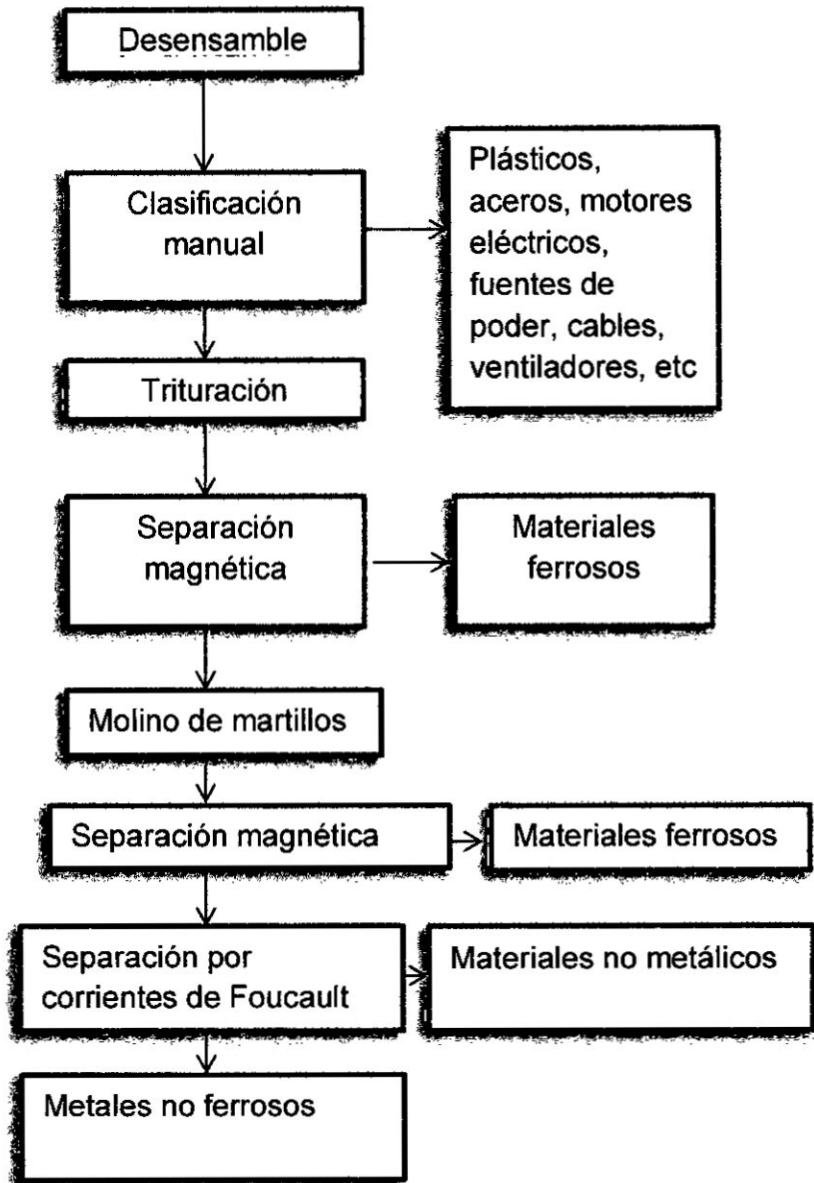
Método de Separación	Criterio de Separación	Metales a ser separados
<i>Gravimétrica</i>	Gravedad específica	Metales de los plásticos
<i>Magnética</i>	Susceptibilidad magnética	Metales ferrosos, ferromagnéticos de los no magnéticos
<i>Electrostática</i>	Conductividad eléctrica	Metales base y preciosos de los no metales
<i>Corriente de Foucault</i>	Conductividad eléctrica y densidad	Metales no ferrosos de los no metales

Fuente: Optimización del proceso de reciclado de tarjetas de circuitos impresos – PCB, pag 27

Los procesos de separación física se caracterizan por un alto costo de inversión en la compra de equipo y costo de operación. Como consecuencia de las etapas de trituración y pulverización, la mezcla de desechos electrónicos necesita más etapas y equipos asociados en su separación, para simplemente obtener una fracción con un mayor contenido de metales y fracción con un mayor contenido de no metales. Algunos autores sugieren que la recuperación de metales preciosos se ve afectada por la generación de finos (partículas menores a 75 μm) durante la reducción de tamaño y por la ineficiencia de los procesos de separación a partir de esas partículas. Después de los tratamientos mecánicos/físicos las fracciones enriquecidas se tratan adicionalmente por procesos piro e hidrometalúrgicos para la extracción de metales tales como Cu, Ni, Sn, Zn, Pb (Olivera Ponce, José Manuel. Optimización del proceso de reciclado de tarjetas de circuitos impresos -PBC).

FIGURA N°03

DIAGRAMA DE FLUJO TÍPICO PARA LA RECUPERACIÓN DE METALES NO FERROSOS PROVENIENTES DE LOS DAEE ANTES DE LA FUNDICIÓN.



Fuente: Tuncuk et al., 2012.

2.3.2. Refinación térmica y química

La refinación es el proceso en el cual el metal se hace más puro. La refinación de metales como el oro y la plata y otros es costoso y complejo. Algunos materiales que pueden entrar en este proceso son catalizadores usados, componentes electrónicos, minerales o aleaciones metálicas. Para aislar estos metales se pueden utilizar procesos como la pirolisis, hidrometalurgia una combinación de ambas.

➤ Proceso pirometalúrgico

Procesos pirometalúrgicos para la recuperación de metales a partir de diversos materiales de desecho se han utilizado durante las dos últimas décadas. Fundición en hornos de incineración, pirólisis y combustión son típicos los procesos de reciclaje de desechos electrónicos. Estado actual de la técnica de fundiciones y refinarias pueden extraer metales valiosos y aislar sustancias peligrosas de manera eficiente. Tales instalaciones de reciclado pueden cerrar el ciclo de los metales valiosos y reducir el impacto ambiental derivado de grandes cantidades de desechos electrónicos. Actualmente, los desechos electrónicos de reciclaje están dominado por rutas pirometalúrgicos, mientras que la industria del acero abraza la ferrosa fracción para la recuperación de hierro, y la industria del aluminio secundario toma las fracciones de aluminio.

Procesos pirometalúrgicos trabajan con los pasos de la liberación, separación / actualización y depuración que son fundamentalmente similares a los de las rutas mecánicas o hidrometalúrgicos. Sin embargo, la liberación de metales valiosos no se logra por lixiviación, triturar o moler, pero por fundición en hornos en altas temperaturas. En estos procesos, los metales están ordenados por la explotación de su química y propiedades metalúrgicas.

TABLAN°04
MÉTODOS PIROMETALÚRGICOS TÍPICOS PARA RECICLAR METALES PRESENTES EN CHATARRA ELECTRÓNICA.

Técnica	Metal recuperado	Características del proceso	Resultados obtenidos
Proceso Noranda	Cu, Ag, Au, Pt, Pd, Se, Te, Ni	Fundición de cobre y concentrado de cobre, convertidor, horno de fundición, electro refinación del metal.	Altas recuperaciones de cobre y metales preciosos.
Fundición Boliden	Cu, Ag, Au, Pt, Pd, Zn, Pb, Ni	Reactor para concentrados, 100 mil toneladas por año, convertidor y refinación para cobre, refinación de metales preciosos.	Altas recuperaciones de cobre y metales preciosos.
Umicore	Metales preciosos, Se, Te, metales base	Lixiviación de cobre, electro refinación de metales preciosos, horno de fundición con control de emisiones de gases, plástico sustituto del coque.	Recuperación de metales preciosos, Sb, Bi, Se, Te, In.
Patentes Dunns para refinación de oro	Oro	Reacción de chatarra electrónica con cloro en un rango de temperatura de 300 a 700, disolución de impurezas con ácido clorhídrico, disolución de plata con ácido nítrico, disolución de amonio	Recuperación de oro con 99.9% de pureza.

Fuente: Department of Materials Science and Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Alfred Getz vei 2, N-7491 Trondheim, Norway.

➤ **Proceso hidrometalurgico**

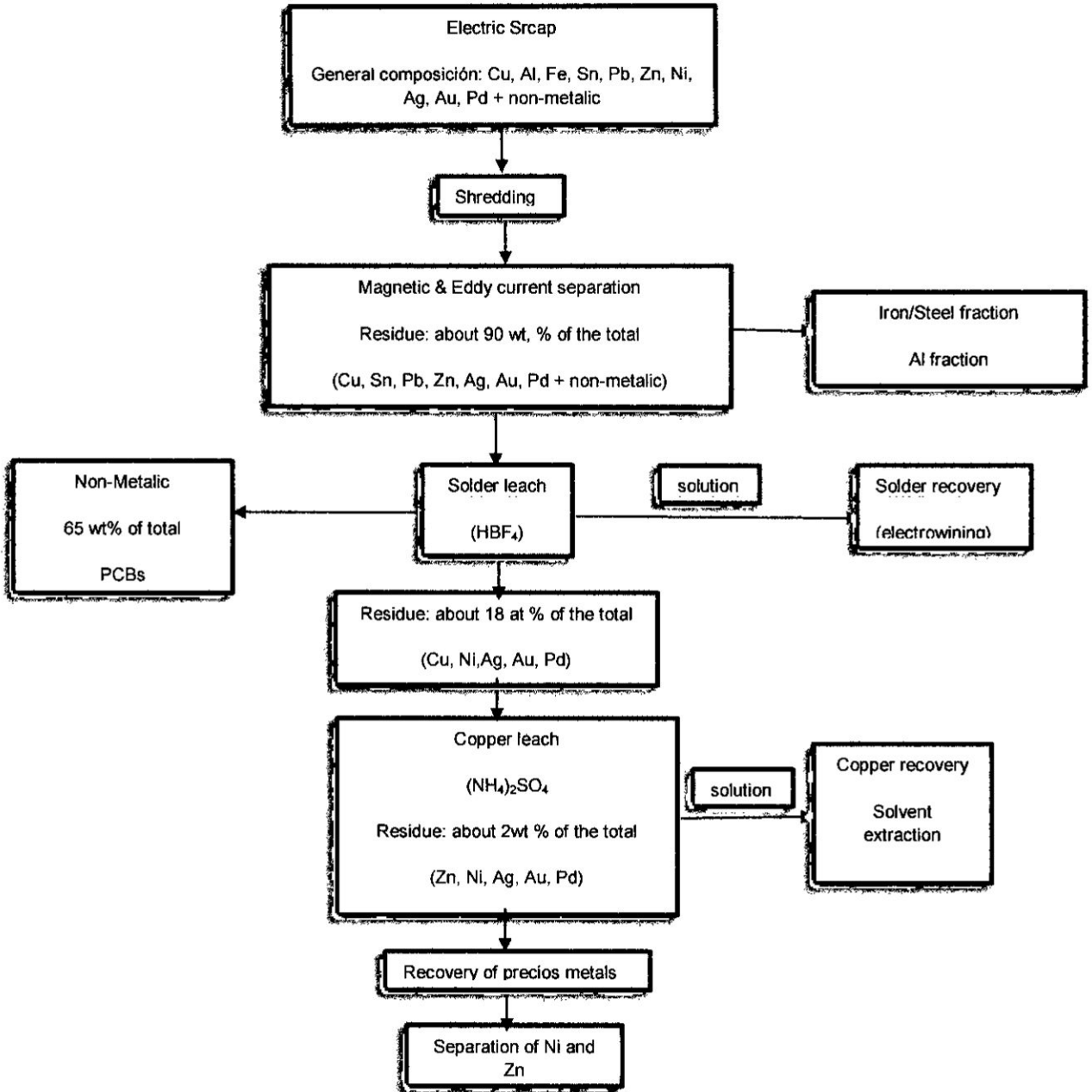
Park y Fray propusieron un método hidrometalúrgico para la recuperación de los metales preciosos en desechos electrónicos.

Se utilizó agua regia como lixiviante y se ejerció una relación fija de 1/20 entre los metales y lixiviante. La plata y el paladio se extrajeron durante la primera etapa con un 98% y 93% de recuperación, respectivamente.

Para el oro, se utilizó un método de extracción líquido-líquido con tolueno y recuperó un 97%. A continuación, se muestra el diagrama de flujo para la recuperación de los metales preciosos de las placas de circuito impreso propuestos por Park y Fray (Oliveros Gómez, Honorio. Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos.

FIGURA N° 04

DIAGRAMA DE FLUJO PARA PROCESO HIDROMETALURGICO.



Fuente: (Tuncuk et al., 2012).

A continuación, se presentan otras alternativas de procesos hidrometalúrgicos.

TABLA N°05

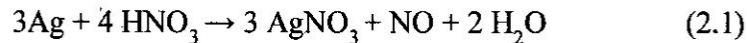
NUEVOS DESARROLLOS HIDROMETALÚRGICOS PARA RECUPERAR METALES PRESENTES EN DESECHOS ELECTRÓNICOS.

<i>Metal recuperado</i>	Características principales del proceso	Producto principal	Año
Au	Chip de computadores tratados con HNO ₃ para disolver metales base, lixiviación con agua regia, precipitación valores de oro sulfato ferroso.	Au	2007
Au y Ag	Chatarra electrónica menor a 0.5 mm tratada con KI y 12 p NaCl, extracción por solventes para recuperar oro y plata.	Au y Ag	2007
Ni	Lixiviación de níquel a partir de capacitadores cerámicos, usando solución de 1M de HNO ₃ a 90 grados centígrados, 90 minutos de reacción y densidad de pulpa de g/l	Ni	2007
Au (98%), Pd (96%), Pt (92%), Ag (84%)	Disolución del metal base con H ₂ SO ₄ y MgCl, disolución de metales preciosos con HCl e iones de bromuro, cementación de oro con polvo de zinc.	Au y grupo del platino en polvo	2006
Cu (98%)	Disolución del cobre con H ₂ SO ₄ y agua regia, electro obtención del cobre	Cu	2006
Ag (93%), Pd (99%), Au (95%) Cu	Lixiviación del cobre con ácido sulfúrico, lixiviación del paladio con cloro, lixiviación de oro y plata con tiourea, absorción de oro, plata y paladio con carbón activado	AgCl, Cu, Pd, Au	2005
Au (92%), Ag, Pd	Disolución de metal base con HCl o H ₂ SO ₄ , lixiviación de plata, oro y paladio con HCl y NaClO ₃ , precipitación de oro con FeCl ₂	Au esponja	2005
Au	Lixiviación de chatarra electrónica con soluciones básicas de NaCl, CuCO ₃ y HCl.	Au residual	2004
Sn, Pb	Disolución de soldaduras con soluciones básicas de NaCl, CuCO ₃ y HCl.	Au residual	2004
Cu, Pb, Sn	Lixiviación de tarjetas electrónicas con HNO ₃ , electrólisis para metales base.	Cu, Pb, Sn	2002
Au	Tratamiento térmico, lixiviación de oro con agua regia, extracción por solventes para el oro con diethyl malonate, sulfato ferroso para precipitar el oro.	Au metálico	1997
Au	Tratamiento alcalino en autoclave a temperatura de 80 – 190 grados centígrados para remover el aluminio, tratamiento en autoclave a baja presión de oxígeno para remover los metales no ferrosos.	Concentrado rico en valiosos	1993
Ni y Au	Lixiviación de metales base con ácido sulfúrico y con reductor de sulfato férrico, agua regia lixiviar metales preciosos.	Ni y Au en solución.	1992

Fuente: Extraction of gold from thiosulfate solutions with alkyl phosphorus esters, Hydrometallurgy 46 (3) (1997) 363–372.

2.4. Disolución ácida

El método se centra en la disolución del material en una mezcla de ácidos sulfúrico, nítrico y clorhídrico. El nivel de extracción de la plata, por ejemplo, es de 99 % (Guía para la elaboración de planes de manejo de residuos electrónicos, pag 72).



2.5. Método de cementación de la plata

2.5.1. Obtención del cloruro de plata

Las reacciones de precipitación se caracterizan porque los productos se separan en forma sólida por tener baja solubilidad. Por ejemplo: si se mezcla una disolución acuosa de nitrato de plata (incolora), con una disolución acuosa de cloruro de sodio (incolora), de concentraciones adecuadas, se obtendrá cloruro de plata suficiente como para poder formar un precipitado blanco (sólido) y una disolución de nitrato de sodio incolora. La cantidad de cloruro de plata formada debe superar el valor de la solubilidad para que el precipitado se forme (Trabajo práctico: Precipitación y Filtración).



Fuente: Trabajo práctico: "Precipitación y Filtración"

2.6. Fundentes

2.6.1. Propiedades de los fundentes

Las propiedades que deben tener los fundentes son las siguientes:

- ❖ La temperatura de fusión debe ser inferior a la de los metales a recuperar.
- ❖ La densidad en estado de fusión debe ser menor que la de los componentes del concentrado aurífero.
- ❖ Debe solubilizarse en el metal para que su acción química sea eficaz
- ❖ Los óxidos formados no deben ser solubles en el baño metálico.
- ❖ Debe tener una baja presión de vapor y no desprender gases tóxicos.

- ❖ El carbón vegetal.
- ❖ Las harinas vegetales.
- ❖ El zinc.
- ❖ El hierro.
- ❖ El carbonato de sodio.
- ❖ El carbonato de potasio.

➤ **Fundentes neutros o reguladores**

Son los que no reducen ni oxidan y sirven como solvente de las impurezas producidas por la acción de los fundentes oxidantes y reductores. Para proporcionar fluidez y solubilidad de impurezas es importante su presencia en cantidad. A este grupo pertenecen el bórax, sílice y vidrio molido.

➤ **Metales colectores**

Entre los metales colectores del oro, podemos mencionar en orden a su efectividad; la plata, el plomo, el cobre y el zinc. Estos metales son adicionados en forma de polvo o como limaduras, con la finalidad de lograr una gran dispersión en la mezcla y colectar la totalidad del oro presente. El plomo es el metal comúnmente conocido para colectar el oro, pero no los metales del grupo del platino. El plomo suministrado como litargirio, se mezcla íntimamente con el material aurífero y los fundentes apropiados. La plata es mejor colector del oro que el plomo. Por razones económicas usualmente es empleado en combinación con plomo. Esta aplicación de la plata no debe ser confundida con su uso para incuarcación en el proceso de partición o separación del oro. Las ventajas que brinda el cobre como reactivo colector también son de interés; primordialmente, disminuye la contaminación ambiental (en comparación al plomo es nula). La dificultad de uso es superado fácilmente mediante una adecuada mezcla de fundentes (Fundamentos de la piro metalurgia del oro-Tecsup).

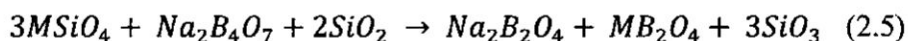
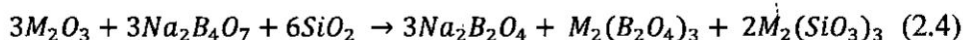
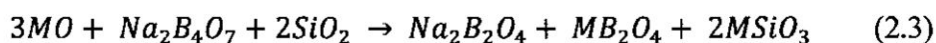
2.6.3. Descripción de los principales fundentes

➤ Borax

El bórax es el tetraborato de sodio, reactivo fuertemente ácido, se presenta bajo la forma de cristales transparentes o como polvo blanco, su fórmula química es $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, (contiene 47% de agua). Cuando es calentado por encima de 60°C empieza a perder agua hasta 350°C , cuando ya se encuentra libre de agua su densidad aumenta a 2.37. Sus propiedades más importantes son:

- ❖ Es soluble en agua.
- ❖ En solución disuelve los óxidos metálicos.
- ❖ Densidad en estado cristalizado, 1.71
- ❖ En estado fundido sirve de solvente a los óxidos metálicos y demás impurezas.
- ❖ Funde a 878°C .
- ❖ Al combinarse con los metales facilita su fusión.
- ❖ No disuelve el carbón ni el grafito.

El exceso de Borax es perjudicial, previene la formación de una escoria fluida y la separación del regulo. A continuación, se presenta las principales reacciones durante la fundición con el bórax.



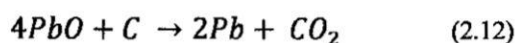
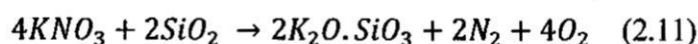
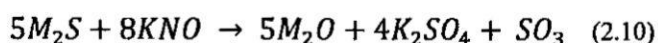
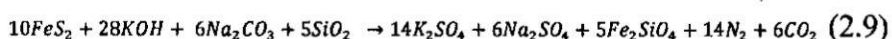
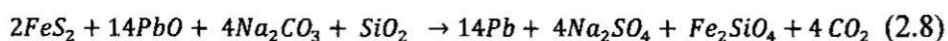
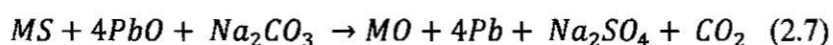
➤ Carbón vegetal

Ayuda a reducir metales, es decir, los convierte en óxidos metálicos. El carbón vegetal se utiliza en forma de polvo.

➤ **Carbonato de sodio**

Es un desoxidante y desulfurante, en combinación con el litargirio forma sulfatos es higroscópico, soluble en agua y se funde a 850°C y a 950°C. Su fórmula química es Na_2CO_3 , se presenta en forma de polvo anhidro, cuya densidad es 2.53 y en estado cristalino su fórmula es $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ cuya densidad es de 1.45.

A continuación, se presenta las reacciones que se producen cuando se utiliza este tipo de fundente:



➤ **Cloruro de sodio**

Se encuentra en forma de cristales incoloros cuya densidad es 2.17, es soluble en agua, su temperatura de fusión es de 800°C y es generalmente es usado en la fundición del oro a fin de eliminar las impurezas en forma de cloruros.

➤ **Nitrato de potasio**

Es un poderoso reactivo oxidante, se presenta en forma de cristales incoloros, cuya densidad es 2.1. Sus principales propiedades son:

- ❖ Es soluble en agua.
- ❖ Temperatura de fusión 339°C.
- ❖ Se descompone cerca a los 400°C, liberando oxígeno.
- ❖ La gran desventaja de su uso es de oxidar la plata y causar la ebullición del baño.
- ❖ Generalmente es utilizado para purificar aleaciones de oro.

➤ **Silice**

Es un reactivo de propiedades ácidas, se suministra en forma de polvo blanco. Produce una escoria fluida. Se combina fácilmente con los óxidos metálicos, especialmente con el óxido de hierro. Protege al crisol de la acción corrosiva del litargirio y el bórax.

➤ **Vidrio molido**

Se utiliza en esa forma a fin de facilitar el contacto con los óxidos y escorificarse. Efectúa funciones muy similares a la sílice, por ello en algunos lugares preferiblemente se utiliza la sílice (Fundamentos de la piro metalurgia del oro-Tecsup).

2.7. Escorias

Una escoria puede ser definida como una fase que contiene sustancias inútiles de un mineral y que, inevitablemente estará en cualquier proceso pirometalúrgico que involucre sistemas fundidos. Las escorias consisten, por lo general, en mezclas solicitadas, para diferentes procesos de fusión de minerales o concentrados de cobre, y su composición se maneja de manera de obtener un material lo suficientemente fluido a fin de permitir una buena separación de la fase metálica. Aun cuando los mayores constituyentes son la sílice y los óxidos de hierro, también pueden encontrarse otros tales como cal u alúmina, pero en porcentajes inferiores al 20% del total. Es esta la razón por la que los estudios de la termodinámica de escorias ligadas al cobre se han emitido normalmente a simples sistemas hierro– silicatos. De acuerdo con F. Habashi, todas las escorias poseen, en alguna medida, propiedades de refinación y esta propiedad va adquiriendo mayor importancia cuanto más cercana al metal puro es la etapa de extracción. En particular, en el caso del color, estas escorias tienen un rol fundamental durante la pirorrefinación, en la disolución de impurezas de la fase metálica. En la fundición de metales preciosos, las escorias, generalmente, están formados por óxidos, silicatos y boratos, también pueden contener sulfuros, carburos y haluros. Las escorias recogen todos los componentes indeseables de la mena y debido a su gran inmiscibilidad con los metales fundidos, estos se separan de sus componentes indeseables. Siguiendo con Habashi,, para dotar a la escoria los valores deseados de:

punto de fusión, viscosidad, densidad y propiedades químicas, se añade una carga regulada de fundentes (Fundamentos de la piro metalurgia del oro-Tecsup).

2.7.1. Propiedades de la escoria

Los fundentes en común se caracterizan por tener bajas temperaturas de fusión, y ello debe ser complementada con una apropiada viscosidad a la temperatura de trabajo. Para los denominados líquidos newtonianos, la viscosidad a temperatura y composición constante no depende de la velocidad de deformación cortante, sino exclusivamente de la composición y temperatura. El efecto de la temperatura es muy distinto entre las escorias ácidas y básicas. En el caso de las escorias básicas la viscosidad aparente aumenta sólo ligeramente al disminuir la temperatura y luego más rápido a medida de que se precipitan las fases sólidas. En el caso de alto sílice, la viscosidad aumenta más gradualmente al disminuir la temperatura. La viscosidad a temperaturas alrededor de 1200°C, se incrementa al aumentar el contenido de sílice y se ve contrarrestada por la presencia de los denominados óxidos básicos, la que atribuye a la ruptura de puentes de oxígeno en la estructura de aniones silicato. La densidad es una función directa de la composición de la escoria y la determinan la presencia de óxidos metálicos. Los óxidos de hierro incrementan notablemente la densidad de las escorias.

La tensión superficial de las escorias líquidas deben estar en el orden de 300 a 400 dinas/cm., y en general, disminuyen al aumentar el contenido de sílice y los óxidos de metales alcalinos, en tanto que la caliza y los óxidos de hierro aumentan la tensión superficial de la escoria. La tensión superficial disminuye ligeramente al incrementarse la temperatura. En resumen, las características que debe poseer la escoria en una operación pirometalúrgica eficiente:

- ❖ La escoria debe encontrarse completamente líquida a la temperatura de fusión del metal.
- ❖ La escoria debe ser fácilmente manejable durante el proceso, esto es, debe existir un compromiso entre una baja viscosidad y una buena fluidez.
- ❖ Las escorias que van a descarte deben contener mínimas cantidades de metal, disuelto o en suspensión.

- ❖ El rango de operación de la escoria debe ser tal que admita variaciones tanto en la composición de la escoria como en la alimentación al horno de fundición.
- ❖ La escoria debe asegurar una buena eliminación de los elementos menores no deseados.

Fuente: TECSUP. Fundentes y escorias. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/311728028/FUNDENTES-Y-ESCORIAS-pdf>. Artículo web. Consultada el 20 Enero del 2017.

2.8. Proceso de fundición

La fundición, o el proceso fusión, es llevado a cabo calentando el material en presencia de la escoria de modo que forma flujos a temperaturas por sobre el punto de fusión de todos los componentes de la carga, típicamente entre 1200°C y 1400°C. Esta temperatura máxima se mantiene por aproximadamente 1.5 h para asegurar la separación completa de impurezas en la escoria.

El oro y plata fundidos en una aleación es más pesada que la escoria y se depositan en el fondo del recipiente de la fundición.

La eficacia de la separación depende de la calidad de la escoria que se forme, medido en términos de la cuantificación del oro (y plata) y la recuperación de metales base (y de otras impurezas).

La sílice tiene un alto punto de fusión (1723°C) y tiende a formar una escoria altamente viscosa, que puede arrastrar los metales preciosos. La adición de los óxidos de sodio y de boro (por ejemplo, borato de sodio, o bórax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) reduce el punto y la viscosidad de fusión. Por lo tanto, las mezclas del borato de sílice-sodio se utilizan comúnmente como el denominado flux.

La cantidad de borato de sodio y sílice que se agrega depende de la cantidad inicial de metales base y de otras impurezas en la carga. Mientras que procede la fundición, la acidez de la escoria se reduce gradualmente mientras que los metales base reaccionan con los materiales del flux.

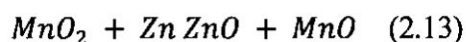
Una vez que la reacción sea completa la escoria debe ser neutra, o levemente ácida, para proteger el revestimiento o el crisol de horno contra la corrosión básica. Otros productos químicos se pueden agregar al flux por varias razones, los más importantes son:

- ❖ Fluoruro de calcio (CaF_2), reduce la viscosidad de la escoria por la sustitución de los iones del fluoruro en la estructura silicia.
- ❖ Carbonato de sodio (Na_2CO_3) mejora la claridad de la escoria y disminuye la viscosidad, de tal modo que reduce el arrastre de los metales preciosos.
- ❖ Agentes oxidantes, tales como nitrato de sodio y dióxido del manganeso (pirolusita, óxido de manganeso) que asisten a la oxidación de la especie sin oxidar.

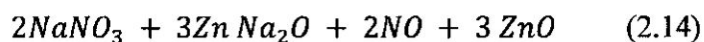
La adición de CaF_2 y de Na_2CO_3 puede ocasionar espuma y/o causar pérdidas crecientes por volatilización del metal precioso, dependiendo de la composición y de la temperatura de fundición de la carga. Por lo tanto, el cuidado debe ser tomado al preparar el flux, generalmente no es el mismo siempre, puede ser modificado en función de la matriz.

Aunque la fundición del precipitado se realiza lo más eficientemente posible al tratar los materiales oxidados, hay ocasiones cuando la fundición directa de productos sin oxidar es el método más rentable. En estos casos, la oxidación se debe alcanzar durante la etapa de la fundición.

El dióxido del manganeso puede ser utilizado cuando solamente una proporción pequeña de la carga debe ser oxidada (por ejemplo, el cinc residual o el plomo se calcina). Por ejemplo:



El nitrato de sodio se prefiere cuando se requiere una oxidación más severa, por ejemplo, para la fundición directa de los cátodos de las láminas de acero, debido a la elevada cantidad de oxígeno disponible:



El uso de agentes oxidantes durante la fundición requiere cuidado puesto que la plata se puede oxidar y perder en la escoria, y las pérdidas del oro puede también aumentar.

Las composiciones del flux se seleccionan para optimizar la calidad de la escoria y para maximizar el tiempo de uso del crisol o del horno. Algunas composiciones de la escoria son más corrosivas que otras, por ejemplo, el flux muy oxidante, o el flux que reacciona violentamente con el material que se fundirá.

Cualquier sulfuro que no haya sido oxidado previamente formará una capa mate entre los metales preciosos y las fases de la escoria durante la fundición. Esta capa puede recoger cantidades significativas de metales bajos del oro, de plata, así como selenio, telurio, arsénico y el antimonio. Sin embargo, se puede tratar para recuperar los metales preciosos por fundición con el borato de sodio y una sal del cianuro (sodio, potasio o calcio) por 2 a 3 horas.

La fundición se ejecuta con flux, conteniendo nitrato de sodio y hierro de desecho finalmente dividido. Una vez que la fundición sea completa, la aleación del metal precioso se quita del horno, se enfría y la escoria se vierte en moldes de barra o de botón. Idealmente, la escoria debe ser clara y uniforme, con una coloración gris-verdosa (Fundamentos de la piro metalurgia del oro-Tecsup).

2.8.1. Triángulos de concentración para aleaciones ternarias

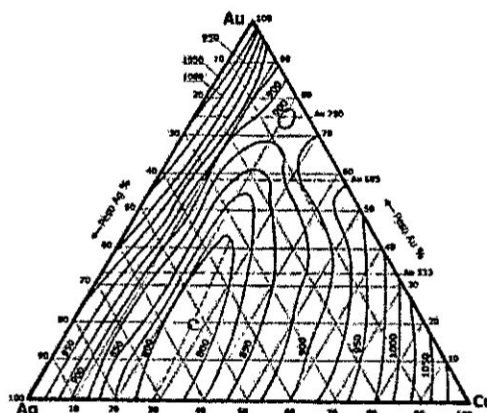
Las propiedades y características de las aleaciones ternarias se pueden representar por medio de los llamados triángulos de concentración.

En cada diagrama se representa una sola de las propiedades de los sistemas ternarios, por este motivo, para mostrar los diagramas correspondientes a las temperaturas Sólidos y Líquidos, utilizaremos dos triángulos.

En las aleaciones oro/plata/cobre, cada uno de los lados del triángulo de concentración que representa alguna de las propiedades de esta aleación, corresponde a una de las combinaciones binarias Au/Ag, Au/Cu y Ag/Cu.

Los valores se muestran girando en sentido inverso al de las manecillas del reloj. Los valores indicados en cada una de las tres escalas, corresponden a porcentajes o, multiplicados por 10, a milésimas. Cada uno de los vértices del triángulo corresponde al valor máximo de uno de los tres metales y al valor mínimo de otro (TECSUP. Fundamentos de la piro-metalurgia del oro).

Figura N°5
Diagrama para la determinación de las temperaturas Líquidas de las aleaciones ternarias Au/Ag/Cu



Fuente: TECSUP. Fundamentos de la pirometalurgia del oro.

2.9. Copelación

Éste consiste en mezclar el metal precioso impuro con plomo y los metales se funden conjuntamente en un crisol o copela poroso hecho a menudo con cenizas de hueso. Al soplar sobre la mesa fundida, el plomo y los restantes metales viles se oxidan y el óxido de plomo o litargirio fundido, que contiene todos los óxidos de metales bajos, es en parte eliminado por el soplo y en parte absorbido por las paredes del crisol. En el crisol queda un botón de oro refinado, o en el caso de existir plata y oro inicialmente, queda un botón de aleación de oro-plata.

Este método consiste en la oxidación del plomo fundido (contiene los metales valiosos) dentro de la copela a litargidio (PbO). La copela absorbe los óxidos del

metal base y permite que los metales valiosos queden como un pequeño botón dorado sobre ella. Este proceso se lleva a cabo en un horno o mufla a 900°C y en una atmósfera oxidante; se obtiene al final el Dore el cual contiene los valores valiosos de oro y plata

(Universidad Pedagógica Tecnológica y Colombia, Laboratorio de ensayo al fuego y copelación).

2.9.1. Tipos De Copelas

➤ Copelas De MgO

Producto fabricado con magnesita calcinada a muerte, en los tamaños correspondientes a las copelas # 4 - # 5 - # 7 -#10 y #24. Se fabrican controlando rigurosamente su porosidad. Posee gran resistencia a los cambios bruscos de temperatura; no se agrietan, lo que permite que la extracción del botón no se dificulte. Capacidad de absorción de plomo según normas internacionales. Adecuada rapidez de tiempo de copelación. Pérdida de plata negligible.

Figura N°6

Copelas de MgO



Fuente: web: <http://acantin.com/producto/copelas/>

➤ Copelas De Ceniza De Huesos

Producto fabricado con hueso seleccionado, purificado y calcinado, en los tamaños correspondientes a las copelas # 4 - # 5 - # 7 -#10 y #24. Fabricada bajo los mismos controles que la copela de magnesita.

La determinación de la calidad de una copela se rige por los siguientes parámetros:

- ❖ Estabilidad en la porosidad.
- ❖ Tiempo de copelación.
- ❖ Tamaño adecuado de la copela.
- ❖ Calidad de la superficie de la solera de copelación.
- ❖ Capacidad de inhibición de penetración de metales,
- ❖ Ausencia de grietas y fisuras luego de copelar.

Figura N°7

Copelas de ceniza de hueso



Fuente: Elaboración propia

2.10. Óxido de Plata

El óxido de plata es un polímero tridimensional con un enlace covalente uniendo el metal con el óxido. Es fotosensible, y se descompone a temperaturas debajo de los 280 °C. Es reactivo cuando el amoníaco o la hidrazina reaccionan lentamente con este formando nitruro de plata o en presencia de alcohol, también se puede producir fulminato de plata. La oxidación del magnesio es explosiva cuando se calienta con óxido de plata

2.11. El óxido de plata y su importancia económica

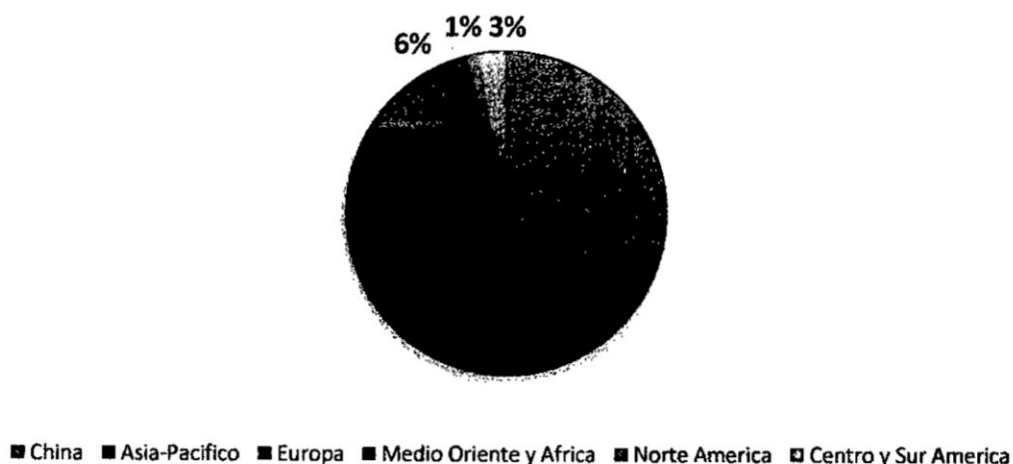
En 2015, de los 1.170 millones de onzas (Moz) de plata física consumida, se utilizaron 589Moz en la fabricación industrial, equivalente al 50% de la demanda física total. Dos de los usos industriales para la plata son como un catalizador para la producción de óxido de etileno y en Fotovoltaica (más comúnmente conocido como paneles solares).

El óxido de etileno es materia prima para la producción de etilenglicol, que a su vez se utiliza en la producción de refrigerantes anticongelantes y tereftalato de polietileno (PET). Estas dos industrias en expansión impulsarán aumentos en la capacidad de producción de óxido de etileno. La plata dividida en finas partículas cuando se calienta con oxígeno, forma óxido de plata. Este óxido se rompe y se integra en los elementos que participan en la formación de óxido de etileno a una cierta temperatura. Entonces el oxígeno reacciona con el etileno y la plata vuelve a su estado de finas partículas. Aprovechando las ventajas de las propiedades químicas de la formación del óxido de plata y su capacidad de dividirse para producir oxígeno reactivo es por ahora la mejor forma que se ha desarrollado para fabricar óxido de etileno.

Según los datos del Silver Institute, la plata consumida en la industria se duplicó en 2015, de 5 Moz a 10,2 Moz. CRU estima que la mayor parte de este espectacular aumento fue provocada por la instalación de nueva capacidad de producción de óxido de etileno en China. Mientras que Europa y Asia-Pacífico experimentaron un crecimiento de dos dígitos. Sólo China aportó el 42% de la nueva capacidad añadida en el 2015. La capacidad estimada para la producción de óxido de etileno en 2015 fue de 30,9 millones de toneladas.

**FIGURA N°8
REPRESENTACION DE CHINA RESPECTO A LA PRODUCCION DE
OXIDO DE ETILENO.**

**China representó el 42% del aumento mundial de
capacidad de EO en 2015**

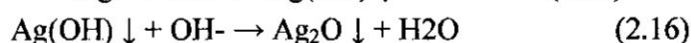


Fuente: CRU-Silver Institute. 2015

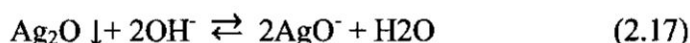
2.12. Método de obtención del óxido de plata a partir del nitrato de plata

A nivel laboratorio se disuelve la plata en el ácido nítrico débil, y se descompone el nitrato de plata que resulta de la potasa caustica; se lava el precipitado que se ha formado y se seca a un calor moderado.

Fuente: Diccionario de materia mercantil, industrial y agrícola, pag 32.



El óxido de plata no es apreciablemente soluble al aumentar el pH de la solución, si bien en soluciones altamente alcalinas parte del precipitado se disuelve por formación del anión argentito (AgO^-).



2.13. Demanda de plata en el mundo

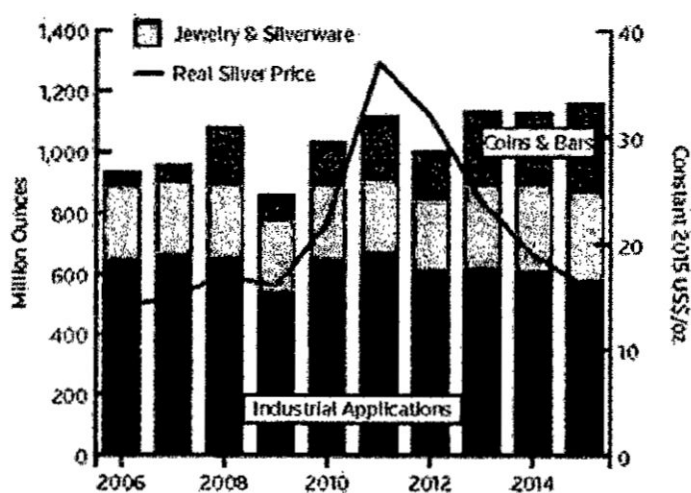
A nivel mundial, la fabricación de joyería de plata aumentó por tercer año consecutivo colocar un nuevo máximo en 226,5 millones de onzas. Este aumento se logró en gran medida en la parte posterior de un impresionante aumento del 16 por ciento de la India y Tailandia, mientras que América del Norte registró un aumento anual del 5 por ciento. Estas ganancias fueron parcialmente compensadas por una contracción considerable en la extracción de la joyería china. total, invención platería disfrutó de su tercer aumento anual consecutivo a un estimado de 62,9 Moz, la máxima de diez años.

El principal componente de la demanda de plata física, aplicaciones industriales, que representaron el 50 por ciento de la demanda total de la plata física del año pasado, fue del 4 por ciento menor, por un total de 588,7 millones de onzas. Esta caída se debió en gran parte a la demanda de fabricación más débil en los países en desarrollo y una economía global estancada. A nivel regional, unos modestos incrementos en la demanda industrial se publicaron en los Estados Unidos y Japón, la segunda y tercera mayores fuentes de demanda industrial, respectivamente. Eléctrica y electrónica utilizar disminuido en un 10 por ciento el año pasado a 246,7 millones de onzas, debido a un menor crecimiento económico en los países en desarrollo y la continua debilidad en las ventas de ordenadores.

Hubo varios puntos destacados dentro del segmento industrial. Plata la demanda para aplicaciones fotovoltaicas aumentó un 23 por ciento que en 2015, el 77,6 Moz, marcando el segundo año consecutivo de incrementos en este sector, impulsado por un fuerte crecimiento en las instalaciones de paneles solares chinos. Plata demanda de óxido de etileno (EO) creció un impresionante 103 por ciento a 10,2 Moz. GFMS estima que 137,5 millones de onzas de plata residía en las plantas de EO en todo el mundo a finales de 2015, equivalente a un 16 por ciento de la producción de la mina de plata del año pasado. el uso de la plata en las aleaciones de alta temperatura y soldaduras cayó un 5,0 Moz y la fotografía de la demanda se deslizó en un 4 por ciento el año pasado. El ritmo de descenso en la fotografía se redujo considerablemente, a su nivel más bajo desde el año 2004, ya que la tecnología digital en la industria de la fotografía acerca a la madurez.

Figura N°09

DEMANDA DE PLATA EN EL MUNDO



Fuente: THE SILVER INSTITUTE, Silver Demand. Disponible en: <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/>, Artículo web: Consultada el 24 de Julio del 2016.

El crecimiento global de producción mina de plata se redujo al 2 por ciento en 2015 y alcanzó un récord de 886,7 millones de onzas. El crecimiento de la producción minera se debió a la salida más fuerte en Perú, Argentina, Rusia y la India, mientras que Canadá, Australia y China tuvieron una menor producción de la mina, con el descenso de la segunda salida de un 3 por ciento. La producción primaria mina de plata creció un 5 por

ciento, y representaron el 30 por ciento del suministro mundial de las minas de plata. La desaceleración global en la producción de la mina se espera que el año pasado para continuar.

Primarios de plata en los costos directos de co - productos, además de gastos de capital cayeron un 11 por ciento a US \$ 11.74 / oz. Esta caída se debió a monedas más débiles locales, de manera agresiva menor CAPEX, y los precios más bajos del combustible. El libro de cobertura plata productor creció un 7,8 Moz en 2015, lo más fresco de cobertura más que compensados contratos con vencimiento (THE SILVER INSTITUTE, Silver Demand).

TABLA°06
TOP 20 DE LOS PAISES QUE PRODUCEN PLATA

Ranking		País	Salida (Moz)	
2014	2015		2014	2015
1	1	México	186.3	189.5
2	2	Peru	122.9	135.9
3	3	China	112.5	109.1
4	4	Rusia	46.1	50.5
5	5	Australia	53.9	50.3
6	6	Chile	50.6	48.4
7	7	Bolivia	43.2	42.0
8	8	Polonia	40.7	41.5
9	9	EE.UU	37.9	35.4
10	10	Argentina	29.1	34.7
11	11	Guatemala	27.6	27.7
12	12	Kazajstán	19.0	17.3
14	13	Suecia	12.7	15.9
13	14	Canadá	15.9	12.2
16	15	India	8.4	12.0
17	16	Indonesia	7.7	9.8
15	17	Marruecos	8.8	9.5
18	18	Turquía	6.6	6.5
19	19	República Dominicana	4.5	4.1
20	20	Armenia	3.7	3.7
		Resto del mundo	30.2	30.6
		Total mundial	868.3	886.7

Fuente: THE SILVER INSTITUTE, Silver Production.

Disponibile en: <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/>,
Artículo web. Consultada el 24 de Julio del 2016.

2.14. Suministro de Plata

Suministro de chatarra fue significativamente más bajo en un 13 por ciento a 146,1 millones de onzas, el nivel de volumen más bajo registrado desde 1992 y el cuarto año consecutivo de descenso. Detrás de la caída fueron menos activos colectores en el mercado y algunos frenando el material en espera de precios más altos. Las ventas gubernamentales de plata fueron de nuevo esencialmente inexistentes (THE SILVER INSTITUTE, Silver Supply).

**TABLA N°07
IDENTIFICABLE ANTERIORMENTE. LAS EXISTENCIAS DE LINGOTES DE
PLATA PLANTA**

(Moz)	2006	2007	2008	2009	2010
Bóvedas de custodia	729,0	726.8	605.5	839.3	826.5
ETP s	158.3	213.1	314.7	472.0	601.6
Intercambiar	106.4	125.9	114.7	93.6	83.4
Gobierno	249.2	206.7	176.2	160.5	116.4
Industria	25.2	16.6	19.5	16.6	21.6
Total	1 268.6	1 289.2	1 230.6	1 582.1	1 649.5
Demanda de meses	16	13	17	18	18

(Moz)	2011	2012	2013	2014	2015
Bóvedas de custodia	933.9	806.7	1 008.4	1 207.4	1 422.4
ETP s	577.5	632.8	635.3	635.5	617.8
Intercambiar	98.0	159.3	168.1	158.1	154.4
Gobierno	104.3	97.0	89.1	89.1	89.1
Industria	20.0	21.8	19.1	17.0	17.6
Total	1 733.7	1 717.7	1 919. 9	2 107.1	2 301.3
Demanda de meses	21	18	20	22	25

Fuente: THE SILVER INSTITUTE, Silver Supply.
Disponible en: <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/>,
Artículo web. Consultada el 24 de Julio del 2015

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variables de la investigación

Variable dependiente

- Concentración adecuada de ácido nítrico para la mayor extracción de plata a partir de la superficie de la chatarra electrónica.

Variable Independiente

- Características de la chatarra electrónica a utilizar.
- Características geométricas del reactor experimental.

3.2. Operacionalización de Variables

Variable dependiente

- Concentración adecuada de ácido nítrico para la mayor extracción de plata a partir de la superficie de la chatarra electrónica: Se determinará experimentalmente un parámetro.
- ✓ Concentración de la Plata: Se determinará por absorción atómica.

Variable Independiente

- Características de la chatarra electrónica a utilizar: Se realizará por absorción atómica.
- Características geométricas del reactor experimental: Se determinará experimentalmente.

3.3. Hipótesis general e Hipótesis específicas

Hipótesis General.

La condición favorable al sumergir la chatarra electrónica en soluciones de ácido nítrico al 1.34% por periodos de tiempo permitirá la mayor extracción de plata metálica para producir oxido de plata.

Hipótesis Específicas

- a) Las características químicas de la chatarra electrónica como la plata metálica y otras impurezas son aquellas que permitirán la obtención de óxido de plata mayor al 90%.

- b) Las características geométricas del reactor a utilizar como el tamaño, la capacidad y la forma del diseño nos permiten un proceso apropiado de lixiviación de la plata, con un sistema de absorción de gases.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Del análisis de la tecnología descrita se ha propuesto realizar en forma experimental.

4.2 Diseño de la investigación

Se propone estudiar el proceso de obtención del óxido de plata a partir de la chatarra electrónica en forma experimental. Las variables cuantitativas de importancia son:

- ❖ Tiempo de reacción.
- ❖ Concentración del ácido nítrico.

Los experimentos se realizaron a nivel laboratorio para determinar los efectos de las variables mencionadas sobre el rendimiento de reacción de formación del óxido de plata.

Este proceso se compone básicamente de 3 Etapas:

Etapas 1: Lixiviación de la plata en la chatarra electrónica y cementación de la Plata.

El procedimiento a seguir será la formación del nitrato de plata. El tratamiento directo de la chatarra electrónica con ácido nítrico presenta una serie de dificultades, ya que el ácido nítrico no solo nitrifica a la plata sino también a los contaminantes, originando generalmente una mezcla de productos nítricos, además se tomaron alícuotas de 1 ml para poder leerlo por absorción atómica y saber las curvas de reacción. Para obtener aisladamente la plata se cementa con cloruro de sodio.

Etapas 2: Obtención del botón de plata metálica.

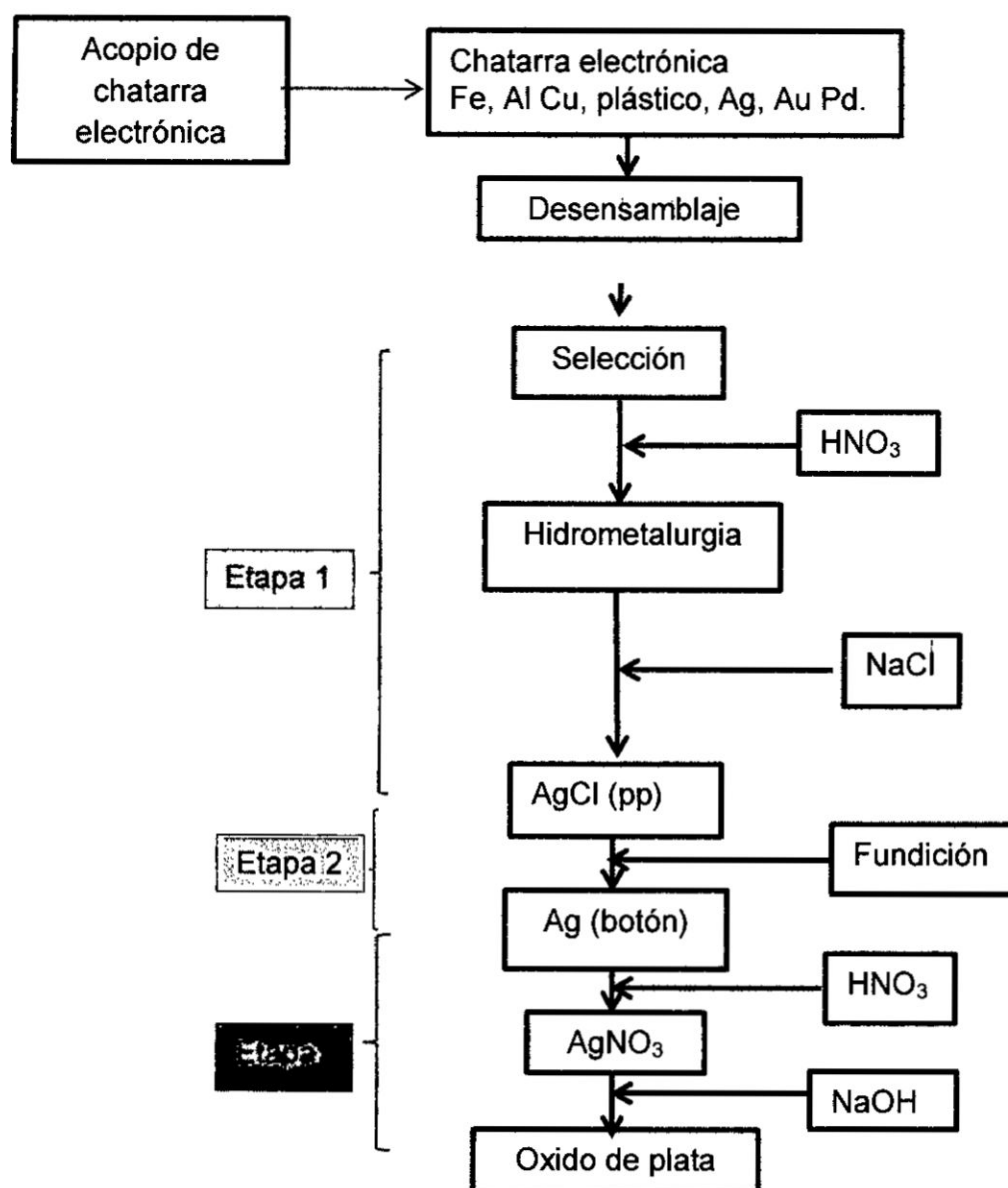
El siguiente paso es obtener la Plata metálica por el método de FIRE ASSAY, la manera más adecuada es con harina y fundente.

Etapa 3: Nitración de la plata metálica y obtención del Óxido de Plata.

El siguiente paso es obtener el Óxido de Plata, para eso vamos a realizar la nitración la plata metálica con ácido nítrico a una temperatura 25 °C obteniéndose una solución de nitrato de plata y luego la reacción con hidróxido de sodio para obtener finalmente el óxido de plata, el precipitado final se secó en una mufla a una temperatura de 90°C por 35 minutos.

Figura N°10

DIAGRAMA DEL PROCESO



4.3 Población y muestra

La Empresa COIPSA nos donó de un lote de chatarra electrónica, cajas de las bases de Antenas parabólicas las cuales han sido acondicionadas al tamaño del reactor utilizado para proceder la reacción a diferentes concentraciones.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPA N°1

Técnica:

- ❖ Lixiviación de la Plata.
- ❖ Cementación de la Plata

Instrumentos:

- ❖ Reactor de Obtención de sales
- ❖ Sistema de filtración
- ❖ 1 fiola de 50 ml
- ❖ 1 fiola de 100 ml
- ❖ 1 pipeta de 1 ml
- ❖ Vagueta
- ❖ 1 termometro de 100 ° C

ETAPA N° 2

Técnica:

- ❖ Método de FIRE ASSAY

Instrumentos:

- ❖ Horno
- ❖ Copelas

ETAPA N° 3

Técnica:

- ❖ Lixiviación de la Plata metálica
- ❖ Oxidación de la Plata

Instrumentos:

- ❖ Vagueta
- ❖ 2 vasos precipitados de 250 ml
- ❖ 1 mufla

4.5 Procedimientos de recolección de datos

Todas las experiencias fueron llevadas a cabo en un reactor semi batch. Los dispositivos para el sistema de control de prueba constan de un indicador de temperatura y una columna de absorción de gases.

Durante la operación de la prueba experimental se controlan las siguientes variables:

- El tiempo de reacción.
- Concentración de la plata en la solución.
- La temperatura media de reacción.

4.5.1. Etapas que comprenden la prueba experimental

El control de prueba y operación experimental se ha planificado y desarrollado de la siguiente forma:

❖ Pruebas previas y puesta a punto del reactor

Siguiendo la técnica planificada, en primer lugar, se hicieron pruebas preliminares utilizando solo agua ultra pura, con estas pruebas se pretendió adquirir habilidad en el manejo del reactor y ajustar el equipo a las condiciones adecuadas.

❖ **Preparación de la reacción**

En primer lugar, se ha elegido obtener el nitrato de plata, segundo obtener cloruro de plata, en tercer lugar, obtener la plata metálica, en cuarto lugar, obtener el nitrato de plata y en quinto lugar obtener óxido de plata.

❖ **Temperatura de reacción**

Sabemos que, en la reacción en muchos casos, cuando la temperatura se incrementa favorece a elevar la constante de velocidad, por consiguiente, aumentar la velocidad de reacción.

Debido a esta experimentación la reacción se efectúa a la temperatura de 90-94°C.

❖ **Presión de reacción**

Se sabe que la presión tiene efecto muy poco significativo sobre la velocidad de reacción, sobre todo en sistemas líquidos, por lo que se trabaja a presión atmosférica.

4.5.2. Procedimiento experimental

Primero se caracterizó la chatarra electrónica para determinar la cantidad de plata que contiene y con ello se determinó estequiometricamente la cantidad de ácido nítrico a reaccionar con la lámina recubierta de la chatarra electrónica. Para ello se utilizó ácido nítrico al 69% de concentración obteniendo como promedio un consumo de 1.34 ml, por lo tanto, los experimentos partieron a partir de este resultado, para encontrar la condición favorable de obtención de óxido de plata que a continuación lo describiremos en el ítem (a).

a) Lixiviación de la plata

- ❖ Pesar la muestra (chatarra electrónica) y colocar en el reactor.
- ❖ Para cada prueba diluir de ácido nítrico al 69% con alícuotas de 10 ml, 8 ml, 6 ml y 4 ml en 150 ml, que en concentración sería 2.64%, 2.08% y 1.54% , 1.01% respectivamente.
- ❖ Adicionar al reactor los 150 ml de solución de ácido nítrico.

Figura N°11
CHATARRA ANTES DE REACCIONAR



Fuente: Elaboración propia

- ❖ Llevar a la temperatura de trabajo (90°C a 94°C).
- ❖ Al llegar a la temperatura adecuada, cada cinco minutos se toman alícuotas del reactor para analizar por absorción atómica la cantidad de plata disuelta durante cierto tiempo, hasta que se observe que haya reaccionado aproximadamente el total de la plata.

Figura N°12
CHATARRA DESPUES DE REACCIONAR



Fuente: elaboración propia

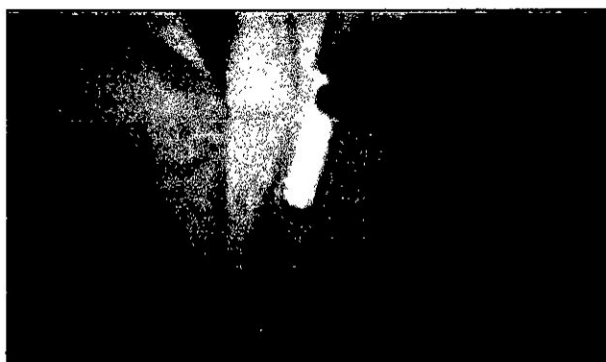
Al obtener la condición favorable de extracción de plata a partir de la chatarra electrónica, se procedió a obtener el óxido de plata descritos en los siguientes ítems.

b) Cementación de la plata

- ❖ En un vaso pequeño echar la solución lixiviada, luego agregar una solución poco a poco de cloruro de sodio al 5%, agitando suavemente hasta que se observe que se haya precipitado toda la plata.
- ❖ Luego que se observe que toda la plata haya precipitado se filtra y se obtiene el sólido que es cloruro de plata.

Figura N°13

CEMENTACION DE LA PLATA



Fuente: Elaboración propia

c) Obtención de la plata metálica

- ❖ El precipitado junto con los fundentes se coloca en el horno de fundición.
- ❖ Una vez terminado se saca del horno y se deja a la temperatura ambiente, se obtiene plata metálica.

Figura N°14

BOTON DE PLATA



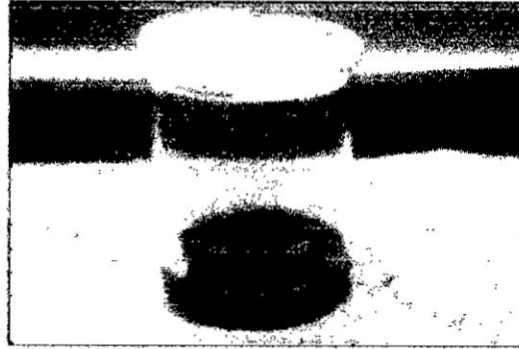
Fuente: Elaboración propia

d) Nitración de la plata metálica

- ❖ En un vaso pequeño colocar la plata metálica (pesado), luego agregar estequiometricamente la solución de ácido nítrico.

Figura N°15

NITRACION DE PLATA



Fuente: Elaboración propia

e) Obtención del óxido de plata

- ❖ Terminada la reacción, se agregar hidróxido de sodio en solución según estequiometria.
- ❖ El precipitado se filtra y se seca en mufla una temperatura de 90 °C por 35 minutos, obteniendo el óxido de plata.

V. RESULTADOS

5.1. Caracterización de la muestra

Por ICP se encontró que los metales de mayor contenido en la chatarra electrónica son el cobre, hierro, plata y cromo (ver Anexo). Para la determinación de las características se realizaron ensayos preliminares de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados analizados por AA:

$$M_1 = W_i - W_f$$

Donde

W_i : Peso inicial de la muestra (chatarra electrónica)

W_f : Peso final de la muestra tratada con ácido nítrico

Reemplazando:

$$M_1 = 158.4619 - 157.2968$$

$$M_1 = 1.1651g$$

❖ *Porcentaje de plata contenida en la muestra:* Al precipitarlo con cloruro de sodio y fundirlo se obtuvo

$$W_{\text{botón Ag}} = 1.0365g$$

$$\% Ag_1 = \frac{1.0365}{1.1651} \times 100$$

$$\% Ag_1 = 88.96\%$$

❖ *Porcentaje de cobre contenida en la muestra:* Por absorción atómica se obtuvo

$$Lectura_1 = 8.325 ppm$$

$$\% Cu_1 = \frac{250ml}{1.1651g} \times \frac{100}{10000} \times 8.325 ppm$$

$$\% Cu_1 = 8.93\%$$

❖ **Porcentaje de fierro contenida en la muestra:** Por absorción atómica se obtuvo

$$Lectura_1 = 9.77ppm$$

$$\% Fe_1 = \frac{250}{\frac{1.1651}{10000}} \times \frac{100}{2} \times 9.77ppm$$

$$\% Fe_1 = 0.21\%$$

❖ **Porcentaje de cromo contenida en la muestra:** Por absorción atómica se obtuvo

$$Lectura_1 = 6.33ppm$$

$$\% Cr_1 = \frac{250}{\frac{1.1651}{10000}} \times \frac{100}{2} \times 6.33ppm$$

$$\% Cr_1 = 0.13\%$$

En resumen

$$Ag = 88.96\%$$

$$Cu = 8.93\%$$

$$Fe = 0.21\%$$

$$Cr = 0.13\%$$

$$otros = 5\%$$

$$total = 103.23\%$$

Realizando un reajuste:

Tabla N°8
CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LA CHATARRA
ELECTRONICA

COMPOSICION	PORCENTAJE
Plata	86.18%
Cobre	8.65%
Fierro	0.2%
Cromo	0.12%
Otros	4.85%

Fuente: Elaboración propia

Expresados en gramos:

$$Ag = 1.0039g$$

$$Cu = 0.1007g$$

$$Fe = 0.0027g$$

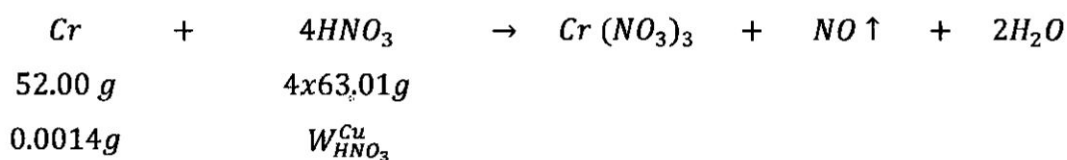
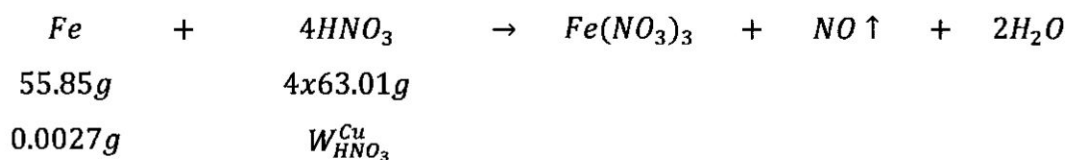
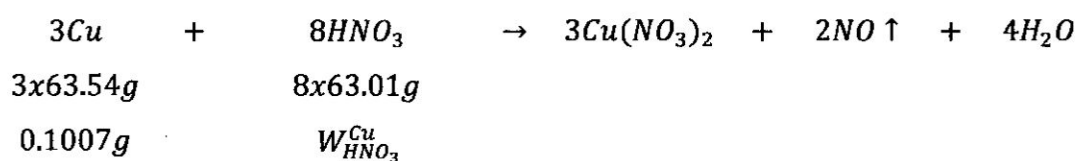
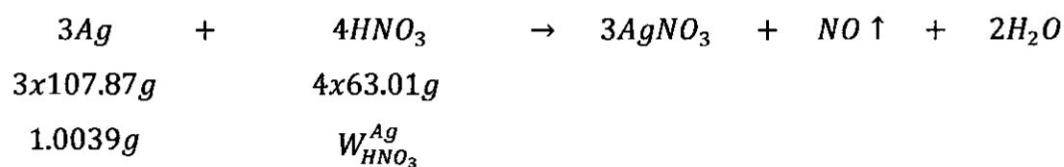
$$Cr = 0.0014$$

$$otros = 0.0564g$$

5.2. Determinación estequiometría de ácido nítrico

Con la caracterización de la chatarra, se determinó estequiometricamente la cantidad de ácido nítrico (en volumen) a reaccionar sobre la lámina recubierta de la chatarra electrónica que contiene aproximadamente 1.0039g de plata. La estequiometría se determinó con la finalidad de conocer el gasto teórico promedio de ácido nítrico.

Dado las siguientes reacciones:



Por lo tanto, el consumo teórico del ácido nítrico está dado por:

$$W_{HNO_3}^{total} = W_{HNO_3}^{rxns} + 5\% \times W_{HNO_3}^{rxns}$$

Donde:

$$W_{HNO_3}^{rxns} = W_{HNO_3}^{Ag} + W_{HNO_3}^{Cu} + W_{HNO_3}^{Fe} + W_{HNO_3}^{Cr}$$

$$W_{HNO_3}^{rxns} = 1.0688g$$

Por lo tanto:

$$W_{HNO_3}^{total} = W_{HNO_3}^{rxns} + 5\% \times W_{HNO_3}^{rxns}$$

$$W_{HNO_3}^{total} = 1.0688 + 5\% \times 1.0688$$

$$W_{HNO_3}^{total} = 1.12224 g$$

Datos:

$$\rho_{HNO_3} = 1.18 g/ml$$

$$\%_{HNO_3}^{pureza} = 69\%$$

Entonces el volumen teórico de ácido nítrico a reaccionar es:

$$V_{HNO_3} = \frac{W_{HNO_3}^{total}}{\rho_{HNO_3} \times \%_{HNO_3}^{pureza}}$$

$$V_{HNO_3} = \frac{1.12224 g}{1.18 g/ml \times 0.69}$$

$$V_{HNO_3} = 1.37 ml$$

5.3. Efecto de la concentración de ácido nítrico

El siguiente efecto en ser evaluado fue la concentración de ácido nítrico, parámetro variable y manteniendo los demás parámetros constantes, teniendo como punto de partida el volumen estequiométrico obtenido. Las condiciones de estudio experimentales fueron:

- Parámetro variable:

HNO_3

2.64%(10ml HNO_3 69%), 2.08%(8ml HNO_3 69%), 1.54%(6ml HNO_3 69%), 1.01% (4ml HNO_3 69%),

- Parámetro constante:

Masa de muestra	158.46 g
Volumen de la solución	150 ml
Temperatura	95 °C
Presión	1 atm

La tabla N°9 representa la concentración de plata en g/L obtenida con respecto al tiempo, atacada con 2.64% de ácido nítrico.

Tabla N°9

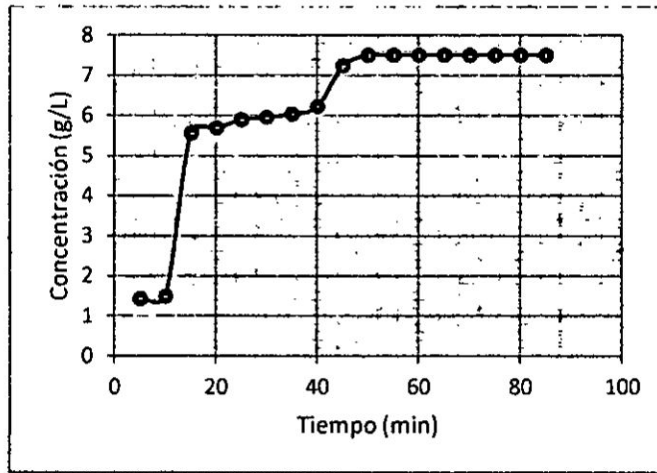
ATAQUE CON ACIDO NITRICO AL 2.64%

<i>HNO₃ al 2.64%</i>	
t (min)	Ag (g/L)
5	1.435
10	1.495
15	5.55
20	5.675
25	5.89
30	5.955
35	6.035
40	6.22
45	7.235
50	7.5
55	7.5025
60	7.5035
65	7.5035
70	7.5045
75	7.5045
80	7.5045
85	7.5045

Fuente: Resultados de los análisis químicos realizados en Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química.

Grafico N°1

ATAQUE DE ACIDO NITRICO AL 2.64%



Fuente: Elaboración propia

La tabla N°10 representa la concentración de plata en g/L obtenida con respecto al tiempo, atacada con 2.08% de ácido nítrico.

Tabla N°10

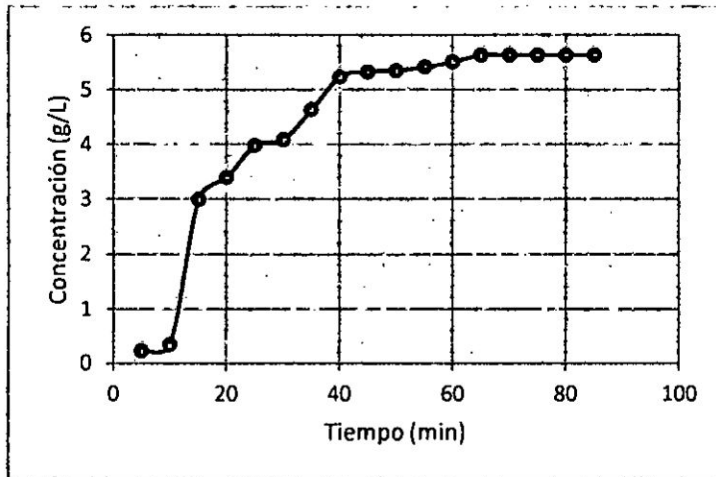
ATAQUE CON ACIDO NITRICO AL 2.08%

<i>HNO₃ al 2.08%</i>	
t (min)	Ag (g/L)
5	0.22605
10	0.3454
15	2.99365
20	3.3946
25	3.9798
30	4.0876
35	4.63265
40	5.23655
45	5.32895
50	5.34765
55	5.41475
60	5.5066
65	5.63365
70	5.6342
75	5.63585
80	5.63695
85	5.63695

Fuente: Resultados de los análisis químicos realizados en Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química.

Grafico N°2

ATAQUE DE ACIDO NITRICO AL 2.08%



Fuente: Elaboración propia

La tabla N°11 representa la concentración de plata en g/L obtenida con respecto al tiempo, atacada con 1.54% de ácido nítrico.

Tabla N°11

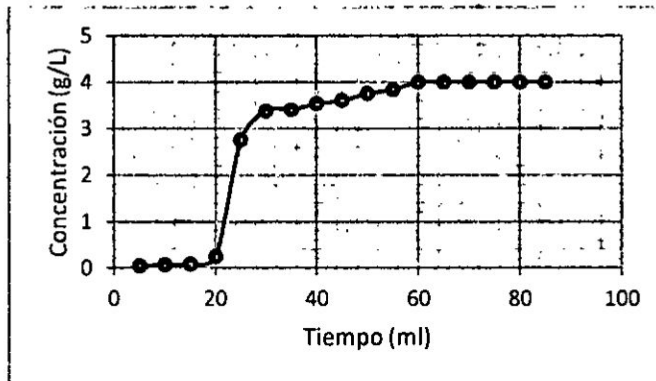
ATAQUE CON ACIDO NITRICO AL 1.54%

<i>HNO₃ al 1.54%</i>	
t (min)	Ag (g/L)
5	0.042265
10	0.069915
15	0.08374
20	0.25596
25	2.755125
30	3.38594
35	3.41043
40	3.540385
45	3.612275
50	3.75171
55	3.840585
60	4.00056
65	4.000955
70	4.001745
75	4.001745
80	4.001745
85	4.00214

Fuente: Resultados de los análisis químicos realizados en Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química.

Grafico N°3

ATAQUE DE ACIDO NITRICO AL 1.54%



Fuente: Elaboración propia

La tabla N°12 representa la concentración de plata en g/L obtenida con respecto al tiempo, atacada con 1.01% de ácido nítrico.

Tabla N°12

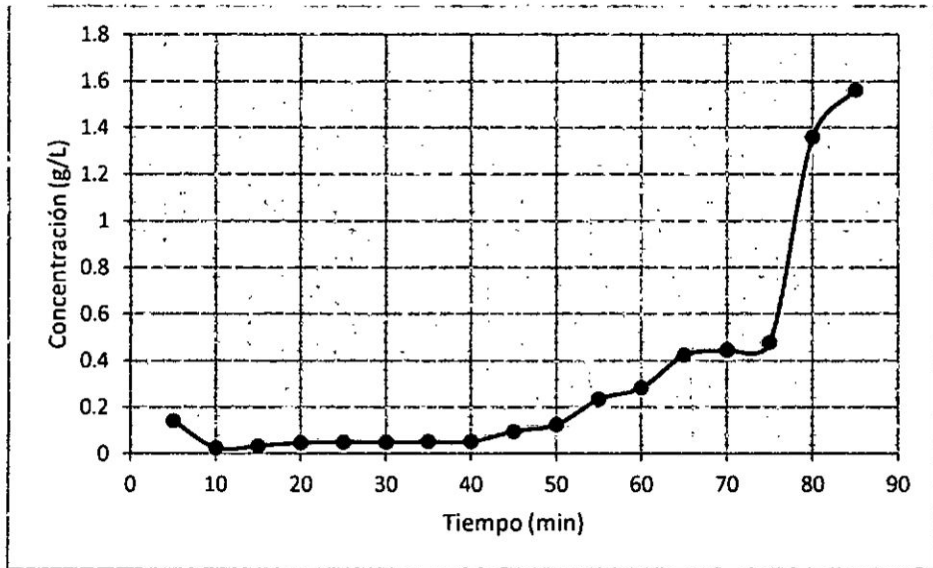
ATAQUE CON ACIDO NITRICO AL 1.01%

<i>HNO₃ al 1.01%</i>	
t (min)	Ag (g/L)
5	0.1405
10	0.02625
15	0.03375
20	0.048
25	0.04975
30	0.05075
35	0.052
40	0.053
45	0.09675
50	0.1255
55	0.235
60	0.28375
65	0.4235
70	0.4455
75	0.478
80	1.36075
85	1.56275

Fuente: Resultados de los análisis químicos realizados en Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química.

Grafico N°4

ATAQUE DE ACIDO NITRICO AL 1.01%

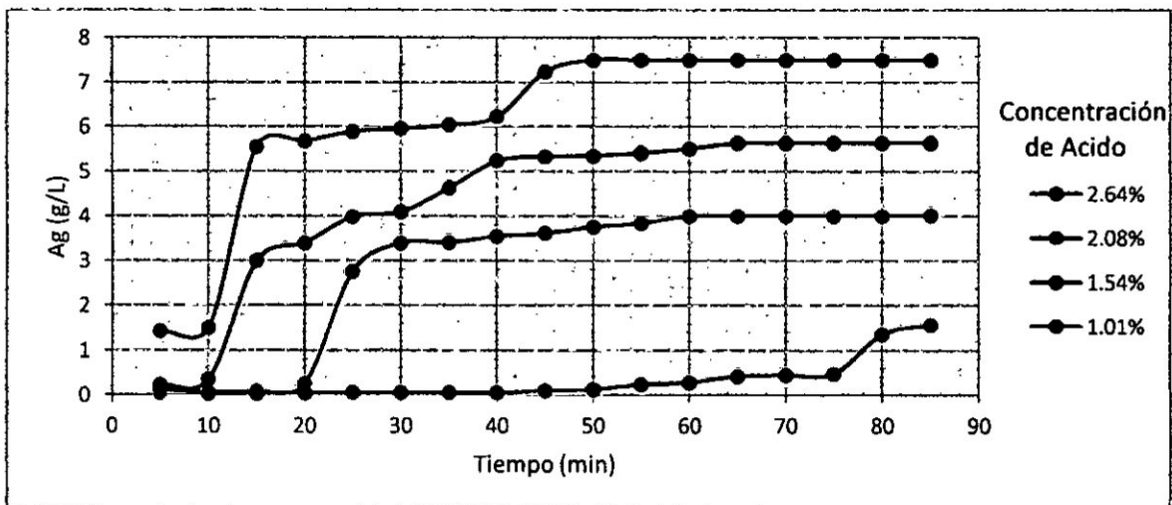


Fuente: Elaboración propia

La representación gráfica de estos resultados se muestra en la grafico N°5, mostrando el tiempo (min) versus la concentración. Como puede observarse a la concentración de 1.01% (4ml de HNO₃), la velocidad de lixiviación es muy lenta, alcanzando un valor máximo de 1.56 g/L de plata a un tiempo de reacción de 85 minutos. Por otro lado, se observa que se obtiene un máximo de 7.5 g/L de plata con un ataque de 2.64% (10ml de ácido nítrico) en 50 minutos, siendo esta la condición favorable.

Grafico N°5

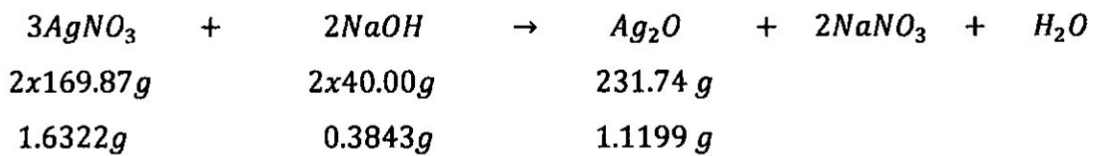
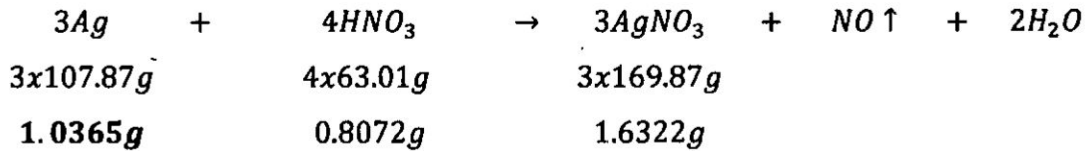
ATAQUE DE ACIDO NITRICO Vs. Tiempo



Fuente: Elaboración propia

5.4. Determinación estequiométrica de hidróxido de sodio

A partir de la condición favorable mostrada en el Grafico N°5, se obtiene 1.0365g de plata metálica a partir de la chatarra electrónica, la siguiente reacción determinara la cantidad de soda a agregar para lograr obtener el óxido de plata al 99%.



5.5. Rendimiento de la reacción

Después de adicionarle el estequiométrico de hidróxido de sodio, se obtuvo 1.1131g de óxido de plata al 99.9% (ver anexo), siendo el rendimiento de la reacción:

Tabla N°13

RENDIMIENTO DE LA REACCION

Oxido de plata	Peso (g)	Rendimiento (%)
Teórico	1.1199	99.93
Experimental	1.1131	

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados

❖ Hipótesis general

- Los resultados muestran que la chatarra electrónica al ser tratada al 2.64% de ácido nítrico, y en un tiempo igual a 50 minutos se obtiene la mayor cantidad de plata, comparado con los demás resultados. Siendo esta la condición favorable para obtener óxido de plata.

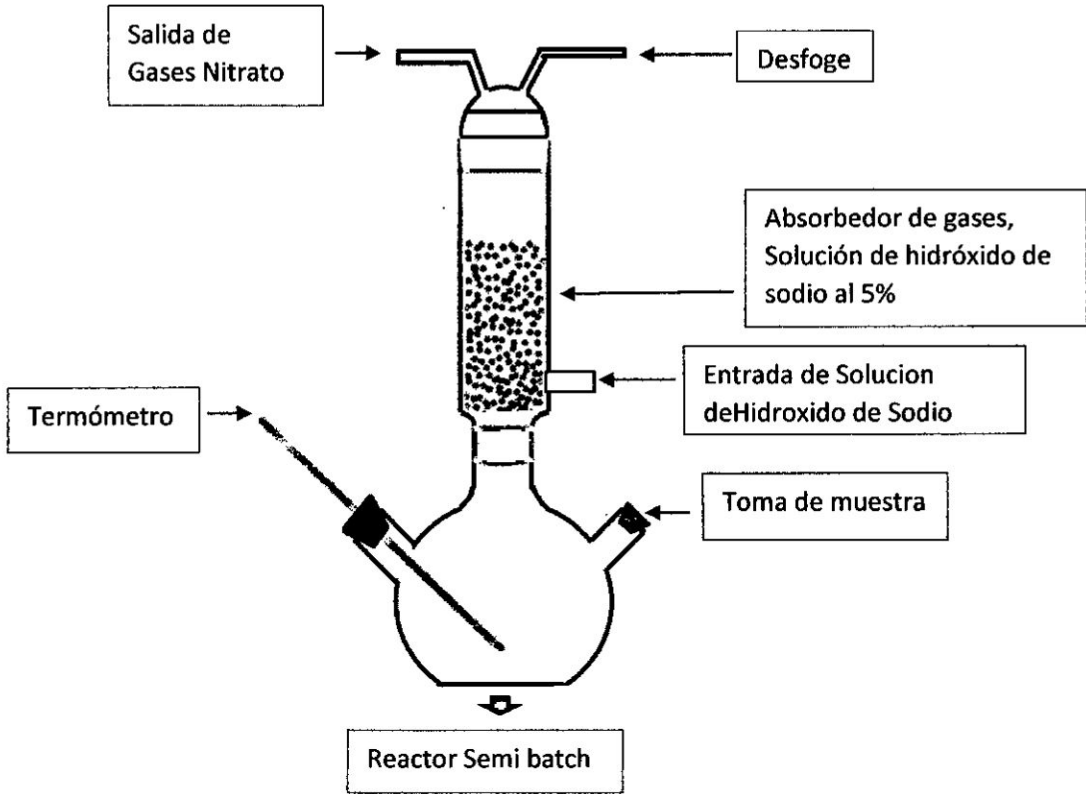
❖ Hipótesis específica 1

- Como se puede observar en el Cuadro N°8, la chatarra electrónica contiene 86.18% en peso de plata metálica, del cual se obtuvo 1.1131g óxido de plata al 99.9%.

❖ Hipótesis específica 2

- Debido a que solo se trabajó como parámetro variable la concentración de ácido nítrico, las características geométricas del reactor a utilizar como el tamaño, capacidad, accesorios, no tienen influencia en la recuperación de la plata a partir de la chatarra electrónica porque la muestra estaba totalmente sumergida en la solución ácida.

Figura N°16
REACTOR SEMI BATCH



Fuente: Elaboración propia

VII. PRESUPUESTO

Tabla N°14
PRESUPUESTO

Bienes (consumo)	Adquisición del equipo	S/4,500.00
	Materiales de limpieza	S/200.00
	Materiales de laboratorio	S/200.00
Servicios	Impresiones	S/300.00
	Alquileres del Laboratorio	S/300.00
	Análisis	S/500.00
	Total	S/6,000.00

Fuente: Elaboración propia

VIII. CONCLUSIONES

1. La chatarra electrónica del presente estudio tiene un contenido de plata de 86.96% en la lámina recubierta (envoltura). En el total de la muestra sería 0,654%, el resto de metales comprendidos por cobre, hierro y cromo; entre otros elementos menores según muestra el cuadro de análisis realizado por ICP.
2. El tratamiento se aplicó solamente a la envoltura en la lámina de plata con la adición de ácido nítrico.
3. Como producto se obtiene el nitrato de plata con exceso de ácido. La plata se precipitó con forma de cloruro de plata con solución de una solución al 5% de cloruro de sodio.
4. El precipitado se lava para eliminar impurezas y restos de otros componentes de la reacción y es posteriormente llevado a un horno de fundición, donde se agrega fundentes y harina como reductor.
5. Como resultado, se obtiene plata en promedio de 1,0039g con un contenido de pureza de 99.9% determinado mediante un análisis por vía seca.
6. Los demás metales tales como el cobre, hierro y cromo se determinó por absorción atómica, siendo el promedio en la envoltura de 0,1007g, 0,0027g y 0,0014g, respectivamente
7. Se determinó por estequiometria el gasto de ácido nítrico teórico promedio de plata y otros metales comprendidos por cobre, hierro y cromo, según los cálculos realizados sería 1,37 ml de ácido nítrico al 69% de pureza.
8. En el procedimiento experimental realizado se observa que con el 1.01% (4ml HNO₃ 69% pureza) el tiempo en donde se obtiene la mayor reacción es de 85 min.
9. En el procedimiento experimental realizado se observa que con el 1.54% (6ml HNO₃ 69% pureza) el tiempo en donde se obtiene la mayor reacción es de 70 min.

10. En el procedimiento experimental realizado se observa que con el 2.08% (8ml HNO₃ 69% pureza) el tiempo en donde se obtiene la mayor reacción es de 65 min.
11. En el procedimiento experimental realizado se observa que con el 2.64% (10ml HNO₃ 69% pureza) el tiempo en donde se obtiene la mayor reacción es de 50 min.
12. Según los resultados, se concluye que el 2,64% (10 ml ácido nítrico 69%) y un tiempo de 50 min se obtiene la planta metálica promedio, **siendo esta la condición favorable.**
13. Realizando una nueva corrida con las condiciones de favorable determinadas se obtiene 1,0365g de plata, la plata metálica fue tratada con 0,8072g de ácido nítrico, obteniendo 1,6322g de nitrato de plata, el nitrato de plata obtenida se hizo reaccionar con 0,3843g de hidróxido de sodio en solución, para una posterior deshidratación por calentamiento del precipitado, el secado se llevó a cabo a 90°C por 35 min en una estufa aislado de la luz solar, se obtuvo 1,1199 g de óxido de plata.

IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dr. Guillermo Juárez López. Recuperación por Vía Hidrometalurgia de Oro, Cobre y Zinc contenidos en los circuitos impresos.
2. Honorio Oliveros Gómez (2011) Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos
3. Juan Manuel Ramirez Pelcastre (2008). Recuperacion de Oro a partir de chatarra electronica.
4. Abdul Khaliq, Muhammad Akbar Rhamdhani (2014). Metal Extraction Processes for Electronic Waste and Existing Industrial Routes: A Review and Australian Perspective.
5. Ramírez Pelcastre, Juan Manuel. Recuperación de oro a partir de la chatarra electrónica. Tesis de pregrado. Estado de Hidalgo. Universidad Autónoma de Hidalgo. 2008.
6. Oliveros Gómez, Honorio (2011). Metodologia para recuperar metale preciosos: oro, plata y grupo platino, presentes en desechos electrónicos. Tesis de maestría. Medellin. Universidad Nacional de Colombia.
7. David Muños Rojas (2014), Nuevos óxidos de Ag y Cu por intercalación electroquímica y otros métodos suaves. Barcelona.
8. Constanza Y. Flores (2014). Nanoparticulas de plata con potenciales aplicaciones en materiales implantables: síntesis, caracterización física y actividad bactericida. Argentina.
9. Gonzales Esteves Virginia, Recuperación de plata a partir de desechos de procesos fotográficos, Argentina.

10. AFRE FRANCO, Georgina Susseth (2003). Determinación del tipo de investigación e hipótesis, como parte del proceso de investigación, empleado en cada uno de los trabajos de graduación presentados en la escuela de ingeniería química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante el período de 1945 al 2002. Tesis pregrado. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
11. OLIVERA PONCE, José Manuel (2013). Optimización del proceso de reciclado de tarjetas de circuitos impresos -pcb-. Tesis de pregrado. Huajuapán de León, Oaxaca. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
12. THE SILVER INSTITUTE, Silver Demand.
Disponible en: <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/>
Artículo web: Consultada el 24 de Julio del 2016
13. THE SILVER INSTITUTE, Silver Supply.
Disponible en: <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/>
Artículo web. Consultada el 24 de Julio del 2016.
14. THE SILVER INSTITUTE, Silver Production.
Disponible en: <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/>
Artículo web. Consultada el 24 de Julio del 2016.
15. TECSUP. Fundamentos de la piro metalurgia del oro.
Disponible en <https://es.scribd.com/document/336237905/Fundamentos-de-la-pirometalurgia-del-oro-pdf>.
Artículo web. Consultada el 15 de enero del 2017.
16. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA TECNOLÓGICA Y COLOMBIA, Laboratorio de ensayo al fuego y copelación.
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/228618442/Laboratorio-de-Copelacion-y-Ensayo-Al-Fuego>.
Artículo web. Consultada el 17 de Enero del 2017.

TABLA N°15 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: CONDICIONES FAVORABLES PARA LA OBTENCION DE ÓXIDO DE PLATA DE CHATARRA ELECTRÓNICA TRATADA CON ACIDO NÍTRICO.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cómo influye la concentración del ácido nítrico al atacar superficie de la chatarra electrónica con la concentración de la plata?	Establecer concentraciones adecuadas de ácido nítrico a partir de la caracterización de la chatarra electrónica.	La condición favorable al sumergir la chatarra electrónica en soluciones de ácido nítrico de 1.34% por periodos de tiempo permitirá la mayor extracción de plata metálica para producir óxido de plata.	Concentración adecuada de ácido nítrico para la mayor extracción de plata a partir de la superficie de la chatarra electrónica.	Temperatura Tiempo Concentración	°C Minutos ppm	Experimental
SUB-PROBLEMA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
a)¿Cuáles son las características químicas, físicas de la chatarra electrónica a utilizar?	a)Identificar las características, químicas, físicas de la chatarra electrónica a utilizar	a)Las características químicas de la chatarra electrónica como la plata metálica y otras impurezas son aquellas que permitirán la obtención de óxido de plata mayor al 90%.	Características de la chatarra electrónica a utilizar.	Composición	%	Análisis de laboratorio
b)¿Cuáles son las características geométricas reactor?	b) Identificar las características geométricas del reactor experimental.	b) Las características geométricas del reactor a utilizar como el tamaño, la capacidad y la forma del diseño nos permiten un proceso apropiado de lixiviación de la plata, con un sistema de absorción de gases.	Características geométricas del reactor experimental.	Tamaño Capacidad	m ml	Evaluación.

Fuente: Elaboración propia



LABORATORIOS S.A.C
DESDE 1999

Análisis químico de minerales, concentrados,
aleaciones, agua, aire.
Control ambiental
Fabricación y venta de reactivos químicos

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITANTE : CRISTINA CANDIOTTI SERRANO
ASUNTO : Análisis Químico por ICP
TIPO DE MUESTRA : Muestra
FECHA DE RECEPCION : 21 de Octubre del 2016
REFERENCIA : H&F 1721/2016
INSTRUCCIÓN DE ENSAYO : Corde VH-ME-ICP2 Análisis por ICP-OES Agua Regia

Denominación de muestra:	RESULTADOS DE ANÁLISIS									
	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr
	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm
Límite de detección	0.2	0.01	3	1	0.5	5	0.01	1	1	1
Muestra	492.81	0.40	0.00	0.06	0.00	0.22	3.43	0.04	0.11	98.05

Oficina: Av. Colonial N°1583-Lima Tel: 334-4562/425-6179/989067984 E-mail: hfventas@hyflaboratorio.com
Laboratorio: Mz. E5 Lt. 6 Parque Industrial Pachacutec – Ventanilla
Página web: <http://www.hyflaboratorio.com/>



LABORATORIOS S.A.C
DESDE 1999

Análisis químico de minerales, concentrados,
aleaciones, agua, aire.
Control ambiental
Fabricación y venta de reactivos químicos

Denominación de muestra:	RESULTADOS DE ANÁLISIS									
	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Mg	Mn	Mo	Na
	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	ppm	%
Límite de detección	0.5	0.01	10	1	0.01	0.5	0.01	2	1	0.01
Muestra	127.55	594.89	0.07	0.05	0.49	0.00	0.45	22.66	0.12	2.56

Denominación de muestra:	RESULTADOS DE ANÁLISIS									
	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr
	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Límite de detección	1	1	0.01	2	0.01	5	0.5	10	10	0.5
Muestra	0.00	1.38	0.41	0.49	33.37	0.06	0.00	0.00	0.01	0.02

Denominación de muestra:	RESULTADOS DE ANÁLISIS							
	Te	Ti	Tl	V	W	Y	Zn	Zr
	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Límite de detección	10	0.01	2	2	10	0.5	0.5	0.5
Muestra	0.00	0.07	0.07	0.48	24.89	0.00	0.47	0.00



LABORATORIOS S.A.C
DESDE 1999

*Análisis químico de minerales, concentrados,
aleaciones, agua, aire.
Control ambiental
Fabricación y venta de reactivos químicos*

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITANTE : JOHANA RAMOS SALAZAR

TIPO DE MUESTRA : Muestra 2

FECHA DE RECEPCION : 02 de Noviembre del 2016

REFERENCIA : H&F 1702/2016

Denominación de muestra:	RESULTADOS DE ANÁLISIS		
	Cu ppm	Fe ppm	Cr ppm
Muestra 2	8.325	9.77	98.05

H&F LABORATORIOS S.A.C.
SERVICIOS ANALITICOS


ALBINO HUAYTAZA H.
DIRECTOR

Oficina: Av. Colonial N°1583-Lima Tel: 334-4562/425-6179/989067984 E-mail: hventas@hvflaboratorio.com

Laboratorio: Mz. E5 Lt. 6 Parque Industrial Pachacutec – Ventanilla

Página web: <http://www.hvflaboratorio.com/>



LABORATORIOS S.A.C
DESDE 1999

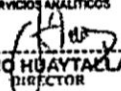
Análisis químico de minerales, concentrados,
aleaciones, agua, aire.
Control ambiental
Fabricación y venta de reactivos químicos

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITANTE : CRISTINA CANDIOTTI SERRANO
ASUNTO : Análisis Químico por AA
TIPO DE MUESTRA : HNO3 2.64%
FECHA DE RECEPCION : 17 de Enero del 2017
REFERENCIA : H&F 1701/2017

Denominación de la muestra	Resultados de análisis
	Ag (g/L)
Muestra 1	1.435
Muestra 2	1.495
Muestra 3	5.55
Muestra 4	5.675
Muestra 5	5.89
Muestra 6	5.955
Muestra 7	6.035
Muestra 8	6.22
Muestra 9	7.235
Muestra 10	7.5
Muestra 11	7.5025
Muestra 12	7.5035
Muestra 13	7.5035
Muestra 14	7.5045
Muestra 15	7.5045
Muestra 16	7.5045
Muestra 17	7.5045

H&F LABORATORIOS S.A.C.
SERVICIOS ANALITICOS


ALBINO HUAYTA L.H.
DIRECTOR

Oficina: Av. Colonial Nº1583-Lima Tel: 334-4562/425-6179/989067984 E-mail: hfvventas@hyflaboratorio.com
Laboratorio: Mz. E5 Lt. 6 Parque Industrial Pachacutec – Ventanilla



LABORATORIOS S.A.C
DESDE 1999

Análisis químico de minerales, concentrados,
aleaciones, agua, aire.
Control ambiental
Fabricación y venta de reactivos químicos

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITANTE : CRISTINA CANDIOTTI SERRANO
ASUNTO : Análisis Químico por AA
TIPO DE MUESTRA : HNO3 2.08%
FECHA DE RECEPCION : 17 de Enero del 2017
REFERENCIA : H&F 1701/2017

Denominación de la muestra	Resultados de análisis
	Ag (g/L)
Muestra 1	0.22605
Muestra 2	0.3454
Muestra 3	2.99365
Muestra 4	3.3946
Muestra 5	3.9798
Muestra 6	4.0876
Muestra 7	4.63265
Muestra 8	5.23655
Muestra 9	5.32895
Muestra 10	5.34765
Muestra 11	5.41475
Muestra 12	5.5066
Muestra 13	5.63365
Muestra 14	5.6342
Muestra 15	5.63585
Muestra 16	5.63695
Muestra 17	5.63695

H&F LABORATORIOS S.A.C.

SERVICIOS ANALITICOS

ALBINO HUAYTALA H.
DIRECTOR

Oficina: Av. Colonial N°1583-Lima Tel: 334-4562/425-6179/989067984 E-mail: hfventas@hyflaboratorio.com
Laboratorio: Mz. E5 Lt. 6 Parque Industrial Pachacutec – Ventanilla



LABORATORIOS S.A.C
DESDE 1999


Análisis químico de minerales, concentrados,
aleaciones, agua, aire.
Control ambiental
Fabricación y venta de reactivos químicos

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITANTE : CRISTINA CANDIOTTI SERRANO
ASUNTO : Análisis Químico por AA
TIPO DE MUESTRA : HNO3 1.54%
FECHA DE RECEPCION : 17 de Enero del 2017
REFERENCIA : H&F 1701/2017

Denominación de la muestra	Resultados de análisis
	Ag (g/L)
Muestra 1	0.042265
Muestra 2	0.069915
Muestra 3	0.08374
Muestra 4	0.25596
Muestra 5	2.755125
Muestra 6	3.38594
Muestra 7	3.41043
Muestra 8	3.540385
Muestra 9	3.612275
Muestra 10	3.75171
Muestra 11	3.840585
Muestra 12	4.00056
Muestra 13	4.000955
Muestra 14	4.001745
Muestra 15	4.001745
Muestra 16	4.001745
Muestra 17	4.00214

H&F LABORATORIOS S.A.C.
SERVICIOS ANALITICOS


ALBINO HUAYTA LA H.
DIRECTOR



LABORATORIOS S.A.C
DESDE 1999

Análisis químico de minerales, concentrados,
aleaciones, agua, aire.
Control ambiental
Fabricación y venta de reactivos químicos

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

SOLICITANTE : CRISTINA CANDIOTTI SERRANO
ASUNTO : Análisis Químico-por AA
TIPO DE MUESTRA : HNO3 1.01%
FECHA DE RECEPCION : 17 de Enero del 2017
REFERENCIA : H&F 1701/2017

Denominación de la muestra	Resultados de análisis
	Ag (g/L)
Muestra 1	0.1405
Muestra 2	0.02625
Muestra 3	0.03375
Muestra 4	0.048
Muestra 5	0.04975
Muestra 6	0.05075
Muestra 7	0.052
Muestra 8	0.053
Muestra 9	0.09675
Muestra 10	0.1255
Muestra 11	0.235
Muestra 12	0.28375
Muestra 13	0.4235
Muestra 14	0.4455
Muestra 15	0.478
Muestra 16	1.36075
Muestra 17	1.56275

H&F LABORATORIOS S.A.C.
SERVICIOS ANALITICOS

ALBINO HUAYTALA H.
DIRECTOR

Oficina: Av. Colonial N°1583-Lima Tel: 334-4562/425-6179/989067984 E-mail: hfventas@hvfLaboratorio.com
Laboratorio: Mz. E5 Lt. 6 Parque Industrial Pachacutec - Ventanilla
Página web: <http://www.hvfLaboratorio.com/>

TABLA N°17

LIDERES DE MINAS PRIMARIAS DE PLATA

Ranking	Nombre de la mina	País	Compañía	2014 Moz	2015 Moz
1	Dukar	Rusia	Polymetal International plc.	19.5	22.3
2	Cannington	Australia	South 32 Ltd	24.7	22.2
3	Saucito	México	Fresnillo plc	15.4	22.0
4	Escobal	Guatemala	Tahoe resources Inc	20.3	20.4
5	Fresnillo Mine	México	Fresnillo plc	20.1	15.6
6	Uchucchacua	Perú	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A	12.1	13.9
7	Pirquitas	Argentina	Silver Standard Resources	8.7	10.3
8	Grens Creek	EE.UU	Hecta Mining Company	7.8	8.5
9	San José	Argentina	Hochschild Mining plc./ McEwen Minin Inc	6.5	6.7
10	Imiter	Marruecos	Societe Metallurgique d'Imiter	6.0	6.7
11	Guumusko	Turquía	Eti Gumus A.S	5.8	5.8
12	Arcata	Perú	Hochschild Mining plc	5.8	5.6
13	San Bartolomé	Bolivia	Coeur Mining Inc	5.9	5.4
14	La colorada	México	Pan American Silver Corp	5.0	5.3
15	Palmarejo	México	Coeur Mining Inc	6.6	5.1

Fuente: THE SILVER INSTITUTE, Silver Production .Disponble en: <http://www.silverinstitute.org/site/supply-demand/>, Artículo web: Consultada el 24 de Julio del 2016.

TABLA N°18

PRODUCCIÓN MINERA METÁLICA POR PRINCIPALES PRODUCTOS

Año	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Hierro	Estaño
	TMF	g finos	TMF	kg finos	TMF	TMF	TMF
2007	1,190,274	170,235,885	1,444,361	3,501,462	329,165	5,185,254	39,019
2008	1,267,867	179,870,495	1,602,597	3,685,931	345,109	5,243,278	39,037
2009	1,276,249	183,994,714	1,512,931	3,922,709	302,459	4,418,768	37,503
2010	1,247,184	164,084,409	1,470,450	3,640,466	261,990	6,042,644	33,848
2011	1,235,345	166,186,738	1,256,383	3,418,863	230,199	7,010,938	28,882
2012	1,298,761	161,544,686	1,281,282	3,480,857	249,236	6,684,539	26,105
2013	1,375,641	156,257,425	1,351,273	3,674,283	266,472	6,680,659	23,668
2014	1,377,642	140,097,028	1,315,475	3,768,147	277,294	7,192,592	23,105
2015	1,700,814	145,031,264	1,421,513	4,102,110	315,784	7,320,807	19,511
2016	914,931	64,010,715	518,710	1,804,295	130,612	3,461,789	7,293

Fuente: **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en:

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>,

Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°19**VARIACIÓN INTERANUAL- MAYO**

Año	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Hierro	Estaño
	TMF	g finos	TMF	kg finos	TMF	TMF	TMF
2016	212,454	13,389,996	101,811	384,423	26,279	704,674	1,578
2015	131,953	11,852,371	109,626	290,555	24,589	522,287	1,622
Var%	61.01%	12.97%	-7.13%	32.31%	6.87%	34.92%	-2.68%

Fuente: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en :

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>.

Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°20**VARIACIÓN ACUMULADA/ENER-MAYO**

Año	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Hierro	Estaño
	TMF	g finos	TMF	kg finos	TMF	TMF	TMF
2016	914,931	64,010,715	518,710	1,804,295	130,612	3,461,789	7,293
2015	595,145	59,204,854	568,154	1,527,178	126,623	3,475,297	7,852
Var%	53.73%	8.12%	-8.70%	18.15%	3.15%	-0.39%	-7.12%

Fuente: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en:

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>,

Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°21

VARIACIÓN RESPECTO DEL MES ANTERIOR

Año	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Hierro	Estaño
	TMF	g finos	TMF	kg finos	TMF	TMF	TMF
May-2016	212,454	13,389,996	101,811	384,423	26,279	704,674	1,578
Abr-2016	187,983	12,447,402	96,785	348,342	25,905	661,148	1,441
Var%	13.02%	7.57%	5.19%	10.36%	1.44%	6.58%	9.55%

Fuente: **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en :

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>

Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°22

PRODUCCIÓN MINERA METÁLICA, EMPRESAS, ENERO-MAYO

PRODUCTO EMPRESA	2015	2016	Part ^o	Var ^o
PLATA / kg finos	1,527,178	1,804,295	100%	18.15%
COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.	192,264	294,997	16.35%	53.43%
COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA S.A.	163,888	286,659	15.89%	74.91%
COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C.	122,973	173,059	9.59%	40.73%
VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.	162,091	169,775	9.41%	4.74%
EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR S.A.C.	61,926	55,770	3.09%	-9.94%
MINERA CHINALCO PERÚ S.A.	60,691	54,962	3.05%	-9.44%
EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO S.A.C.	48,539	53,823	2.98%	10.89%
COMPAÑÍA MINERA MILPO S.A.A.	52,890	52,436	2.91%	-0.86%
PAN AMERICAN SILVER HUARON S.A.	48,633	49,658	2.75%	2.11%
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION SUCURSAL DEL PERU	50,526	47,990	2.66%	-5.02%
OTROS	562,758	565,166	31.32%	0.43%

Fuente: **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en :

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>

Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°23

PRODUCTO MINERO METALICA POR REGIONES, ENERO-MAYO

PRODUCTO / REGIÓN	2015	2016	Part%	Var%
PLATA / kg finos	1,527,178	1,804,295	100%	18.15%
JUNIN	326,082	352,625	19.54%	8.14%
ANCASH	192,414	334,111	18.52%	73.64%
LIMA	256,128	332,988	18.46%	30.01%
PASCO	269,156	257,879	14.29%	-4.19%
AYACUCHO	96,430	126,096	6.99%	30.76%
AREQUIPA	110,506	116,715	6.47%	5.62%
HUANCAVELICA	70,801	71,232	3.95%	0.61%
ICA	53,14539	52,630	2.92%	-0.96%
MOQUEGUA	41,059	36,511	2.02%	-11.08%
HUANUCO	24,720	32,541	1.80%	31.64%
LA LIBERTAD	27,755	28,200	1.56%	1.60%
TACNA	22,174	21,937	1.22%	-1.07%
CUSCO	13,587	20,668	1.15%	52.12%
CAJAMARCA	19,654	19,417	1.08%	-1.21%
PUNO	3,500	519	0.03%	-85.18%
APURIMAC	74	225	0.01%	202.04%

Fuente: **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en :

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>,

Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°24

COTIZACIONES, POR PRINCIPALES METALES

Año	Cobre	Oro	Zinc	Plata	Plomo	Estaño
	CLVS. US\$/LB.	US\$/OZ. PR.	CLVS. US\$/LB.	US\$/OZ. PR.	CLVS. US\$/LB.	CLVS. US\$/LB.
2004	130.11	409.30	47.50	6.69	40.20	409.40
2005	167.09	444.86	62.70	7.34	44.30	360.90
2006	305.30	604.17	148.75	11.58	58.50	419.49
2007	323.25	695.08	147.18	13.39	118.42	679.50
2008	315.32	872.27	84.82	15.06	94.56	864.53
2009	234.22	972.37	75.25	14.69	78.30	641.51
2010	341.98	1,224.48	97.92	20.16	97.41	954.13
2011	399.66	1,571.05	99.36	35.34	108.76	1,215.90
2012	360.59	1,668.00	88.29	31.15	93.50	989.60
2013	332.12	1,409.69	86.60	23.79	97.12	1,041.43
2014	311.26	1,265.60	98.18	19.06	95.07	1,023.05
2015	249.82	1,160.07	87.71	15.72	81.07	729.97
Enero	202.43	1,097.38	68.85	14.11	74.70	624.93
Febrero	208.45	1,199.91	77.36	15.15	80.36	710.07
Marzo	224.42	1,246.34	81.84	15.49	82.01	770.92
Abril	220.04	1,242.26	83.96	16.36	78.41	774.17
Mayo	214.30	1,258.76	85.19	16.92	77.89	759.94
Junio*	207.75	1,264.13	91.32	17.01	77.58	768.43

Fuente: **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en :

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>, Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°25

ESTRUCTURA DE LAS EXPORTACIONES PERUANAS /US\$ MILLONES

RUBRO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	ENE-ABR	
											2016	Part ^o
Mineros	14,735	17,439	18,101	16,482	21,903	27,526	27,467	23,789	20,545	18,836	4,374	57.27%
Minerales no metálicos	135	165	176	148	252	492	722	722	664	698	156	2.04%
Sidero-metalúrgicos y joyería	829	906	909	571	949	1,130	1,301	1,320	1,149	1,080	237	3.10%
Metal-mecánicos	164	220	328	369	393	476	545	544	581	525	102	1.34%
Petróleo y gas natural	1,818	2,306	2,681	1,921	3,088	4,568	4,996	5,271	4,562	2,302	357	4.67%
Pesqueros (Export. Trad.)	1,335	1,460	1,797	1,683	1,884	2,114	2,312	1,707	1,731	1,449	348	4.55%
Agrícolas	574	460	686	634	975	1,689	1,095	786	847	704	89	1.17%
Agropecuarios	1,220	1,512	1,913	1,828	2,203	2,836	3,083	3,444	4,231	4,387	1,019	13.34%
Pesqueros (Export. No Trad.)	433	500	622	518	644	1,049	1,017	1,030	1,155	934	212	2.78%
Textiles	1,473	1,736	2,026	1,495	1,561	1,990	2,177	1,928	1,800	1,329	292	3.82%
Maderas y papeles	333	362	428	336	359	402	438	427	416	352	71	0.93%
Químicos	602	805	1,041	838	1,228	1,655	1,636	1,510	1,515	1,402	330	4.32%
Otros	180	222	311	248	364	451	622	381	336	237	52	0.68%
TOTAL EXPORTACIONES	23,830	28,094	31,018	27,071	35,803	46,376	47,411	42,861	39,533	34,236	7,638	100%

63.75 %

Fuente: **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, Boletín Estadístico de Minería.

Disponible en :

<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2016/MAYO.pdf>,

Artículo web. Consultada el 24 de julio del 2016

TABLA N°26

RELACION DE SUBPARTIDA NACIONAL

Nro Partida	Descripción de Partida
2616.10.00.00	MINERALES DE PLATA Y SUS CONCENTRADOS
2843.21.00.00	NITRATO DE PLATA
7106.10.00.00	PLATA EN POLVO
7106.91.10.00	PLATA EN BRUTO SIN ALEAR
7106.91.20.00	PLATA EN BRUTO ALEADA
7106.92.00.00	PLATA SEMILABRADA
7109.00.00.00	CHAPADO (PLAQUE) DE ORO SOBRE METAL COMUN O SOBRE PLATA, EN BRUTO O SEMILABRADO.
7111.00.00.00	CHAPADO (PLAQUE) DE PLATINO SOBRE METAL COMUN, PLATA U ORO, EN BRUTO O SEMILABRADO.
7113.11.00.00	ART. DE JOYERIA DE PLATA, INCLUSO REVESTIDA O CHAPADA DE OTRO METAL PRECIOSO (PLAQUE)
7114.11.10.00	ART. DE ORFEBRERIA DE PLATA DE LEY 0,925
7114.11.90.00	ART. DE ORFEBRERIA DE PLATA , LEY < 0,925
4415.20.00.00	PALETAS, PALETAS CAJA Y DEMAS PLATAFORMAS P' CARGA; COLLARINES P' PALETAS DE MADERA
8905.20.00.00	PLATAFORMAS DE PERFORACION O EXPLOTACION, FLOTANTES O SUMERGIBLES
2616.90.90.00	DEMAS MINERALES DE METALES PRECIOSOS Y SUS CONCENTRADOS, EXCEPTO DE ORO O PLATA
2843.29.00.00	LOS DEMAS COMPUESTOS DE PLATA
7107.00.00.00	CHAPADO (PLAQUE) DE PLATA SOBRE METAL COMUN, EN BRUTO O SEMILABRADO.
7114.19.00.00	ART. DE ORFEBRERIA DE METALES PRECIOSOS, EXC. PLATA, INCLUSO REVESTIDOS O CHAPADOS
8506.40.10.00	PILAS Y BATERIAS DE PILAS, ELECTRICAS, DE OXIDO DE PLATA, CILINDRICAS
8506.40.90.00	LAS DEMAS PILAS Y BATERIAS DE PILAS, ELECTRICAS, DE OXIDO DE PLATA
1106.30.10.00	HARINA, SEMOLA, Y POLVO DE BANANAS O PLATANOS
8506.40.20.00	PILAS Y BATERIAS DE PILAS, ELECTRICAS, DE OXIDO DE PLATA, DE "BOTON"
6403.91.10.00	CALZADO CON PALMILLA O PLATAFORMA DE MADERA, SIN PLANTILLAS NI PUNTERA METALICA DE PR
6403.99.10.00	CALZADO CON PALMILLA O PLATAFORMA DE MADERA, SIN PLANTILLAS NI PUNTERA METALICA DE PR

Fuente: SUNAT, Una Partida (Movimiento).

Disponible en: http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itconsultadwh/ieITS01Alias?accion=consultar&CG_consulta=2,
Articulo web. Consultada el 22 de Julio del 2016

TABLA N°27

OPERATIVIDAD ADUANERA – EXPORTACIONES MES DE JUNIO 2016

	PARTIDA	ADUANA	PAIS a EXP	DUA	EMPRESA	Total Peso Neto (Kg)	TOTAL		
Exportación Junio 2016	2616100000	MARITMA DEL CALLAO	BELGIUM	40597	VOTORANTIM METAIS – CAJAMARQUILLA S.A.	177316	10806367		
				46790	LOUIS DREYFUS COMPANY PERU S.R.L.	94528			
				38986	VOTORANTIM METAIS – CAJAMARQUILLA S.A	172718			
				42948	VOTORANTIM METAIS – CAJAMARQUILLA S.A	159655			
			42367	FENG WA S.A.C.	105732				
			41907	HUMON LATIN AMERICA S.A.	44564				
			43702	VOLCAN COMPANIA MINERA S.A.A.	675628				
			45198	FENG WA S.A.C.	82127				
			48338	FENG WA S.A.C.	160649				
			42574	VOLCAN COMPANIA MINERA S.A.A.	301270				
			42991	COMPAÑIA MINERA CHUNGAR S.A.C.	1029024				
			37161	GLENCORE PERU S.A.C.	5097842				
			40780	ANDINA TRADE S.A.C.	469857				
			39151	TRAFIGURA PERU SOCIEDAD ANONIMA CERRADA – TRAFIGURA PERU S.A.C.	1249781				
				GERMANY	0				
				JAPAN	50031	VOLCAN COMPANIA MINERA S.A.A.		479363	
				KOREA, REPUBLIC OF				0	
				MOLLENDO – MATARANI	CHILE	586		GLENCORE PERU S.A.C.	322567
					RUSSIAN FEDERATION	587		GLENCORE PERU S.A.C.	183746
			2843210000					0	0
			7106100000					0	0

7106911000	AEREA DEL CALLAO	ARGENTINA	51028	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION SUCURSA L DEL PERU	150	15935.962
		BRAZIL	45827	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION SUCURSA L DEL PERU	500	
			51619	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION SUCURSA L DEL PERU	200	
			44003	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION SUCURSA L DEL PERU	2000	
			47702	MINERA VETA DORADA S.A.C.	150	
		SWITZERLAND	51024	SUDAMERICANA TRADING S.R.L.	500	
		CHILE	49515	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION SUCURSA L DEL PERU	350	
			51355	SUMINISTROS QUIMICOS SA SUMIQUINS	30	
		UNITED STATES	38609	ARUNTANI S.A.C.	1029.398	
			43598	SUDAMERICANA TRADING S.R.L.	3070.021	
			50441	SUDAMERICANA TRADING S.R.L.	4078.995	
			40775	APUMAYO S.A.C.	1527.548	
			45714	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION SUCURSA L DEL PERU	2350	
		7106912000				
7106920000				0	0	
7109000000				0	0	
7111000000				0	0	
7113110000	MARITIMA DEL CALLAO	GERMANY	46506	INTERCRAFTS PERU S.A.C.	618	2220.262
		UNITED KINGDOM	46885	ALLPA S.A.C.	1431.3	
	AEREA DEL CALLAO	AUSTRIA	43001	ARIN S A	6.932	
			48561	ARIN S A	1.159	
	CHILE	44850	NEW FASHION PERU S.A	4.709		
		49226	NEW FASHION PERU S.A	0.808		

			54132	NEW FASHION PERU S.A	0.951	
			51345	NEW FASHION PERU S.A	17.62	
			47708	NEW FASHION PERU S.A	24.16	
			50354	NEW FASHION PERU S.A	28.438	
			53821	NEW FASHION PERU S.A	13.269	
			54131	NEW FASHION PERU S.A	72.916	
		COSTA RICA	55082	BRITT PERU S.A.C.	60	
		GERMANY	49310	ALLPA S.A.C.	24	
		SPAIN	53441	PERFUMERIAS UNIDAS S.A.	97.85	
		NETHERLANDS	48685	ALLPA S.A.C.	20	
			48796	DESIGNS QUALITY EXPORTS SAC	3.164	
			46480	ARIN S A	7.37	
			44645	ARIN S A	8.419	
			49225	NEW FASHION PERU S.A	1.284	
		UNITED STATES	45625	WWW.NOVICA.COM S.A.C.	900	
			47869	WWW.NOVICA.COM S.A.C.	570	
			52196	WWW.NOVICA.COM S.A.C.	480	
			44659	NEW FASHION PERU S.A	11.352	
			46946	ARIN S A	7.309	
			50400	WWW.NOVICA.COM S.A.C.	530	
	7114111000				0	0
	7114119000				0	0
4415200000	MARITIMA DEL CALLAO	BELGIUM	47027	VOLVO PERU S A	22940.5	64680.24
	TACNA	CHILE	3477	EMBOTELLADORA SAN MIGUEL DEL SUR S.A.C.	18615.74	

				3512	EMBOTELLADORA SAN MIGUEL DEL SUR S.A.C.	23124	
	2843290000					0	0
	7107000000					0	0
	7114190000					0	0
	8506401000					0	0
	8506409000					0	0
	8506402000					0	0

Fuente: SUNAT, Una Partida (Movimiento).

Disponible en: http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itconsultadwh/ieITS01Alias?accion=consultar&CG_consulta=2,
Artículo web. Consultada el 22 de Julio del 2016.

OPERATIVIDAD ADUANERA – IMPORTACIONES MES DE JUNIO 2016

Importación Junio 2016	PARTIDA	ADUANA	PAIS a EXP	DUA	EMPRESA	Total Peso Neto (Kg)	TOTAL
	2616100000	MARITIMA DEL CALLAO	ARGENTINA	203064	GLENCORE PERU S.A.C.	49630	49630
	2843210000	MARITIMA DEL CALLAO	MEXICO	202317	MERCANTIL LABORATORIO S.A.C.	9493.665	9493.665
	7106100000					0	0
	7106911000	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA	84892	OXXUS QUIMICA S.A.C.	38.31	38.31
	7106912000					0	0
	7106920000					0	0
	7109000000					0	0
	7111000000					0	0
	7113110000	AEREA DEL CALLAO	GREECE	84990	AUSTRAL PERU S.A.	50	139.515
AEREA DEL CALLAO		ITALY	93396	TORRES DELLA PINA ORFEBRES SAC	3.456		
			83099	RADAMES S.A.	7.03		
			90616	DESIGNS QUALITY EXPORTS SAC	1.685		
			82092	DESIGNS QUALITY EXPORTS SAC	3.871		
			93875	DESIGNS QUALITY EXPORTS SAC	8.658		
AEREA DEL CALLAO		THAILAND	87480	LEON GUTIERREZ LUIS ALBERTO	18.175		
			83028	ANDINOTRADE S.A.	3.354		
			83679	LC INTERNACIONAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	11.353		

			95527	MAF ITALIAN JOYAS E.I.R.L.	20	
			86832	LC INTERNACIONAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	2.66	
			98190	ANDINOTRADE S.A.	8.82	
	AEREA DEL CALLAO	UNITED STATES	82097	DESIGNS QUALITY EXPORTS SAC	0.453	
7114111000					0	0
7114119000					0	0
4415200000					0	0
2843290000	AEREA DEL CALLAO	COLOMBIA	84892	OXXUS QUIMICA S.A.C.	38.31	38.31
7107000000					0	0
7114190000					0	0
8506401000					0	0
8506409000					0	0
8506402000	MARITIMA DEL CALLAO	JAPAN	19464	CASA CALLE S.A.C.	900	3797.52
			223700	REPRESENTACIONES CAROMA-FRANCHE E.I.R.L.	1395.55	
	MARITIMA DEL CALLAO	UNITED STATES	19464	CASA CALLE S.A.C.	900	
	AEREA DEL CALLAO	JAPAN	84053	CALLE RONCALLA JOSE ANTONIO	44.7	
			92724	INVERSIONES LUCY & MARCEL E.I.R.L.	238.07	
96180			BOBADILLA ASCUÑA ROXANA MARIA	319.2		

Fuente: SUNAT, Una Partida (Movimiento).

Disponible en: http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itconsultadwh/ieITS01Alias?accion=consultar&CG_consulta=2,

Artículo web. Consultada el 22 de Julio del 2016.